

Министерство образования и науки Российской Федерации
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ АВИАЦИИ И КОСМОНАВТИКИ

*Тезисы IX Всероссийской научно-практической конференции
творческой молодежи
(8–12 апреля 2013 г., Красноярск)*

В 2-х томах

Том 1

**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
СООБЩЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ**

Красноярск 2013

УДК 629.7
ББК 39.5
А43

Редакционная коллегия:

Е. В. Белякова, В. В. Богданов, А. А. Бойко, Л. А. Герасимова, Г. М. Гринберг,
Ю. В. Данильченко, Д. В. Еремеев, Т. Т. Ереско, П. С. Зеленский, Н. В. Илюшин, А. В. Кацура,
В. А. Колмыков, В. А. Курешов, А. В. Лонин, М. В. Лукьяненко, В. И. Лячин, А. В. Медведев,
М. Г. Мелкозеров, А. Е. Михеев, А. В. Мурыгин, В. П. Назаров, Г. Г. Назаров, Н. В. Никушкин,
А. С. Паршин, И. З. Погорелов, О. Е. Подвербных, Л. В. Ручкин, В. В. Сафронов,
С. И. Сенашов, Н. А. Сигида, Н. А., Смирнов А. А. Снежко, О. В. Тасейко, Е. В. Титов,
И. В. Трифанов, С. Д. Уразов, М. Н. Фаворская, Н. В. Фомина, В. Х. Ханов

Под общей редакцией

доктора физико-математических наук, профессора Ю. Ю. Логинова

Актуальные проблемы авиации и космонавтики : тезисы IX Всерос. науч.-практ. А43 конф. творческой молодежи (8–12 апреля 2013 г., Красноярск) : в 2 т. Т. 1. Технические науки. Информационные технологии. Сообщения школьников / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – Красноярск, 2013. – 524 с.

Представлены результаты научных исследований студентов, аспирантов и молодых специалистов (до 30 лет) высших учебных заведений, НИИ, промышленных предприятий аэрокосмического комплекса России по приоритетным направлениям отраслей науки и производства аэрокосмической техники. Рассмотрены теоретические и прикладные вопросы разработки и использования современных технологий, показаны результаты исследования по экономическим и социальным проблемам развития современного общества, а также решения в области информационных технологий. Изложены результаты исследования свойств новых композитных материалов, позволяющих уменьшить вес и габариты аэрокосмических изделий. Описаны проблемы и указаны пути их решения в области экологии и обеспечения безопасности полетов, сертификации и управления качеством продукции.

Предназначены для студентов, аспирантов и молодых специалистов.

УДК 629.7
ББК 39.5

© Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, 2013

ОТ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ

Перед Вами очередной сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции творческой молодежи **«Актуальные проблемы авиации и космонавтики»**, посвященной Дню космонавтики.

Символично, что конференция проходит в апреле – месяце, когда человек впервые полетел в космос. Она проводится для студентов, аспирантов и молодых специалистов предприятий и организаций аэрокосмической отрасли, высших учебных и научно-исследовательских заведений, дает им возможность представить свои разработки, результаты исследований. Конференция – это замечательная возможность общения высококвалифицированных специалистов с новым кругом будущих ученых и производителей.

В сборнике представлены доклады творческой молодежи, имеющей отношение к авиационной или космической технике – ее проектированию, созданию, решению научных проблем космического машиностроения, системе аэрокосмического образования, макро- и микроэкономическому развитию данного направления, новым подходам к решению социальных и философских вопросов и всех тех, кто хочет посвятить себя космонавтике и авиации. В связи с высоким статусом мероприятия организаторы включили в сборник далеко не все научные сообщения, а наиболее интересные и перспективные, характеризующие направления и глубину проводимых научных исследований молодежи.

Для большинства авторов это первая в жизни серьезная работа, и мы уверены, что она станет хорошей отправной точкой для дальнейшей научной деятельности, расширит и укрепит их контакты в научной среде, а также будет бесценным вкладом в их будущее.

ТЕХНИЧЕСКИЕ
НАУКИ

УДК 621.865.8

Т. А. Винидиктова, А. В. Киященко
 Научный руководитель – Н. Л. Ручкина
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МОДЕЛИРОВАНИЕ РУКИ МАНИПУЛЯТОРА

На основании построенной математической модели рассматривается возможность синтеза руки манипулятора с заданными динамическими характеристиками.

При проектировании звеньев манипулятора обычно стремятся удовлетворить требованиям высокой жесткости элементов. Однако не всегда удается уменьшить упругую податливость элементов до приемлемых значений из-за конструктивных ограничений на массу и габаритные размеры звена. Податливость элементов приводит к появлению, при движении или в момент захвата объекта манипулирования, упругих колебаний звена. Упругие колебания вызывают увеличение динамических нагрузок, снижают быстродействие и точность обработки программных движений. Поэтому при проектировании манипуля-

тора целесообразно учесть упругую податливость элементов.

Целью данного исследования является синтез звена, обеспечивающего заданные динамические свойства руки манипулятора при захвате перемещаемой детали.

Расчетная схема руки манипулятора приведена на рис. 1. Рука массой M под действием силы $F(t)$ перемещается в направлении «х». При захвате детали массой m она может перемещаться в направлении «у». Рука характеризуется жесткостью k и коэффициентом сопротивления b .

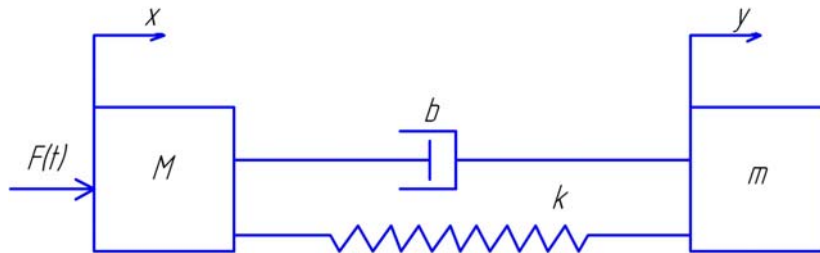


Рис. 1. Расчетная схема руки манипулятора



Рис. 2. Лицевая панель виртуального прибора

Построим математическую модель руки [1]. На массу m действуют силы инерции, силы упругости и силы сопротивления

$$m \frac{d^2(y+x)}{dt^2} = -k \cdot y - b \frac{dy}{dt}.$$

На массу M действуют силы инерции и сила $F(t)$

$$M \frac{d^2x}{dt^2} = F(t).$$

Выполнив алгебраические преобразования и преобразования Лапласа, получим

$$Y(x) \left(s^2 + \frac{b}{m}s + \frac{k}{m} \right) = -\frac{1}{m} F(s),$$

где s – оператор Лапласа.

Передаточная функция системы

$$G(s) = \frac{Y(s)}{F(s)} = -\frac{1/M}{s^2 + \frac{b}{m}s + \frac{k}{m}}.$$

Для оценки реакции руки манипулятора на единичное ступенчатое воздействие проведено моделирование в среде LabVIEW с использованием модуля

Control Design [2]. Лицевая панель виртуального прибора приведена на рис. 2.

Если выбрать значения $M = 10$, $\frac{b}{m} = 10$, $\frac{k}{m} = 50$,

то время переходного процесса составит 0,9 с. Регулировать динамические характеристики руки можно изменением параметров $\frac{b}{m}$ и $\frac{k}{m}$ (изменение времени переходного процесса) или M (изменение амплитуды выходного сигнала).

Разработанную математическую модель можно использовать на этапе проектирования для синтеза конструкции с заданными динамическими характеристиками.

Библиографические ссылки

1. Дорф Р., Бишоп Р. *Современные системы управления / пер. с англ. Б. И. Копылова. М. : Лаборатория базовых знаний, 2004. 832 с. : ил.*
2. Жуков К. Г. *Модельное проектирование встраиваемых систем в LabVIEW. М. : ДМК Пресс, 2011. 688 с.*

© Винидиктова Т. А., Киященко А. В., 2013

УДК 621.923.9

В. А. Ворожейкин, В. А. Будьков, Л. П. Сысоева
 Научный руководитель – А. С. Сысоев
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МИКРОПРОЦЕССОРНЫЙ КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРОВ АБРАЗИВНО-ЭКСТРУЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ

Предложена схема для микропроцессорного контроля параметров абразивно-экструзионной обработки. Выбрана система усиления для датчика давления. Предложена схема преобразователя для датчика температуры.

Одним из видов финишной обработки является абразивно-экструзионная обработка (АЭО), заключающаяся в снятии слоя материала с поверхности обрабатываемого канала при перепрессовывании под давлением через него рабочей среды (РС), состоящей из вязкоупругой основы, наполненной твердыми рабочими элементами (чаще всего – абразивными или алмазными зёрнами). При этом формируется направленный поток, на поверхности которого расположены абразивные зёрна. Поток обеспечивает взаимодействие активных зёрен с микронеровностями поверхности, которое и удаляет микронеровности с поверхности обрабатываемого канала [1].

В настоящее время при АЭО применяются механические приборы в комплекте с датчиками, для контроля параметров обработки. Для измерения давления используется датчик избыточного давления ДДИ-20, а для измерения температуры датчик ТП-085.

Датчик ДДИ-20 предназначен для измерения быстропеременных давлений в пневматических и гидравлических системах. Состоит из выносного чувст-

вительного элемента (первичного преобразователя) и электронного блока (вторичного преобразователя), соединённых между собой кабелем. В качестве чувствительного элемента первичного преобразователя используется серийный индуктивный преобразователь ДДИ-20. Основным достоинством этого преобразователя является работоспособность при воздействии на него механических вибраций, ударных нагрузок с ускорением, а так же его работа в прямом контакте не только с «чистыми» средами, неагрессивными по отношению к нержавеющей стали, но и содержащими твёрдые частицы (пульпы, смеси с песком и т. д.).

Датчик измерения температуры ТП-085 предназначен для измерения температуры низкокипящих и агрессивных жидкостей и газов в диапазоне температур от -260 °С до $+300$ °С при максимальном давлении 60 МПа. Представляет собой терморезистор с сопротивлением при 0 °С – 100 Ом.

Контроль параметров АЭО заключается в постоянном измерении давления и температуры РС в зоне

обработки. Эти характеристики оказывают значительное влияние на производительность процесса.

Для успешного решения поставленной задачи – организации системы контроля параметров АЭО необходимо выбрать отдельные составляющие системы измерения на основе анализа и сопоставления как можно более широкого спектра существующих и доступных аналогов.

Для реализации системы необходимы следующие составляющие элементы: регулятор (микроЭВМ/микропроцессорный контроллер); первичные измерительные преобразователи (датчики давления, температуры); средства отображения и регистрации информации.

Применение усиления сигнала с датчика вызвано необходимостью синхронизации датчика с контроллером. Нами была предложена схема микроконтроллера на микросхеме фирмы ATMEL – ATMEGA 168-20. Микроконтроллер позволит подключить, при применении усилителей, датчики давления и температуры, и передать данные на ПК через интерфейс USB.

Для подключения датчика давления используется цифровой усилитель на микросхеме AD 8555 – многофункциональная программируемая аналоговая схема высокой степени интеграции с диапазоном коэффициента усиления 70-1023, а для подключения резистивного датчика температуры стандартных решений нет.

Для преобразования изменений сопротивления датчика температуры в изменение напряжения в цепи мы предлагаем использовать мостовую схему измерения «Мост Уитстона» (см. рисунок), использующую индикатор нулевого баланса для сравнения двух напряжений, которая также может быть использована для измерения всех видов электрических величин, включая сопротивление [2].

Состояние баланса моста полностью зависит от отношений R_a/R_b и R_1/R_2 , и оно не зависит от напряжения питания. Для измерения сопротивлений с помощью моста Уитстона на место резисторов R_a или R_b устанавливается неизвестное сопротивление, в то время как остальные три резистора являются прецизионными и их номинал известен.

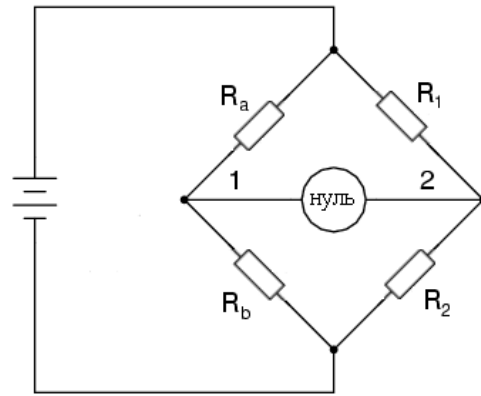


Схема преобразователя

Установлена зависимость сопротивления резистора датчика температуры от температуры резистора $2,61R - 261 \approx t$, которая позволила определить, что при сопротивлении датчика в 100 Ом его температура составляет приблизительно 0°C , а при сопротивлении датчика в 138,3 Ом его температура будет приблизительно равна 100°C . Знак «приблизительно» учитывает погрешности при определении сопротивлений в датчиках и сопротивлении в соединительных проводах.

Применение предложенной схемы позволит реализовать микропроцессорный контроль параметров АЭО.

Библиографические ссылки

1. Сысов С. К., Сысов А. С. Экструзионное хонингование деталей летательных аппаратов: теория, исследования, практика : монография ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2005. 220 с.
2. Айфичер, Э. С., Джервис Б. У. Цифровая обработка сигналов: практический подход. 2-е изд. М. : Вильямс, 2004. – 992 стр., с ил.

© Ворожейкин В. А., Будьков В. А.,
Сысова Л. П., 2013

УДК 621.865.8

Н. Е. Ершова, В. В. Сапичев, В. С. Михайлов
Научный руководитель – Н. Л. Ручкина
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДАТЧИКА УСКОРЕНИЯ

На основании построенной математической модели рассматривается влияние конструктивных параметров датчика на его динамические характеристики.

Информационная система любого технологического оборудования, будь то металлорежущий станок, промышленный робот или мехатронный модуль, предназначена для получения и обработки информации как о состоянии самого оборудования (взаимное положение, скорости и ускорения подвижных звень-

ев, возникающие при их взаимном перемещении), так и внешней среды (температура, давление и т. п.).

Для получения указанных параметров в состав информационной системы входит соответствующий набор датчиков, который используется для организации обратной связи и генерации корректирующих

сигналов системой управления оборудованием для обеспечения необходимого качества движения выходного звена.

Целью исследования является конструирование датчика ускорения манипулятора с заданными динамическими характеристиками.

При измерении линейного ускорения перемещающихся звеньев манипуляторов используются датчики ускорения (акселерометры). Датчик конструируется таким образом, чтобы при появлении ускорения возникающая сила инерции перемещала инерционную массу, подвешенную на пружине, а чувствительный элемент измерял величину этого перемещения.

При проведении измерений датчик устанавливается на подвижное звено манипулятора. Расчетная схема проведения измерения ускорения приведена на рис. 1.

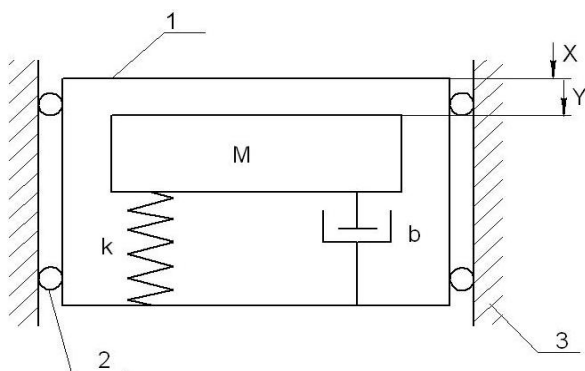


Рис. 1. Расчетная схема измерения ускорения

На подвижном звене 1, которое перемещается в направляющих качения 2 относительно основания 3, установлен датчик. Измерение ускорения происходит за счет того, что положения «Y» инерционной массы M относительно корпуса 1 пропорционально

ускорению этого корпуса. Движение инерционной массы определяется жесткостью пружины k и коэффициентом сопротивления b .

Построим математическую модель датчика [1]. Сумма сил, действующих на инерционную массу M , равна сумме силы инерции, силы упругости и силы сопротивления

$$M \frac{d^2(y+x)}{dt^2} = -k \cdot y - b \frac{dy}{dt}$$

Выполнив алгебраические преобразования и преобразования Лапласа, получим

$$M \cdot s^2 \cdot Y(s) + b \cdot s \cdot Y(s) = -M \cdot s^2 \cdot X(s),$$

где s – оператор Лапласа.

Передаточная функция системы

$$G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = -\frac{s^2}{s^2 + \frac{b}{M}s + \frac{k}{M}}$$

Для оценки реакции датчика на единичное ступенчатое воздействие проведено моделирование в среде LabVIEW с использованием модуля Control Design [2]. Лицевая панель виртуального прибора приведена на рис. 2.

Если выбрать значения $\frac{b}{m} = 10$, $\frac{k}{m} = 30$, то время

переходного процесса датчика ускорения составит 1,6 секунды. Для уменьшения времени переходного процесса необходимо увеличить жесткость пружины и коэффициент трения, или уменьшить массу M .

Полученную модель можно использовать для оценки динамических характеристик датчиков при их конструировании.

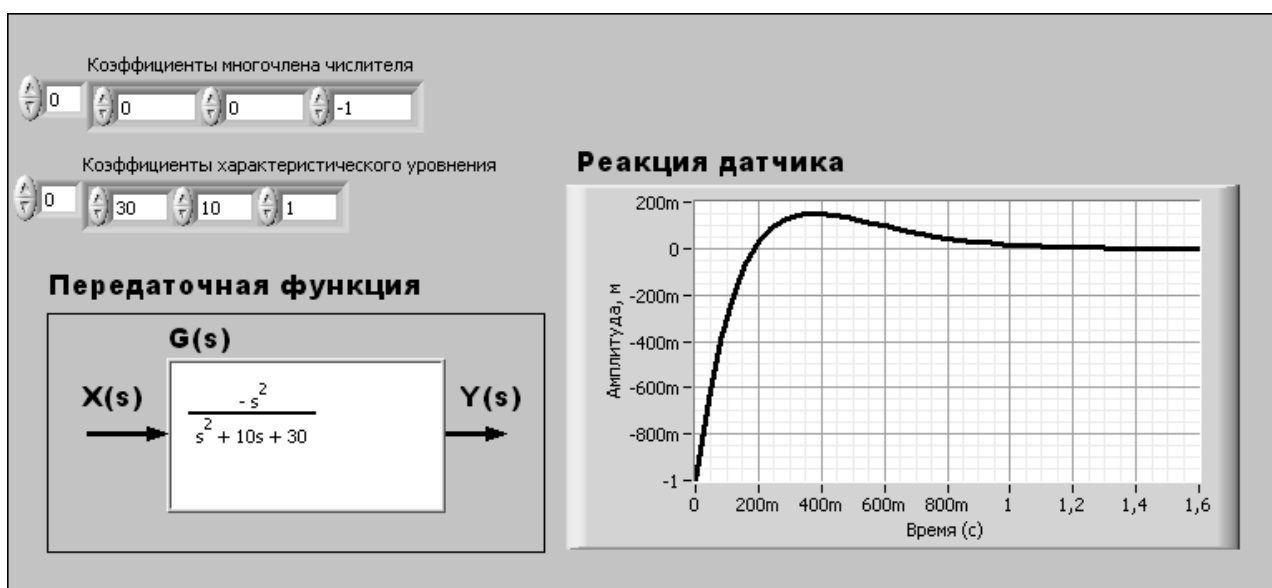


Рис. 2. Лицевая панель виртуального прибора

Библиографические ссылки

1. Дорф Р., Бишоп Р. *Современные системы управления / пер. с англ. Б. И. Копылова. М. : Лаборатория базовых знаний, 2004. 832 с. : ил.*

2. Жуков К. Г. *Модельное проектирование встраиваемых систем в LabVIEW. М. : ДМК Пресс, 2011. 688 с.*

© Ершова Н. Е., Сапичев В. В., Михайлов В. С., 2013

УДК 621.9.06.001

Ю. С. Завершинская, Ю. И. Тягуева
Научный руководитель – Л. В. Зверинцева
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ ИНСТРУМЕНТА ИЗ ПОЛИУРЕТАНА

В качестве инструмента при полировании внутренних поверхностей волноводов применяют полировальник, изготовленный из полиуретана с нанесенными алмазными зёрнами. Прямоугольные волноводы имеют различные размеры от 11×5,5 до 58×25... 61×10. Требуется изготовление инструмента, повторяющего профиль волновода для каждого размера. Для определения размеров инструмента требуется знать механические свойства.

Процесс полирования предполагает, что эластичный инструмент в виде стержня, повторяющего профиль сечения волновода и покрытый алмазными зёрнами, в процессе работы будет находиться в напряженно-деформированном состоянии. Для управления процессом полирования необходимо определить деформацию инструмента и его взаимодействие с поверхностью волновода под действием силы, при которой обеспечивается перемещение и давление на обрабатываемую поверхность.

Полиуретаны относятся к классу вязкоупругих сред. Это означает, что их механические свойства характеризуются сочетанием показателей, типичных как для упругих тел, так и для вязких жидкостей.

Эластичность полимеров проверяется на приборе Джонсона путем вдавливания шарика диаметром 1/8 дюйма под нагрузкой 1 кг в течение 15 с. Давление p по плоскости контакта при внедрении сферы в упругую плоскую поверхность распределяется по закону Герца [1]:

$$p = \frac{3}{2} \frac{P}{\pi a^3} \sqrt{a^2 - x^2}, \quad (1)$$

где P – общая нагрузка на сферу; a – площадка деформирования; x – расстояние от центра до площадки деформирования.

Максимальное давление $3P/(2\pi a^3)$ наблюдается в центре круга, а минимальное – на краю. Распределение давления по поверхности контакта имеет форму полуокружности. Упругое перемещение h в произвольной точке площадки деформирования определяется по формуле

$$h = \frac{3}{2} \frac{P}{a} \left(1 - \frac{x^2}{2a^2} \right) \frac{m^2 - 1}{m^2 E}, \quad (2)$$

где m – величина, обратная коэффициенту Пуассона; E – модуль упругости материала.

Различают четыре степени эластичности в зависимости от глубины лунки: высокую (0,15–0,18 мм); среднюю (0,12–0,15 мм); малую (0,08–0,12 мм); жесткую (0,06–0,08 мкм) [1].

Эластичность инструмента из полиуретана проверяли на приборе МИП 10 ГОСТ 17085–77 путем вдавливания шарика диаметром 5 мм под нагрузкой 5 кг течение 15 с.

Давление p по плоскости контакта, определенное по формуле (1) составляет

$$p = 0,8445 \text{ Н/мм}^2 = 0,8445 \text{ Па.}$$

Упругое перемещение h в произвольной точке площадки деформирования, определенное по формуле (2)

$$h = 12,2097/E. \quad (3)$$

Глубину лунки определяли после воздействия с помощью микроскопа МПБ – 2 с ценой деления 0,05 мм, увеличение $24\times$. В пересчете на нагрузку один килограмм и воздействие шарика диаметром 3,175 мм глубина лунки составляет 0,6...0,07 мм, что соответствует жесткой степени эластичности.

Зная среднее значение глубины лунки 0,065 мм, определим из (3) модуль упругости эластичного инструмента: $E = 1,884$ МПа.

На твердомере ТИР 100 измерили *твердость* эластичного инструмента на 5 образцах в трех точках, она составила 91...92 усл. единицы по Шору А.

На эластичную основу инструмента наносили алмазный порошок АСМ40/60 по разработанной технологии [2].

Абразивная способность порошка характеризуется слоем металла, снятого с образца в единицу времени. Эксплуатационные свойства инструмента определяют их режущими способностями и износостойкостью.

Показатель износостойкости для шлифовальной шкурки контролируют на приборе КЗШ конструкции ВНИИАШа истиранием шкурки о шкурку в течение 2 мин при нагрузке 49Н. Режущая способность проверяется на приборах МИ-2 и СПШ-1. Метод основан на определении массы снятого материала образцом шлифовальной шкурки.

В связи с отсутствием специального оборудования исследования проведены на модернизированном полировальном станке. На планшайбу станка наклеи-

вали алмазную полиуретановую пластину. В отверстия диска установили 2 образца, симметрично друг другу. Приспособление настроили, для чего отрегулировали прижим фланца и пружин к диску с образцами. После обработки в течение 1 мин, а затем 2 мин, взвешивали и измеряли шероховатость поверхности. Затем вновь приклеивали следующую пластину и действия повторяли необходимое количество раз.

На всех без исключения образцах наблюдалось снижение массы.

Эластичный алмазный инструмент для проверки водостойкости выдержали в воде в течение часа при температуре + 60 °С, после чего установили степень отделения алмазного зерна от основы. Остатков зерен не обнаружено следовательно, качество нанесения алмазных зерен удовлетворительное.

Проведенные испытания дают предварительные результаты только по количеству снимаемого слоя материала и качеству полученной поверхности без

воспроизведения реальных условий (по давлению, характеру нагружения, условиям смазки, скорости скольжения, температуры вблизи поверхности).

Выводы: Абразивный эластичный инструмент имеет модуль упругости $E=1,884$ МПа, твердость 91...92 усл. единицы по Шору А, эластичность – жесткую, обладает достаточной для полирования режущей способностью и износостойкостью.

Библиографические ссылки

1. Малкин А. Я., Аскадский А. А., Коврига В. В. Методы измерения механических свойств полимеров. М.: Химия, 1978. 330 с.

2. Зверинцева Л. В. Абразивное полирование эластичным инструментом. Теоретические и практические основы процесса // Издатель: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, Germany, 2012. 200 с.

© Завершинская Ю. С., Тягусева Ю. И., 2013

УДК 621.9.06.001

В. В. Зверинцев

Научный руководитель – С. К. Сысоев

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

УСТАНОВКА ДЛЯ ХОНИНГОВАНИЯ ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ВОЛНОВОДОВ

Спроектирована установка для хонингования внутренних поверхностей волноводов.

Волноводы служат направляющими системами для передачи энергии от передатчика в передающую антенну и от приемной антенны к радиопередатчику [1]. Для обеспечения заданного качества волноводов с шероховатостью 0,08...0,063 спроектирована установка (рис. 1).

Установка состоит из основания 1 и платформы 2, на которой закреплён волновод 3. Платформа 2 имеет возможность передавать продольную вибрацию относительно инструмента с частотой 60Гц посредством установленного вибратора 4. На втором основании 5 смонтирован гидроцилиндр 6 с гидравлической и пневматической системой, соединенных трубопрово-

дами. Вовнутрь инструмента 7 от цеховой сети через систему управления подается давление 0,2...0,6 МПа, вследствие чего полиуретановые мембраны 1 в каждой секции (рис.2) создают давление рабочей среды на внутренние стенки волновода. При перемещении инструмента вдоль волновода и под действием вибрации осуществляется взаимодействие активных абразивных зерен, за счет чего производится срезание микровыступов либо их деформирование, уменьшая исходную шероховатость.

Установка для хонингования волноводов находится в стадии проектирования.

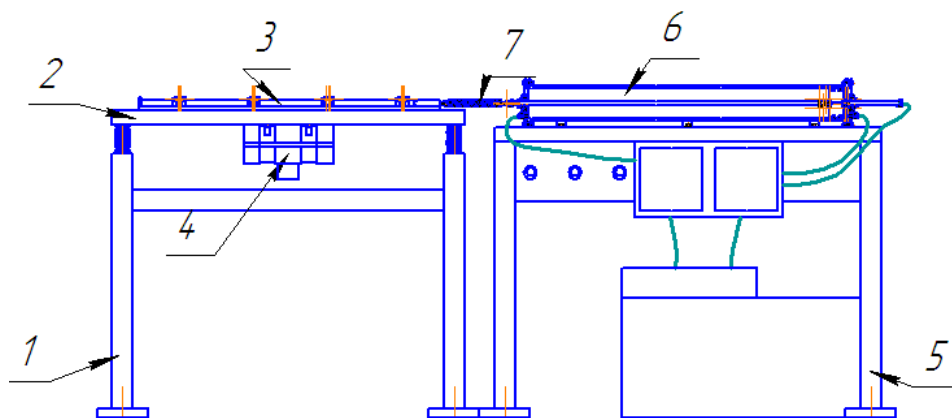


Рис. 1. Общий вид установки

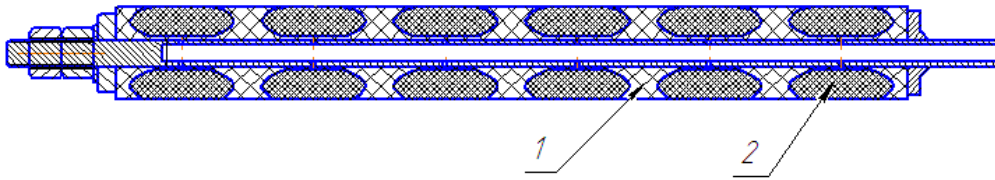


Рис. 2. Схема конструкции инструмента

Библиографическая ссылка

1. Зверинцева Л. В. Абразивное полирование эластичным инструментом. Германия: Академические публикации, 2012. 200 с.

© Зверинцев В. В., 2013

УДК 669.713.7

О. В. Иванова, О. Е. Саклакова
 Научный руководитель – Ю. А. Филиппов
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ ЗАХОЛАЖИВАНИЯ МЕТОДОМ БИО-ФУРЬЕ

Произведен анализ зависимости коэффициента теплопроводности, при криогенных испытаниях, используя метод Био-Фурье рассчитан период времени охлаждения и нагрева как для односторонних, так и для двухсторонних процессов.

Перенос энергии от более нагретых участков тела к менее нагретым осуществляется в результате теплового движения и взаимодействия составляющих его частиц. Это приводит к выравниванию температуры тела. Обычно количество переносимой энергии, определяемое как плотность теплового потока, пропорционально градиенту температуры – закон Фурье. Коэффициент пропорциональности называют коэффициентом теплопроводности. Закон Фурье применим для описания теплопроводности газов, жидкостей и твердых тел, различие будет только в коэффициентах теплопроводности. Основной закон теплопроводности, сформулированный Фурье в итоге анализа экспериментальных данных, устанавливает количественную связь между тепловым потоком и разностью температур в двух точках тела: количество переданной теплоты пропорционально градиенту температуры, времени и площади сечения, перпендикулярного к направлению распространения теплоты. По закону теплопроводности количество тепла, проходящее через единицу поверхности за единицу времени, пропорционально градиенту температуры в направлении, перпендикулярном поверхности.

Уравнение распространения тепла по закону Фурье, запишем в дифференциальной форме: $dQ = -\lambda \frac{dT}{dx} dS dt$ [1]. Так как тепловая энергия единичного объема газа равна $\rho C_p T$, то изменение тепловой энергии за единицу времени составит $\partial(\rho C_p T) / \partial t$. Тогда, уравнение теплового баланса, при условии направлении поток тепла вдоль оси x примет вид [2]

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \text{ при значении } a = \frac{\lambda}{\rho C_p}. \quad (1)$$

В уравнении теплопроводности (1), a -коэффициент температуропроводности. В трехмерной постановке задачи, уравнение (1) можно переписать с помощью оператора Лапласа $\Delta T / \partial t = a \Delta T$ [3; 4]. На самом деле, это уравнение не совсем правильное, так как предполагает бесконечную скорость распространения тепла, однако в большинстве приложений она дает хорошие результаты. Уравнение(1) относится к покоящейся жидкости. Если жидкость (или газ) движется, то в левой части уравнения (1) вместо частной производной следует ввести полную производную. При этом температура T меняется со временем не только из-за того, что в данной точке пространства имеет место такое изменение, но и из-за того, что при движении жидкости происходит смещение данного объема жидкости, и на его место приходит другой объем жидкости с другой температурой. Таким образом,

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial T}{\partial x} + (v \nabla) T = a \Delta T, \quad (2)$$

где Δ – физический параметр, называемый коэффициентом теплопроводности.

По закону Био-Фурье плотность теплового потока пропорциональна градиенту температуры:

Связь между изменениями температуры в пространстве и во времени устанавливается на основе первого закона термодинамики и закона Био-Фурье и выражается дифференциальным уравнением теплопроводности. Для расчета конкретных процессов теплопроводности к дифференциальному уравнению

присоединяют условия однозначности, включающие [5; 6]:

а) геометрические условия, которые задают геометрическую форму и размеры тела;

б) физические условия, которые задают значения физических параметров a , Δ и закон распределения в пространстве и изменения во время производительности источников тепла;

в) начальные условия, которые задают распределение температуры внутри тела в начальный момент времени;

г) граничные условия, которые задают распределение.

Рассмотрим пластину толщиной 20 мм. В начальный момент ($T = 0$) температура в пластине распределена равномерно и равна $t = t_0 = \text{const}$.

Изменение температуры происходит только в одном направлении X , то есть в пространстве задача является одномерной и дифференциальное уравнение (2) принимает вид охлаждения пластины происходит в среде с постоянной температурой $t_{\text{ср}} = \text{const}$. На обеих поверхностях отвод тепла осуществляется при одинаковом коэффициенте теплоотдачи $q = \text{const}$ во всем промежутке времени. Отсчет температуры пластины для любого времени будем вести от температуры окружающей среды. Внутри стенки линии изменения температур располагаются симметрично. Характер этих кривых показывает, что наиболее интенсивно процесс изменения температуры стенки протекает в начальный период охлаждения, в течение которого стенка теряет наибольшее количество тепла через большой температурный напор. Изменение температуры внутри стенки отстает от изменения температуры на ее поверхности, причем это отставание тем значительнее, чем больше термосопротивление – критерий Био (Bi), коэффициент теплоотдачи q и чем толще стенка.

Рассмотренные явления можно применять как для анализа процесса охлаждения, так и процесса нагрева, а также для двустороннего и одностороннего процессов изменения термодинамического состояния объекта. Задача определения времени, необходимого для прогрева тела до заданной температуры, также просто решается графическим методом. Для этого сначала нужно рассчитать значение критерия Био (Bi) по известной температуре на поверхности или внутри тела, и с помощью соответствующего графика зависимости критерия Био от температуры определить числовое значение критерия Фурье Fo , а по нему – и необходимо время t термодинамического процесса.

Библиографические ссылки

1. Краев М. В. Введение в холодильную и криогенную технику : учеб. пособие. СибГАУ. Красноярск, 2002. 196 с.
2. Moffat R., Anderson A. M. Применение данных о коэффициенте теплоотдачи при расчете охлаждения электронных устройств. ASME. Современное машиностроение. А, № 5-91. С. 1–11.
3. Микулин Е. И. Криогенная техника. М. : Машиностроение, 1969. 272 с.
4. Островский А. С. Моделирование химико-технологических процессов как объектов управления : Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2008. 47 с.
5. Баскаков А. П. Теплотехника : учебник для вузов. М. : Энергоатомиздат, 1991. 224 с.
6. Kakac S, Cotta R. M., Li W. Нестационарная вынужденная конвекция при ламинарном течении в каналах с периодическим изменением температуры на входе. AMSE. Современное машиностроение, А, № 5-91. С. 54–62.

© Иванова О. В., Саклакова О. Е., 2013

УДК 620.178.16.05

Д. А. Карабарин

Научный руководитель – Г. Ф. Тарасов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

КРИТЕРИИ АБРАЗИВНОЙ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ МАТЕРИАЛОВ

Особое место в ряду проблем выбора износостойких материалов занимает проблема обеспечения требуемой износостойкости деталей машин, подвергающихся абразивному изнашиванию при низких температурах. Специфика изнашивания материалов абразивными частицами при низких температурах состоит, прежде всего, в изменении схемы напряженно-деформируемого состояния их поверхностных слоев. Обусловлено это изменением физико-механических свойств материалов при понижении температуры, и прежде всего, ухудшением из пластических свойств, что ведет к перераспределению объемов материала удаляемого при однократном взаимодействии абра-

зивных частиц (микрорезании) и многократном (усталостном) разрушении.

В процессе лабораторных испытаний материалов на изнашивание необходимо соблюдение как минимум двух обязательных условий: соответствие лабораторной схемы испытаний на изнашивание схеме изнашивания детали в реальных условиях ее работы в механизме; достоверность оценки износостойкости испытуемых материалов и возможность сопоставления материалов по износостойкости, отличающихся между собой по химическому составу и структуре (металлических и неметаллических материалов различных классов). Результаты испытаний на изнаши-

вание при различных схемах взаимодействия материала и абразива можно сопоставлять по характеру изменения износостойкости в зависимости от исследуемого фактора (конструктивные, технологические и т. д.). Единого количественного критерия оценки износостойкости материалов до настоящего времени не существует. Например, оценка величины износа по потере массы материала не позволяет сравнивать износостойкости различных материалов, поскольку они могут иметь разные плотности.

Существующие в настоящее время способы измерения износа подразделяются на интегральные и локальные. Каждый из этих способов подразделяется на две группы. В первую группу входят: методы определения износа по потере массы (веса); оценка износа по количеству металлических частиц в работавшем смазочном масле (определяется путем химического, спектрального активационного и сцинтилляционного анализа); оценка износа по интенсивности излучения продуктов износа, отделяющихся от активированных деталей.

Во вторую группу входят следующие способы оценки износа: методы микрометрирования; методы профилографирования; измерение местной поверхностной активности (радиоактивные индикаторы); метод искусственных баз (вырезанных лунок).

Практически все интегральные способы оценки величины износа являются косвенными. Так для выявления изменений линейного размера, в результате износа, чаще всего прибегают к перерасчету его по потере массы (веса) детали (испытуемого образца), причем перерасчет ведется, как правило, на некоторую среднюю линейную величину. Такой способ определения износа используется в большинстве исследований, в том числе в работах [1; 2]. Другие способы определения интегрального и местного износа имеют существенные ограничения. Например, при микрометрировании износа втулки по диаметру измерения ведут в нескольких местах, но остается невыясненным вопросом о контроле износа в наиболее напряженных местах зеркала втулки, так как эти места не всегда можно установить. Это очень важный вопрос при оценке износа, поскольку сам процесс изнашивания в силу механических, тепловых и силовых неравномерностей протекает не одинаково по поверхности трения. При повторном микрометрировании довольно трудно (практически невозможно) добиться совпадения точек, в которых уже проводились измерения. Аналогичная картина наблюдается и при профилографировании. Отмеченных недостатков лишен способ искусственных баз (вырезанных лунок). Сущность способа вырезанных лунок для определения износа состоит в следующем.

В намеченном месте поверхности трения детали алмазным резцом вырезается удлиненная лунка, дно которой очерчено по радиусу, описываемому вершиной резца. Лунка вырезается длиной до начала изнашивания сопряжения. По наружной поверхности определяют высоту лунки. Расчет высоты ведут по формуле. После заданного цикла испытаний, т. е. заданного периода времени работы сопряжения определяют глубину той же лунки, относительно вновь образо-

ванной поверхности по той же формуле. Величина износа Δh равна разности глубин лунок до, и после изнашивания.

Опыт применения метода вырезанных лунок для определения величины износа показал, что он приемлем только для сопряжений двух металлических поверхностей. Расположив много лунок в соответствующем порядке можно получить точную картину распределения износа или эпюру износа по поверхностям трения сопрягаемых деталей. Однако этот метод невозможно применить для оценки абразивного изнашивания, поскольку абразивные частицы разрушают края лунок и его дно, что не позволит точно определить величины износа.

Абразивное изнашивание в условиях низких температур протекает более сложно, в сравнении с изнашиванием при нормальной (плюс 20 °С) температуре. Кроме того, при понижении температуры изменяются свойства абразивных материалов. Это значит, что при низких температурах появляется дополнительный фактор, влияющий на износостойкость материала. Поэтому, для оценки износостойкости материалов при низких температурах должен быть критерий, отвечающий ряду требований:

оценка износостойкости должна производиться по безразмерному показателю;

его изменение должно быть относительно какой-то постоянной величины, например, относительно износа эталона;

эталонный материал для определения относительного критерия не должен изменять своих физико-механических свойств в исследуемом интервале температур и учитывать изменение изнашивающей способности абразивного материала при низких температурах.

В качестве такого критерия в данной работе использовалась относительная износостойкость – это отношение объема изношенного материала эталона к объему изношенного материала испытуемого образца.

Объем изношенного материала эталона и образца определялся путем пересчета потери массы испытуемого материала и эталона с учетом их плотности. Для определения плотности стальной использовался метод гидростатического взвешивания, которое проводилось на аналитических лабораторных весах ВЛА – 200 г-М. Точность взвешивания составляла $\pm 0,1$ мг. Объем материала определялся как разность его массы на воздухе и в жидкости с известной плотностью. В данной работе в качестве жидкости использовалась дистиллированная вода. Затем расчет производился по специальной формуле.

Библиографические ссылки

1. Беркович Е. С. Развитие способа измерения износа деталей машин методом искусственных баз // Теоретические и прикладные задачи трения, износа и смазки машин. М. : Наука, 1982. С. 198–210.
2. Браун Э. Д. и др. Критерии для оценки долговечности элементов трибосопряжений // Трение и износ. 1998. № 5.

Д. А. Карабарин
 Научный руководитель – Г. Ф. Тарасов
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ТЕРМИЧЕСКОЕ УПРОЧНЕНИЕ СТАЛЕЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ АБРАЗИВНОЙ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ

Рассматриваются вопросы влияния термической обработки инструментальных сталей на их износостойкость при низких температурах. Анализируются процессы, происходящие в зоне контакта абразива и материала.

Существует большое разнообразие способов повышения износостойкости материалов различных деталей машин [1; 2]. Все эти способы можно разделить на три группы: конструктивные, технологические и комбинированные. Область применения каждого из них определяется конкретными условиями работы детали, для которой необходимо произвести повышение износостойкости.

Наиболее широкое применение нашли технологические способы повышения износостойкости (термическая обработка, нанесение защитных покрытий, и др.) позволяющие варьировать свойствами изнашивающихся деталей в широком диапазоне [3]. Именно эти способы наиболее часто используются для повышения износостойкости. Термическая обработка позволяет в широком диапазоне варьировать физико-механическими свойствами материалов и их структурой, при которых можно получить оптимальную износостойкость материала для заданных условий работы детали. В зависимости от вида фрикционного контакта, характеризующего определенный вид изнашивания (абразивное, механическое при контакте двух металлических поверхностей и др.) упрочняющую термическую обработку проводят или поверхностную, или объемную. Поверхностную термическую обработку можно проводить для деталей сопряжений, величина износа которых соизмерима с глубиной поверхностного упрочнения (1,5–2,0 мм). В основном это виды изнашивания при взаимодействии двух металлических поверхностей. При абразивном изнашивании поверхностная термическая обработка не применяется, поскольку величины износа превышают величину упрочненного слоя при поверхностной термической обработке. Например, износ рабочих органов землеройных машин составляет в некоторых случаях десятки миллиметров. В связи с этим для деталей машин, подвергающихся абразивному изнашиванию, применяют только объемную термическую обработку.

Воздействие низких температур на износостойкость сталей проявляется, главным образом, через изменение механических свойств: твердости, прочности, вязкости и т. д. Ухудшение пластических свойств сталей при низких температурах способствует переходу от вязкого разрушения материала к хрупкому. Происходит переход от изнашивания материала путем пластического передеформирования к увеличению доли микрорезания и хрупкого скалывания. Безусловно, это вызывает изменение интенсивности раз-

рушения поверхности материала, контактирующего с абразивными частицами. Характер закономерностей и количественная величина интенсивности изнашивания полностью определяются механическими свойствами материала, зависящими от его структуры, и степенью влияния низких температур на эти свойства.

Анализ полученных результатов показывает, что во всем исследованном интервале температур наибольшая износостойкость стали Х6ВФ достигается после ее отпуска при температуре 200 °С ($t_{\text{зак}} = 1000$ °С). Отпуск стали при температурах 200–250 °С снижает твердость стали незначительно, вследствие уменьшения степени тетрагональности решетки мартенсита и образования ϵ – карбида, имеющего ориентационное соответствие с мартенситом и более высокое содержание углерода. Дальнейший нагрев стали для отпуска способствует превращению ϵ – карбида в цементит. Кроме того, при более температурах отпуска 300–400 °С происходит коагуляция образовавшихся зерен цементита. При температуре 400 °С происходит частичное укрупнение карбидов, что вызывает более легкое их выкрашивание под действием частиц абразива. Результатом укрупнения карбидов является неравномерность их распределения в матрице, снижение твердости и износостойкости во всем исследованном интервале температур.

Для стали Х8М2Ф желательна термическая обработка при повышенных температурах заковки и отпуска. После заковки с температуры 1125 °С и отпуска при повышенных температурах (500–600 °С) эта сталь оказалась наиболее износостойкой из всех исследованных. При одинаковой температуре отпуска (500 °С) повышение температуры нагрева под заковку с 1025 до 1125 °С способствует росту износостойкости на 30–40 %. Такая тенденция сохраняется во всем исследованном интервале температур испытаний (плюс 20 – минус 60 °С).

Анализ результатов исследований показывает, что положительный эффект от повышенного нагрева стали Х8М2Ф обусловлен наличием в этой стали молибдена (1,9 %), который выполняет функции сдерживания роста зерен аустенита при нагреве под заковку и отпуск. Это позволяет повысить температуру нагрева, при которой наиболее полно происходят структурные преобразования. После заковки с температуры 1125 °С и отпуска при температурах 550 – 600 °С в стали сочетаются одновременно: высокая твердость (58–60 HRC), прочность ($\sigma_{\text{изг}} = 2\,260\text{--}2\,870$ МПа) и ударная вязкость $[(450\text{--}600) \cdot 10^5 \text{ Дж/м}^2]$. Структура стали, после такой

термической обработки характеризуется высокой дисперсностью и равномерностью распределения карбидов в матрице.

Роль структуры материала, как одного из основных факторов, определяющего способность материала сопротивляться изнашиванию, очевидна, из сопоставления различных режимов термической обработки стали Х8М2Ф, позволяющих получить одинаковые механические свойства. После отпуска при 450 °С ($t_{\text{зак}} = 1\ 025\ \text{°C}$) и 600 °С ($t_{\text{зак}} = 1\ 125\ \text{°C}$), обладая практически одинаковой твердостью (60–61 HRC), прочностью ($\sigma_{\text{изг.}} = 2\ 820$ и $2\ 870$ МПа) и незначительно отличаясь по ударной вязкости [$(a_{\text{ч}} = 870$ и $600) \cdot 10^5$ Дж/м² соответственно] различие по износостойкости стали Х8М2Ф (при указанных режимах термической обработки) составляет 40–50 %. При этом следует заметить, что после отпуска при температуре 450 °С сталь Х8М2Ф имеет несколько меньшую микротвердость (10–15 %). Это значит, что микротвердость, являясь структурным параметром, в определенной степени влияет на способность материала противостоять разрушительному воздействию частиц абразива.

Существенное влияние на износостойкость сталей оказывает карбидная фаза. При встрече с карбидом абразивная частица (вследствие их соизмеримости по твердости), утрачивает способность дальнейшего эффективного воздействия на изнашиваемую поверхность, вследствие ее затупления, а возможно и частичного разрушения. Следовательно, износостойкость карбидсодержащих сталей должна быть выше сталей без карбидной фазы. Однако, как показали выполненные исследования, наличие карбидной фазы эффективно только в случае, когда карбиды по своему составу однородны и равномерно распределены в матрице. Понижение температуры оказывает влияние на количественную составляющую процесса изнашивания. Так

при температуре плюс 20 °С износостойкость повышается на 35–40 %, а при температуре минус 60 °С увеличение содержания карбидов в стали Х8М2Ф до 13,0 % повышает износостойкость на 20–22 %.

Выполненные исследования показали, что, несмотря на снижение, износостойкость инструментальных сталей в диапазоне температур плюс 20 – минус 60 °С остается на достаточно высоком уровне по сравнению с углеродистыми и легированными конструкционными сталями. Однако, высокая хрупкость инструментальных сталей и ее высокая стоимость не позволяют применять их для повышения износостойкости деталей машин путем замены материала. Поэтому в процессе исследований был разработан способ повышения износостойкости путем сочетания конструкционного и технологического. Сущность способа заключается в армировании изнашиваемой поверхности детали специальными вставками, изготовленными из высокоизносостойких инструментальных сталей.

Библиографические ссылки

1. Кульков С. Н. и др. Трансформационно-упрочненные композиты повышенной износостойкости для узлов трения // Трение, износ, смазка. Вып. 11. Т. 3. 2001. № 4. С. 21–25.
2. Погодаев Л. И., Кузьмин В. Н., Дудко П. П. Повышение надежности трибосопряжений. М. : Ягелло. 2001. 304 с.
3. Нахимович Е. Комплексный подход к решению задач по повышению долговечности и износостойкости материалов и деталей машин // Трение, износ, смазка. Вып. 19. Т. 5. 2003. № 4. С. 61–64.

© Карабарин Д. А., 2013

УДК 621.9.06.001

И. Ю. Квятковский, И. А. Пахомов
 Научный руководитель – Л. В. Зверинцева
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ГИБКИ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ВОЛНОВОДОВ

Одной из важнейших систем космического аппарата, от которой во многом зависит качество передаваемой информации, является волноводно-распределительная система, которая служит для передачи информации между антеннами космического аппарата и блоками его бортовой системы связи. Для различных типов космических аппаратов вид волноводно-распределительной системы будет отличаться размерами, числом и конфигурацией составляющих ее волноводно-распределительной системы отдельных элементов.

Конструкция волноводно-распределительной системы космического аппарата связи состоит из прямых и изогнутых тонкостенных элементов прямоугольного поперечного сечения, соединительных муфт и фланцев, а так же гибкой секции, соединенных между собой посредством пайки [1].

С целью обеспечения прочностных и улучшенных функционально-эксплуатационных характеристик конструкции волноводно-распределительной системы

необходимо в течение всего срока активного существования обеспечить прочность каждого ее элемента на всех этапах жизненного цикла: при изготовлении, монтаже и эксплуатации.

Волноводы выполняют из медных, латунных, алюминиевых и бронзовых труб. Для повышения коэффициента полезного действия волновода внутреннюю поверхность труб иногда покрывают тонким слоем серебра, а в некоторых случаях – золота. Волноводы

изготавливают секциями длиной 4–6 м и снабжают по концам литыми или штампованными фланцами с отверстиями для соединительных болтов и центрирующими направляющими штифтами и отверстиями для них, без которых нельзя обеспечить требуемую точность совпадения сечений волновода. Наиболее широко используют латунь, так как она хорошо поддается обработке и пайке и имеет сравнительно малые электрические потери. Там, где затухание не играет особой роли, применяют трубы из нержавеющей стали.

Наиболее ответственным и сложным является этап гибки прямого элемента, на котором возникают пластические деформации, приводящие к изменению прямолинейной формы заготовки на изогнутую.

В настоящее время существует много методов для получения гнутых деталей труб:

- а) гибка наматыванием на вращающийся копир;
- б) гибка тремя роликами;
- в) гибка проталкиванием через ролики;
- г) гибка проталкиванием через канал матрицы;
- д) гибка в штампах;
- е) гидростатическая гибка – формовкой.

Применительно к трубам прямоугольного сечения наибольшее внимание заслуживает схема гибки с проталкиванием через канал в разъемной матрице. Такая схема наиболее просто реализуется в условиях мелкосерийного и серийного производства. В остальных случаях технология применяется только к трубам круглого сечения, либо предполагает создание сложного инструмента, что не всегда целесообразно.

В практическом производстве используют различные методы изготовления гнутых трубчатых деталей. Если требуется изготовить большое количество гнутых трубчатых деталей высокого качества, то следует использовать специальные машины для гибки. Если требуется изготовить небольшое количество труб большой длины, то можно воспользоваться простыми инструментами для гибки.

При применении этих методов степень деформации гибки труб ограничивается определенными пределами. Относительный радиус гибки больше или равен одному – полутора диаметрам для круглого сечения:

$$r \geq 1 \sim 1,5d,$$

Аналогично для прямоугольных труб:

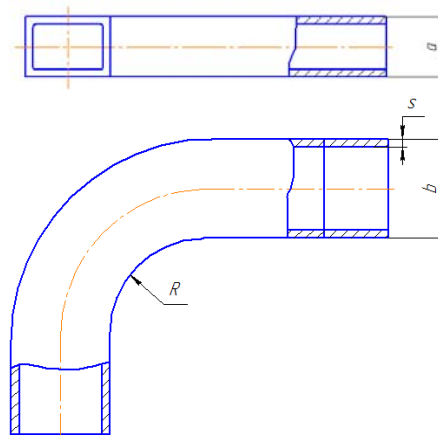
$$r \geq 1 \sim 1,5a \text{ или } r \geq 1 \sim 1,5b,$$

где a и b – стороны прямоугольного волновода, в зависимости отгиба по меньшей или большей стороне.

В другом случае в изогнутых трубах возникают следующие дефекты [2]:

- а) утонение и разрушение стенки внешней стороны трубы;
- б) увеличение толщины и локальная потеря устойчивости (гофрирование);
- в) искажение поперечного сечения трубы в зоне гибки и т. д.

Радиус гибки трубопровода волновода желательно делать предельно малым. Поэтому исследование новых методов гибки труб, особенно прямоугольного сечения, для получения малого радиуса гибки является очень актуальным. Гибка труб прямоугольного сечения наиболее сложный технологический процесс из-за частой потери устойчивости на внутреннем и боковых элементах трубы.



Фрагмент гнутого прямоугольного волновода

Библиографические ссылки

1. Овсянников С. В. Особенности технологии изготовления изогнутых элементов волноводно-распределительных систем // Молодежь и наука : сб. материалов VII Всерос. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, посвящ. 50-летию первого полета человека в космос [Электронный ресурс]. Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. URL: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2011/section19.html>.

2. Сяо Сяотин. Совершенствование технологии гибки труб прямоугольного сечения проталкиванием : дис. ... канд. техн. наук. М., 2004. 178 с.

© Квятковский И. Ю., Пахомов И. А., 2013

УДК 621.9.06:534.01

А. В. Котов, Ю. В. Метелкин
 Научный руководитель – Ю. А. Филиппов
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

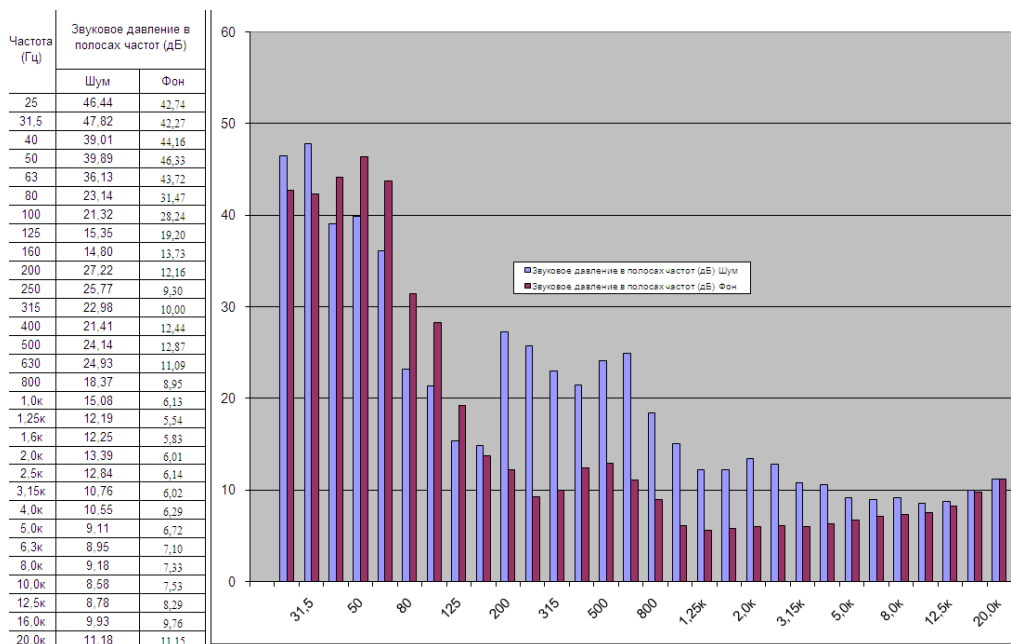
АНАЛИЗ ШУМА ХОЛОДИЛЬНОГО ПРИБОРА В ПРОЦЕССЕ РАБОТЫ

В ходе работы было получено значение скорректированного уровня звуковой мощности в заданных точках. А также зависимость скорректированного уровня звуковой мощности от рабочего состояния холодильника и режимов работы.

Создание конкурентоспособной бытовой техники, отвечающей самым высоким мировым требованиям, немислимо без глубокой проработки вопросов эффективности, функционального назначения, экономичности, безопасности и комфортности. Важнейшая социальная функция, для которой предназначены электробытовые приборы (и которые ее с успехом выполняют) находится в существенной зависимости от реализации всех вышеназванных факторов в каждом изделии. В соответствии с постановлением Российской Федерации от 31.12.2009 № 1222, среди параметров электробытовых приборов, характеризующих безопасность и комфортность изделия, следует выделить уровень воспроизводимого ими шума и вибрационные характеристики. Эти факторы оказывают не только раздражающие действия, но еще и вредное воздействие на здоровье человека. Многочисленные исследования, проведенные в нашей стране и за рубежом, о выяснении вредного влияния шумов и вибраций различного происхождения на организм человека, наглядно подтверждают огромную важность и необходимость снижения производимого ими отрицательного эффекта. Именно в этом свете

оправданы и высокие требования, предъявляемые к разработчикам бытовой техники и затраты, направленные на решение этих проблем.

В настоящее время источником шума в бытовых холодильных приборах является мотор-компрессор, вентилятор, циркулирующий хладон и контактная система термостата. Существуют два важных параметра оценки шума: уровень мощности звука (шума) и уровень звукового давления [1]. Уровень мощности звука не зависит от особенностей помещения, в котором установлен холодильный прибор, а представляет собой постоянную величину, связанную с техническими параметрами оборудования. Поэтому, величины уровня мощности звука удобно использовать при сравнении акустических характеристик различных приборов. Уровень давления звука является переменной величиной и зависит от большого числа различных внешних факторов, а также от условий измерения. В первую очередь, на величину звукового давления влияет расстояние до оборудования и наличие отражающих поверхностей. Допустимые уровни звукового давления для помещений различного назначения определены санитарными нормами.



№ измерительной точки	Звуковое давление в измерительных точках (дБ)						Величина виброскорости м/с			Корректированный уровень звуковой мощности холодильника (дБА)
	1	2	3	4	5	6	Номера точек			
холодильника	48,11	46,53	47,00	39,20	42,94	57,67				39,84
Уровня фона	44,58	45,36	45,92	45,15	57,81	46,49	1	2	3	
дата испытания	Средний скорректированный уровень фона (дБА)						23,45			
14.02.2013										

Значение скорректированного уровня звуковой мощности холодильника

В технической документации шумовые характеристики оборудования, должны быть представлены в виде скорректированного уровня звуковой мощности в дБ (А), измеренного на расстоянии 1 м от источника. Проблемы снижения шума легче всего решаются на стадии проектирования машин. В числе общих мероприятий, которые необходимо проработать при этом, можно выделить следующие:

- выбор таких способов и средств достижения поставленной перед механизмом задачи, которые создавали бы минимальные шум и вибрацию;

- проектирование малошумных механизмов с пониженной виброактивностью;

- рациональное размещение шумящих объектов.

В машиностроении применяется большое количество разнообразных методик испытаний бытовых холодильных приборов. Поэтому возникает необходимость создания единой методики испытаний, отвечающей потребностям предприятия. В связи с этим, для изучения вопроса проведены экспериментальные исследования.

Предметом исследования является изучение скорректированного уровня звуковой мощности холодильника «Бирюса 129К» с мотор-компрессором АСС. Измерение параметров скорректированного уровня звуковой мощности проводилось на оборудовании Larson&Davis 2800. Проведена серия первичных экспериментов в испытательной лаборатории бытовой электротехники ОАО «КЗХ «Бирюса».

По ГОСТ Р 51402–99 для измерения уровней звуковой мощности источников шума по звуковому давлению назначают характерные точки на расстоянии 1 метра от изделия [2].

Корректированный уровень звуковой мощности L_{WA} , дБА, рассчитывают по формуле

$$L_{WA} = \overline{L_{pfa}} + 10 \lg S,$$

где L_{pfa} – средний на измерительной поверхности уровень звука, дБА, с учетом коррекции на фоновый шум и акустические условия окружающей среды; S – площадь измерительной поверхности, м².

Исследования показали, что значение скорректированного уровня звуковой мощности зависит от рабочего состояния холодильника и режимов работы. Осциллограммы звукового давления фона камеры и шума холодильника в процессе испытания имеют схожую форму, что говорит о влиянии фона камеры на испытания. Исходя из этого, можно сделать вывод о влиянии фона камеры на погрешность измерения. Вследствие чего необходимы дополнительные испытания для определения погрешности измерения фона влияющей на результат.

Библиографические ссылки

1. ГОСТ 31273-2003. Шум машин. Определение уровней звуковой мощности по звуковому давлению. Точные методы для заглушенных камер.

2. ГОСТ Р 51402–99. Ориентировочный метод. Шум машин. Определение уровней звуковой мощности источников шума по звуковому давлению.

© Котов А. В., Метелкин Ю. В., 2013

УДК 65.012.23

А. С. Лукьянов, О. В. Иванова, А. В. Скрипка, Н. Ф. Янковская
 Научный руководитель – Ю. А. Филиппов
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ДАВЛЕНИЕ ГАЗА В ВОСХОДЯЩЕМ ПУЗЫРЬКЕ ПРИ ПОГРУЖНЫХ ИСПЫТАНИЯХ СБОРОК АГРЕГАТОВ КА

Приведены результаты испытаний узлов космических аппаратов пузырьковым методом контроля герметизации с заданными условиями в криостате.

Увеличение сроков службы ракетно-космической техники повлияло на изменение технологических процессов их производства, в частности на технологические и контрольные испытания изделий.

Для того чтобы КА отрабатывали свой срок активного существования и даже больше, необходимо быть уверенными в их надежности. С этой целью проводятся типовые испытания в лабораторных условиях, которые имитируют условия космического пространства, низкие температуры при отработке отдельных режимов функционирования служебных агрегатов.

В технологическом процессе испытания узлов космических аппаратов, находящихся под внутренним рабочем давлением методом пролива жидким азотом при температуре –173 °С возникают явления выхода пузырька. Сущность пузырькового метода

контроля герметичности заключается в регистрации локальных утечек в объекте испытания [1]. Причиной этого физического явления служит потеря герметизации в соединениях вследствие разнородных коэффициентов линейного сжатия при низких температурах и не корректной сборки механизма. Кроме того, заметное влияние оказывает точность размеров контактных пар и усилие затяжки деталей в механизме.

Из курса общей физики известно, сопротивление газа в восходящем в пузырьке состоит из атмосферного – H и добавочного сопротивления – p . По экспериментам и наблюдениям радиус пузырька R составил от 3 до 4 мм.

Функция добавочного давления можно записать в виде [2]:

$$p = 2a / R,$$

где a – коэффициент сцепления: для воды – $73 \cdot 10^{-5}$, ртути – $540 \cdot 10^{-5}$, глицерина – $65 \cdot 10^{-5}$, эфира – $1 \cdot 10^{-5}$ Н/см.

Нами для статистического анализа значение коэффициента сцепления принято $a=69 \cdot 10^{-5}$ Н/см, тогда

$$p = 2(69 \cdot 10^{-5} / 0,35 \cdot 10^2) / 2 = 24,15 \cdot 10^{-7} \text{ Н/мм}^2 = 2,41 \cdot 10^{-6} \text{ МПа.}$$

Тогда общее давление в пузырьке

$$p = H + p = 0,1 + 0,000\,002\,41 = 0,100\,002\,41 \text{ МПа.}$$

Незначительное избыточное давление подтверждает малую скорость подъема пузырька в криостате. Следует отметить, наблюдения проводились с использованием

пользования мерной трубки, позволяющей регистрировать кинематические параметры пузырька. Наблюдение показали, что испытуемый агрегат КА требует технологического анализа на контактную жесткость.

Библиографические ссылки

1. *Неразрушающий контроль : справ. : в 7 т. / под ред. В. В. Клюева. М. : Машиностроение, 2003. Т. 2. Кн. 1: Контроль герметичности.*
2. *Фриш С. Э., Тиморева А. В. Курс общей физики : в 3 т. 10-е изд. М., 2008.*

© Лукьянов А. С., Иванова О. В., Скрипка А. В., Янковская Н. Ф., 2013

УДК 621.9.06

В. В. Макеев, С. Ю. Сыроежко, К. Е. Жилина
 Научный руководитель – Е. В. Раменская
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЖЕСТКОСТИ РАДИАЛЬНО-УПОРНЫХ ПОДШИПНИКОВ В LABVIEW

Представлены результаты моделирования радиальной и осевой жесткости радиально-упорных подшипников шпиндельных сборок металлорежущих станков в программе LabVIEW.

Точность обработки деталей на металлорежущих станках до 55 % зависит от жесткости шпинделя, до 35 % – от жесткости комплекта подшипников передней опоры и до 10 % – от жесткости задней опоры. Подшипники скольжения по сравнению с подшипниками качения обеспечивают более высокую точность вращения, но при этом нуждаются в специальных системах подготовки и подачи масла и воздуха. Более

95 % станков изготавливают со шпиндельными сборками на подшипниках качения [1]. Радиально-упорные шарикоподшипники используются как опоры шпиндельных сборок металлорежущих станков. В процессе исследования выполнен анализ радиальной и осевой жесткости шарикоподшипников. Алгоритм проработки задачи представлен на рис. 1 [2].

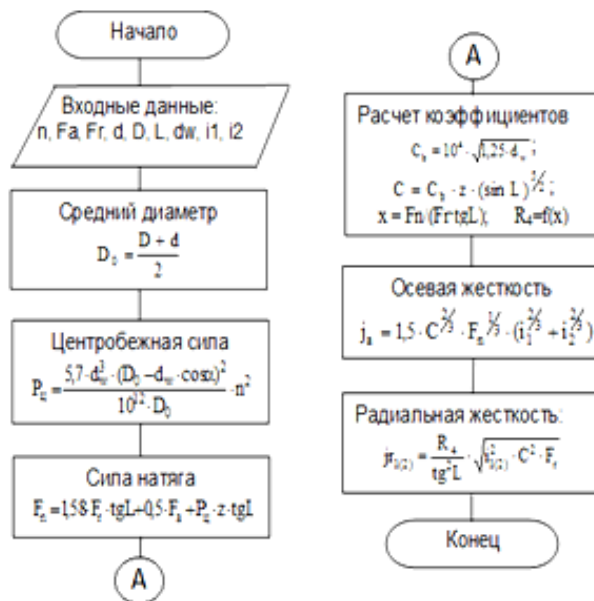


Рис. 1. Структурная модель анализа радиальной и осевой жесткости шарикоподшипников

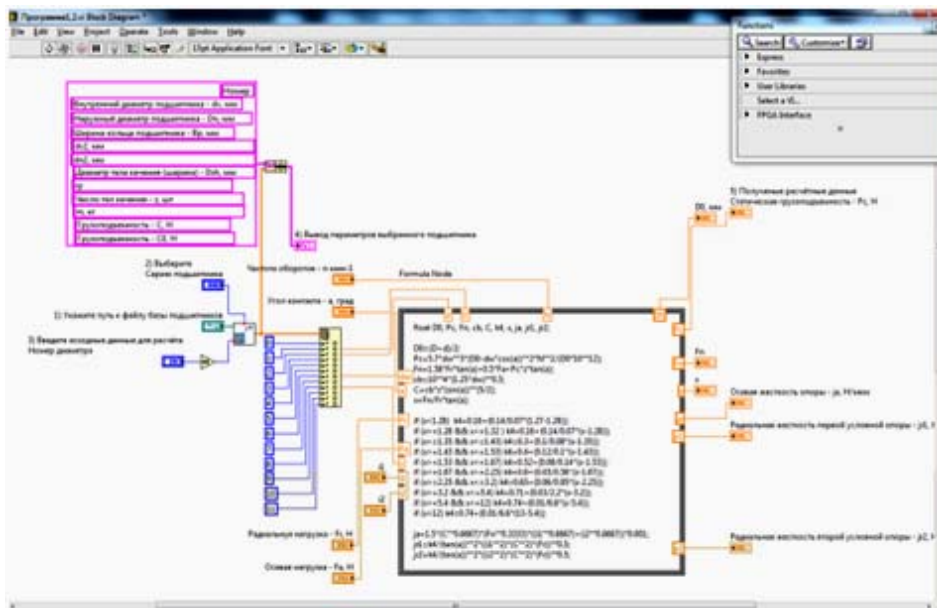


Рис. 2. Блок-диаграмма программы расчета жесткости шарикоподшипников

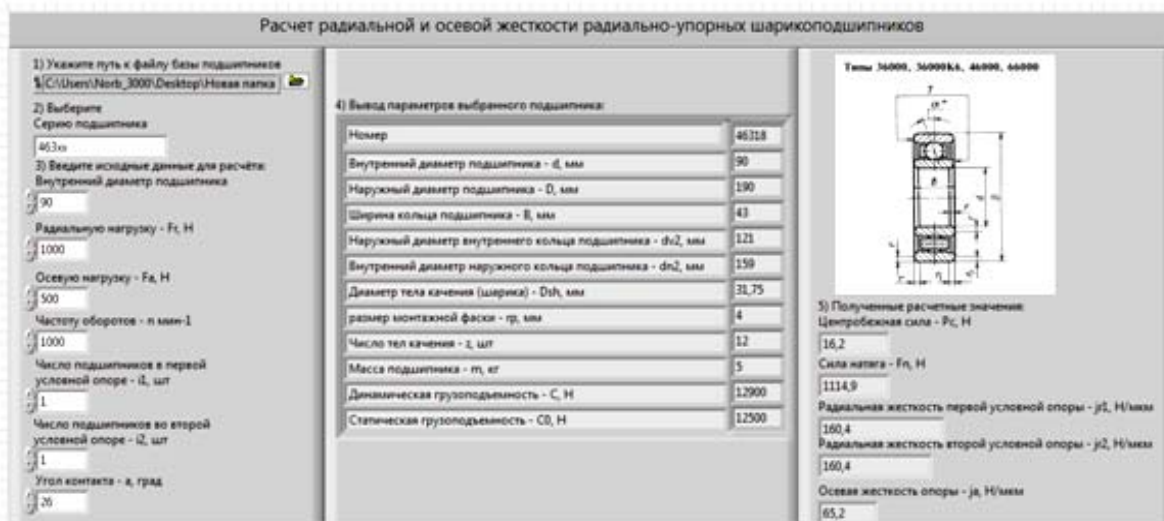


Рис. 3. Лицевая панель расчета жесткости шарикоподшипников

Для автоматизации процесса синтеза использовалось программное обеспечение фирмы National Instruments – LabVIEW. Блок-диаграмма программы анализа жесткости радиально-упорных шарикоподшипников, содержит формульный узел и операторы ввода и вывода данных (рис. 2). Программа работает следующим образом, на лицевой панели (рис. 3) заполняются данные под пунктами 1–3: указывается путь к файлу базы подшипников; в выпадающем меню выбирается номер серии подшипников; вводятся запрашиваемые исходные данными для расчета и запускается программа на выполнение. В ходе работы программа считывает из базы данных параметры выбранного подшипника и выводит их в таблицу пункт 4(рис. 3). Полученные результаты расчета жесткости радиально-упорных подшипников отражаются на экране лицевой панели в пункте 5.

Значение жесткости опор учитывают при конструировании шпиндельных сборок, непосредственно

при определении жесткости сборок и выборе оптимального межопорного расстояния. В результате анализа расчетных данных выявлено, что жесткость возрастает с увеличением номера серии подшипника при одинаковых внутренних диаметрах и с увеличением внутреннего диаметра подшипника одной серии.

Библиографические ссылки

1. Лизогуб В. А. Конструирование и расчет шпиндельных узлов на опорах качения // Станки и инструмент. 1980. № 5. С. 18–20.
2. Раменская Е. В., Филиппов Ю. А. Управление вибрацией средств технологического оснащения : монография ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2011. 172 с.

© Макеев В. В., Сыроежко С. Ю., Жилина К. Е., 2013

УДК 621.923.9

Ю. В. Метелкин, И. В. Тулин
 Научный руководитель – Л. П. Сысоева
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АБРАЗИВНО-ЭКСТРУЗИОННАЯ ОБРАБОТКА АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Рассмотрена возможность абразивно-экструзионной обработки деталей из алюминиевых сплавов. Исследовано влияние состава рабочей среды на эффективность обработки.

Существенное влияние шероховатости поверхности на сопротивление усталости связано с тем, что оставшиеся после обработки микронеровности поверхности являются концентраторами напряжений в поверхностном слое и под действием циклических нагрузок приводят к возникновению и развитию усталостных трещин [1]. В этой связи предъявляются высокие требования к качеству поверхности, что приводит к необходимости введения операций финишной обработки или операции по созданию направленной шероховатости. Анализ конструктивных особенностей деталей ЛА показал, что велика доля деталей, имеющих сложнопровильные поверхности, подвод инструмента к которым затруднен. Для обработки таких поверхностей предложен метод абразивно-экструзионной обработки (АЭО). В качестве инструмента для АЭО используется рабочая среда (РС), состоящая из полимерной основы и рабочих частиц (абразивных зерен) различной зернистости и в различной концентрации.

Исследование влияния состава РС на эффективность обработки проведено на лабораторной установке УЭШ-100 на образцах, изготовленных из алюминиевого сплава АМг6 после фрезерования с шероховатостью поверхности $Ra = 5,0$ мкм. Режимы обработки: давление масла в системе $P = 10$ МПа; количество циклов $n = 10$. РС приготовлена на основе каучу-

ка синтетического термостойкого высокомолекулярного СКТ (ТУ 38.103694-89) с добавлением 12 % мелкодисперсного фторопласта Ф40 (ТУ 301-05-17) и карбида кремния черного марки 54С с варьированием зернистости и концентрации абразива с реализацией плана Коно $m = 2$.

В результате эксперимента было выявлено, что с возрастанием концентрации абразива в РС растет интенсивность съема металла с поверхности (рис. 1, 2).

Это объясняется увеличением количества активных абразивных зерен в зоне контакта среды с обрабатываемой поверхностью и плотности среды, приводящей к возрастанию нормальных напряжений, усиливающих силы прижатия активного зерна к поверхности при постоянном давлении в системе. При этом максимальный съем металла происходит при использовании абразива зернистостью F36, а при дальнейшем увеличении зернистости происходит снижение производительности обработки, так как уменьшается площадь контакта единичного зерна с обрабатываемой поверхностью и количество контактов активных зерен в зоне обработки. На поверхности алюминиевых образцов после обработки наблюдаются царапины и следы внедрения отдельных абразивных зерен (рис. 3), которые увеличиваются с возрастанием величины абразива, его концентрации и повышения давления в зоне обработки.

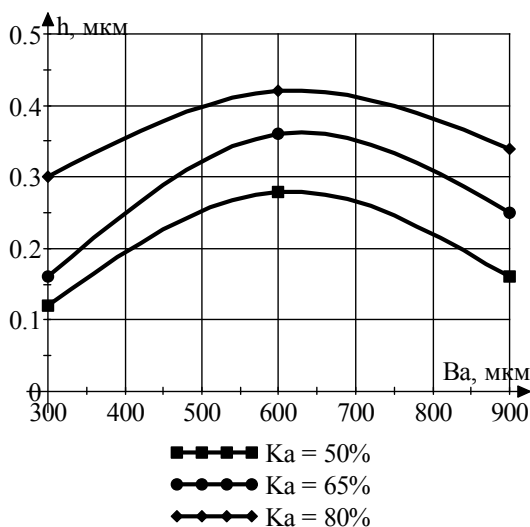


Рис. 1. Зависимость высоты съема металла h мкм от зернистости абразива Va мкм и его концентрации Ka % в РС

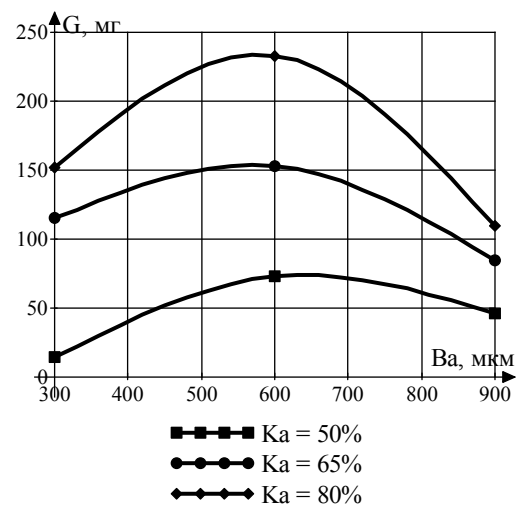


Рис. 2. Зависимость съема металла по массе G мг от зернистости абразива Va мкм и его концентрации Ka % в РС

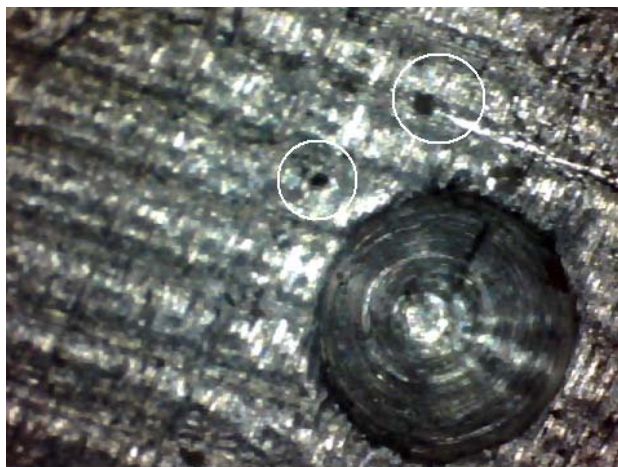


Рис. 3. Следы внедрения отдельных абразивных зерен (отмечены окружностями) в поверхность алюминиевого образца при АЭО при промежуточной обработке. Увеличение $\times 40$

Проведенные исследования позволили выявить возможность использования крупнозернистого абразива для снятия дефектного слоя. Для чистовой отделки и упрочнения рекомендуется использовать безабразивный метод выглаживания, основанный на пластической деформации, при котором в качестве рабочих частиц используются деформирующие элементы. Данный метод позволяет получить шероховатость в диапазоне $Ra = 0,4 \dots 0,8$ мкм [2].

Библиографические ссылки

1. Сысоев С. К., Сысоев А. С. Экструзионное хонингование деталей летательных аппаратов: теория, исследования, практика : монография ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2005. 220 с.

2. Сысоева Л. П., Тарасов Д. В., Сысоев А. С. Исследование процесса отделки каналов экструзионным выглаживанием // Актуальные проблемы авиации и космонавтики : материалы VIII Всерос. науч.-практ. конф. творческой молодежи. Т. 1 / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2012. С. 32–33.

© Метелкин Ю. В., Тулин И. В., 2013

УДК 621.923.9

А. А. Полещук, Е. А. Соломатова, Л. П. Сысоева
 Научный руководитель – А. С. Сысоев
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК РАБОЧИХ СРЕД ДЛЯ АБРАЗИВНО-ЭКСТРУЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ

Определено время завершения механохимической реакции при приготовлении основы рабочей среды.

Абразивно-экструзионная обработка (АЭО) основана на экструзии под давлением 6...12 МПа вдоль обрабатываемой поверхности вязкоупругой полимерной рабочей среды (РС), наполненной рабочими частицами [1].

Технология приготовления РС для АЭО состоит из двух этапов: приготовления основы путем смешения полимера с пластификаторами и модификаторами и окончательного приготовления РС путем добавления к основе рабочих частиц. В итоге полученный инструмент – это многокомпонентная система, свойства которой отличаются от свойств полимера и зависят от вида компонентов и их концентрации [2].

В качестве основы РС для АЭО выбран каучук синтетический термостойкий СКТ (ТУ 38.103694–89)

– высокомолекулярный полимер, обладающий высокой теплостойкостью (диапазон рабочих температур от -60 до 250 °С) и эластичностью (относительное удлинение 360 %). С целью изменения физико-химических свойств полимера каучук смешивался с мелкодисперсным фторопластом Ф40 (ГОСТ 10007–80).

Смешение компонентов выполнялось на шнековом смесителе. Для определения времени окончания механохимической реакции в системе «каучук-фторопласт» измерены значения параметров через одинаковые промежутки времени (рис. 1, 2).

Окончание реакции определялось по выравниванию механических свойств приготовленной основы РС.

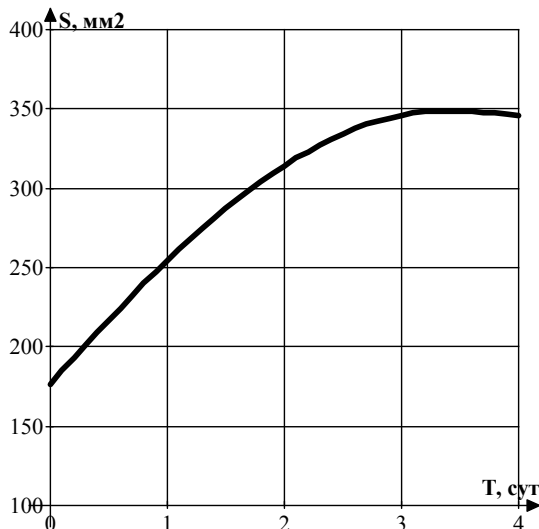


Рис. 1. Зависимость площади растекания S мм² от времени выдержки после приготовления

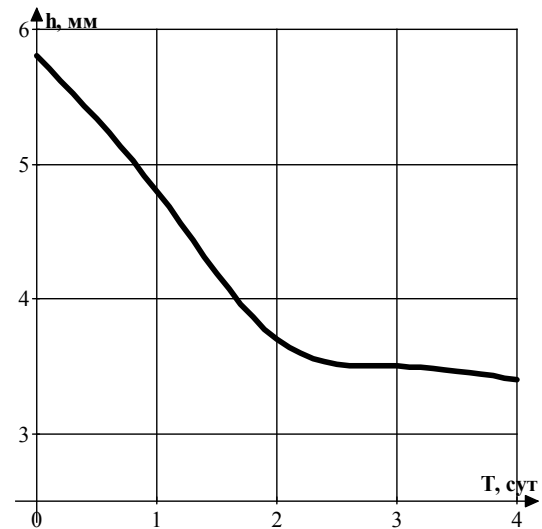


Рис. 2. Зависимость упругости от времени выдержки после приготовления

Построенные по результатам эксперимента графики показывают, что вязкость, определяемая по площади растекания, и упругость основы, определяемая по высоте отскока шарика, уменьшаются и стабилизируются после завершения реакции.

Проведенные исследования позволили определить, что время выдержки основы РС для АЭО для завершения механохимической реакции полимеризации каучука СКТ и мелкодисперсного фторопласта Ф40 составляет 2,5 суток.

Библиографические ссылки

1. Сысоев С. К., Сысоев А. С. Экструзионное хонингование деталей летательных аппаратов: теория, исследования, практика : монография ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2005. 220 с.

2. Левко В. А. Абразивно-экструзионная обработка: современный уровень и теоретические основы процесса : монография ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2007. 228 с.

© Полещук А. А., Соломатова Е. А., Сысоева Л. П., 2013

УДК 539.374.

М. В. Резанова

Научный руководитель – Г. Г. Крушенко
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПУСТОТЕЛЫЕ КОНСТРУКЦИИ В ТЕХНИКЕ

Описаны технология и некоторые примеры применения в технике «пустотелых» конструктивных элементов.

В транспортном машиностроении, особенно в аэрокосмической отрасли, нашли применение «пустотелые» формирования, состоящие из примыкающих к друг другу большого количества сот (Рис. 1а) [1], выполненные для практического применения в изделиях в виде сотовых панелей (СП) типа «сэндвич» (Рис. 1б) [2]. Одним из основных положительных характеристик СП является их достаточно низкий вес при обеспечении требуемых физико-механических характеристик. Обычно СП производятся в виде плоских конструкций. Попытки изготовления криволинейных СП ведут к локальному короблению стенок сот, что приводит к понижению служебных характеристик СП [3]

При этом в промышленности существуют технологии получения пустотелых металлических материа-

лов, которые получают путем вспенивания металлических расплавов с последующей кристаллизацией. Такие материалы получили название «пенометаллы – ПМ» (metallic foams [4]) или «ячеистые металлы» – (cellular metals) [5], а также «пористые металлы» (porous metal materials [6]). ПМ обладают благоприятным сочетанием высокой жесткости с очень низким удельным весом, способностью поглощать энергию удара и вибрацию, и, что очень важно, высокой технологичностью, допускающей возможность формировать из ПМ объемные конструкции. Изделия из ПМ применяют в автомобильной промышленности в виде конструктивных элементов (бамперы и др.), в аэрокосмической отрасли в виде титановых и алюминиевых «сэндвичей», а также некоторых деталей турбин,

в судостроении для изготовления корпусов пассажирских судов, элеваторных и антенных платформ и др., в общественном городском транспорте; в строительной индустрии, в конструкциях металлорежущих станков [7].

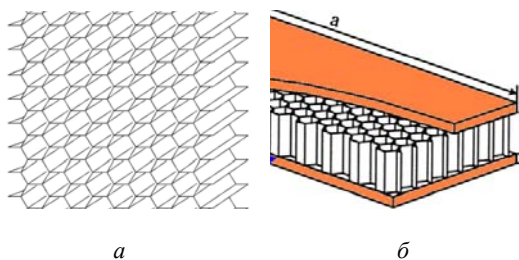


Рис. 1. а – типичный вид элемента сотовой конструкции (Fig. 2. Technical honeycomb terminology [1]); б – фрагмент сотовой панели типа «сэндвич» (Fig. 2. Honeycomb sandwich plate [2]).

На рис. 2 показан фрагмент передней кромки крыла самолета [8], изготовленного из листового деформируемого алюминиевого сплава, до (а) и после (б) заполнения полости пеной сплава Al-10% Si. В качестве порофора применяли TiH₂. Толщина листа пустотелой кромки стандартной конструкции составляла 2,5 мм, а в результате заполнения пеносплавом ее уменьшили до 1,5 мм. Испытания на удар показали, что деформация пустотелой кромки составляет $9,8 \pm 0,4 \%$, тогда как заполненной пеносплавом – $2,5 \pm 0,1 \%$ (меньше ~ в 4 раза).

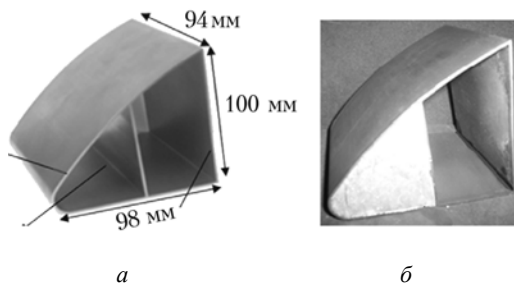


Рис. 2. Передняя кромка крыла самолета: до (а) и после (б) заполнения пеносплавом Al-10% Si [8]

Нами проведена работа по получению пеноалюминия с использованием в качестве порофора крошку мрамора. На рис. 3 приведена фотография полученного типичного образца пеноалюминия. Преобладает сферическая форма пор, их размеры находятся в интервале 0,5...10,0 мм, при этом поры равномерно распределены по объему металла.



Рис. 3. Образец из пеноалюминия марки А7. Размер 40×35×35 мм

В результате численных экспериментов были получены математические зависимости модуля упругости, модуля сдвига и модуля объемного сжатия от количества пор и их размера [9].

Библиографические ссылки

1. Kress G., Wikler M. Honeycomb sandwich residual stress deformation pattern // *Composite Structures*, 2009. Vol. 89. Issue 2. P. 294–302.
2. Boudjemaï A., Amri R., Mankour A., Salem H., Bouanane M.H., Boutchicha D. Modal analysis and testing of hexagonal honeycomb plates used for satellite structural design *Materials and Design*, March 2012. Vol. 35. P. 266–275.
3. Evans K.E. The design of doubly curved sandwich panels with honeycomb cores // *Composite Structures*, 1991. Vol. 17. Issue 2. P. 95–111.
4. Banhart J. Manufacturing routes for metallic foams // *J. of metals*, 2000. Vol. 52. P. 22–27.
5. Saenz E, Baranda P. S., Bonhomme J. Porous and cellular materials for structural applications // *Schwartz D. S., Shih D. S., Evans A. G., Wadley H. N. G., ed. MRS Symp. Proc.*, 1998. Vol. 521. P. 83.
6. Fractal dimension of pore-structure of porous metal materials made by stainless steel powder / H. P. Tang [et al.] // *Powder Technology*, 2012. Vol. 217. P. 383–387.
7. Авдеенко А. М., Крупин Ю. А. Сильнопористые структуры – новый класс конструкционных материалов // *Тяжелое машиностроение*. 2008. № 7. С. 18–21.
8. Aluminium foams as a filler for leading edges: Improvements in the mechanical behavior under bird strike impact tests / J. A. Reglero, M. A. Rodriguez-Perez, E. Solorzano, J. A. de Saia // *Materials and design*, 2011. Vol. 32. № 2. P. 907–910.
9. Золотухин А. В., Садовский В. М. Численное моделирование свойств пористых металлов // *Актуальные проблемы авиации и космонавтики: материалы Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых специалистов*. Красноярск : СибГАУ, 2011. Т. 1. С. 138–139.

© Резанова М. В., 2013

УДК 621.9.06

О. Е. Саклакова, О. В. Иванова, А. Е. Саклакова
 Научный руководитель – Ю. А. Филиппов
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ДЕТАЛЕЙ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ.

Представлены результаты проработки режимов резания с использованием прогрессивных режущих инструментов содержащих сменные твердосплавные пластины, покрытые по технологии SUMO TEC MTCVD для повышения эффективности производства изделий АКТ.

Важнейшей технологической задачей современного машиностроения является повышение эффективности механической обработки, обеспечивающей достижение наиболее высокой производительности обработки без снижения заданного уровня качества поверхностного слоя детали. Существует множество всевозможных вариантов решения этой задачи направленной на достижения максимального экономического эффекта технологических процессов, что составляет одну из проблем увеличения загрузки оборудования. В настоящее время загрузка приводов оборудования по мощности на базовом предприятии составляет порядка 20–30 процентов от заявленной производителем, поэтому актуальной является поставлена цель повышения загрузки оборудования по мощности без уменьшения точности обработки, из чего следует, что объектом исследования являются обрабатывающие центры токарной и фрезерной группы. Предметом исследования являются режимы резания, в частности диапазон скоростей резания и подачи, влияющих на мощность резания, производительность и эффективность использования оборудования.

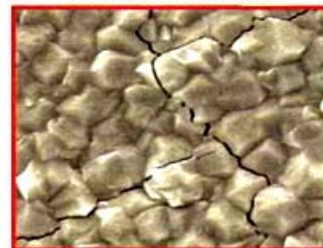
Основным решением этой проблемы является внедрение в технологический процесс высокоскоростных режимов обработки (ВСО). Одним из важных факторов при ВСО является не только снижение величины вращающего момента в зоне высоких скоростей, но и перераспределение тепла в зоне резания. При небольших сечениях среза в данном диапазоне скоростей, особенно при точении основная масса тепла концентрируется в стружке. Поэтому считается, что высокоскоростная обработка базируется на сокращении количества тепла, возникающего при обработке резанием, которое обычно и есть причина основного износа инструмента. При высоких частотах вращения, которые используются при ВСО, значительно превышаются частоты собственных колебаний детали, инструмента и механизма главного движения станка. Одновременно с этим, благодаря небольшим поперечным сечениям среза, силы резания невелики, что благоприятно сказывается на точности обработки, а следовательно на высоком качестве получаемой поверхности, отсутствии дробления при резании, что в свою очередь дает возможность обработки тонкостенных изделий.

Для расчета загрузки оборудования используем формулы расчета мощности $N = P \cdot V$ [1]. Проведем анализ эффективности внедрения высокоскоростной обработки, на примере операции токарной с ЧПУ.

При обработке за один проход назначаем глубину резания $t = 0,78$ мм, подачу $f = 0,5$ мм/об, при заданных параметрах скорость резания будет равна $V = 183,3$ м/мин. Силу резания определяем по формуле $P_{z,y,x} = 10C_p t^x f^y v^n K_p$ [2], подставляя, все поправочные коэффициенты и постоянные получим $P_z = 172,6$ Н. Подставляем значения скорости и силы резания в формулу $N = 0,52$ кВт. Проанализировав выполненные расчеты, можно сделать вывод, что загрузка оборудования на данной операции не превышает даже 9,8 %.

Проведем исследование той же операции, но с внедрением в производство высокоскоростных режимов обработки. Используем для расчета мощности рекомендуемые режимы резания для высокоскоростной обработки, где глубина резания равна $t = 0,3$ мм, подачу $f = 0,5$ мм/об, скорость резания $V = 225$ м/мин [3; 4]. При рекомендованных режимах резания сплава АМгб получаем следующие значения мощности станка равную $N = 9,3$ кВт. Сравнив значения при обычной и при высокоскоростной обработке можно сделать вывод, что процент загрузки оборудования вырос с 9,8 до 69,6 %.

Обычное CVD покрытие



Термические трещины и растягивающие напряжения

SUMO TEC MTCVD



Покрытие с низким фактором концентрации напряжений

Преимущества SUMO TEC MTCVD покрытия

В результате выполненных первичных исследований установлено, что при увеличении скорости резания и подачи, увеличивается и мощность, и эффективность оборудования. Новизна результатов заключается в использовании прогрессивной конструкции режущего инструмента с покрытием SUMO TEC MTCVD. По сравнению с обычным CVD покрытием, покрытие SUMO TEC MTCVD повышает стойкость к трещинообразованию, облегчает сход стружки, при этом устраняются термические трещины и растягивающие напряжения, характерные для покрытия CVD. Это позволяет увеличить нагрузку на режущую кромку сменной твердой пластинки, например для IC6025 со стружколомом МЗМ. Процесс покрытия SUMO TEC MTCVD обеспечивает прочность 680 МПа, что позволяет рекомендовать скорости резания от 120 до 230 м/мин. Преимущества SUMO TEC MTCVD покрытия отражены в размерах зернистости в структуре покрытия, что приведено на рисунке.

Применение усовершенствованной конструкции режущего инструмента, внедрение высокоскоростных режимов обработки деталей, позволяет увеличить экономический эффект на 17–23 %, и изготовить детали с фактической массой входящей в ограничитель-

ные требования чертежа. Результаты выполненной работы могут использоваться при внедрении высокоэффективных технологических процессов в производство деталей и изделий авиационно-космической техники.

Библиографические ссылки

1. Косилова А. Г. *Справочник технолога-машиностроителя Т2 : справ. технолога. М. : Машиностроение 1, 2003. 943 с.*
2. Панов А. А. *Обработка металлов резанием: справочник технолога. М. : Машиностроение, 1988. 736 с.*
3. Сысоев С. К. *Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов : учеб. пособие ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2007. 308 с.*
4. Ильянков А. И. *Технология производства двигателей летательных аппаратов в задачах и упражнениях с элементами САПР : учеб. пособие. М. : МАИ, 1992. 288 с.*

© Саклакова О. Е., Иванова О. В.,
Саклакова А. Е., 2013

УДК 629.783:656.073.7

И. В. Филимонов, Е. Г. Пацкова
Научный руководитель – А. К. Шатров
ОАО «Информационные спутниковые системы»
имени академика М. Ф. Решетнева, Железногорск

РАЗРАБОТКА УЗЛА ДЛЯ ОДНОЗНАЧНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ СОТОВОЙ ПАНЕЛИ

Описан способ для однозначного закрепления сотовой панели относительно других панелей, касаемо конструкции негерметичного исполнения. Способ представляет собой применение штырей, установленных в основную конструкцию. С помощью классного отверстия и паза, выполненных в устанавливаемой панели, достигается необходимая точность сопряжения сборочных единиц.

В силу того, что каждая сотовая панель в разрабатываемом изделии обрабатывается в своих координатах, при интеграции (монтаже в общую сборку) возникают определенные сложности. Накапливаются допуски из-за погрешностей установки, инструмента, станка. Погрешность установки играет немалую роль. И, зачастую, выполненные отверстия, для закрепления панели к общей сборке – несоосные. Панели располагаются неоднозначно, что приводит к неточностям при сборке и совместной обработке в дальнейшем в составе модуля служебных систем или модуля полезной нагрузки и изделия в целом.

Способ заключается в следующем: закрепление панели происходит по средствам титановых болтов М5 по всему периметру панели. Для однозначного положения в двух вставках панели выполнены направляющие в виде классного отверстия и паза. Расстояние между этими вставками выбирается макси-

мально возможным, исходя из конструктива сотопанели.

Штыри вкручены по резьбе в основную конструкцию до упора бурта. Обработка отверстия и нарезание резьбы под штыри производится в составе общей сборки на станке в закрепленном состоянии. Однозначное положение сборки на станке достигается применением универсального сборочного приспособления. Штырь выполняется из материала ВТ14. Для вворачивания штыря на нем предусмотрены две лыски под ключ. Соединение панели с общей сборкой происходит по средствам переходной посадки или с минимальным зазором. Вначале панель садится на два штыря, после чего производится закрепление всей панели с помощью болтов.

© Филимонов И. В., Пацкова Е. Г., 2013

Места установки штырей

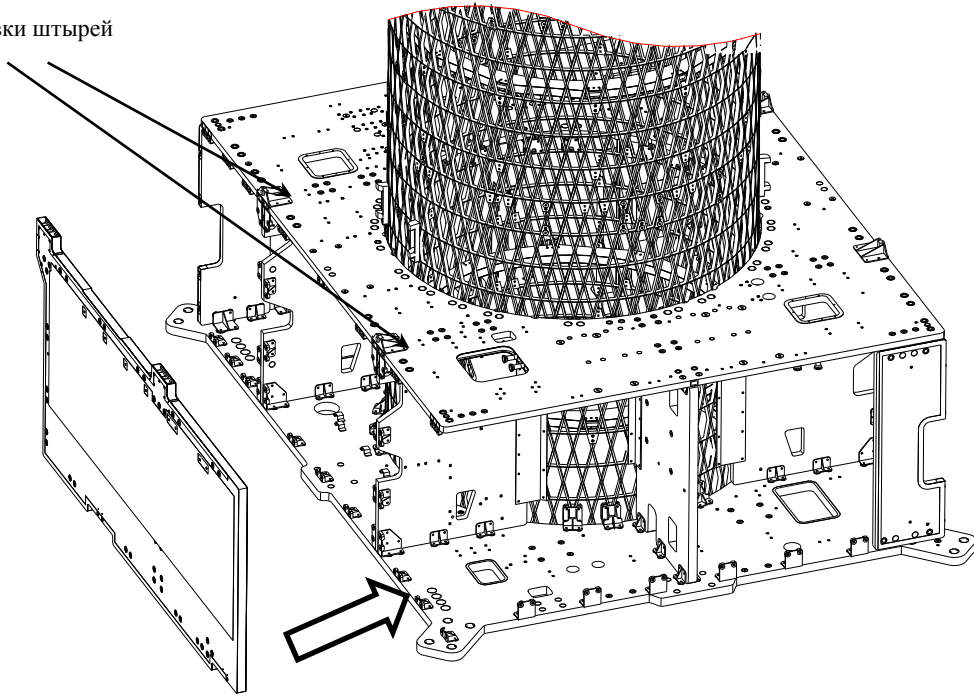


Рис. 1. Положение панели относительно общей конструкции

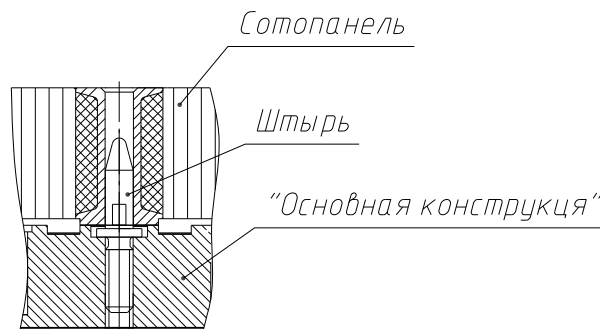


Рис. 2. Разработанный узел

УДК 669.713.7

В. М. Хилько, К. А. Пасечник, А. Ю. Фаррахова
Научный руководитель – Н. А. Амельченко
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ РКТ С НАЛИЧИЕМ ВИНТОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Приведена последовательность разработки технологии изготовления изделий РКТ на примере использования комплекта программных средств. Рассмотрены основные этапы создания управляющих программ для станков с ЧПУ с применением САД/САМ систем при обработке винтовых поверхностей.

Современное машиностроение предполагает функционирование многочисленных взаимосвязанных технических средств различных объектов производства на основе компьютерной техники, современного оборудования с числовым программным управлением и применение САПР конструкторско-

технологического назначения. Оснащение производства современными станками с ЧПУ в корне меняет подходы к разработке технологии обработки деталей. Подготовка УП, обеспечивающих 3-х, 4-х и 5-ти осевую обработку, в ручную становится очень трудоемкой и практически невыполнимой, что вызывает

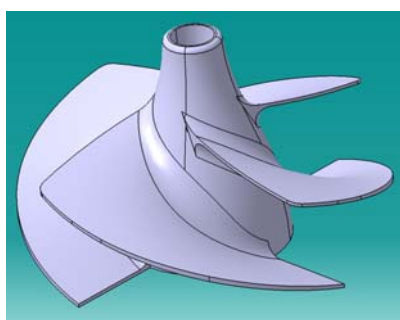
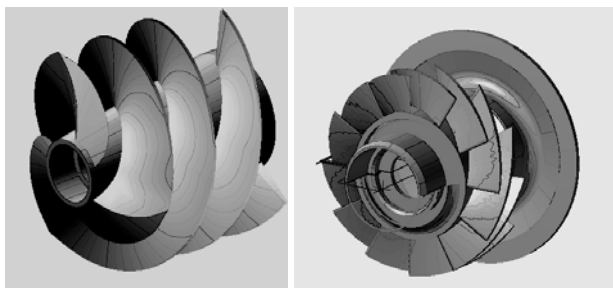
необходимость применения специального программного обеспечения и средств вычислительной техники.

В настоящее время в производство широко внедряются программные продукты САПР - системы CAD/CAM/CAE, обеспечивающие сквозное проектирование.

Использование возможностей CAD систем, например, SolidWorks, КОМПАС, Autodesk Inventor и др., позволяет создавать электронный чертёж или 3D-модели детали любой сложности и конфигурации. При этом появляется возможность объёмного изображения объекта разработки, что упрощает процесс редактирования и исправления ошибок, допущенных в конструкции и на рабочих чертежах при отработке изделия на технологичность.

Наиболее перспективным направлением при разработке технологии изготовления сложных деталей в настоящее время является применение современных САМ систем: например, CATIA, Mastercam, Pro/Engineer, Delcam, SprutCAM и др., которые отличаются интерфейсом и техническими возможностями [1].

В настоящей работе в качестве объекта разработки представлены детали с наличием винтовых поверхностей, расположенных по наружному контуру. Подобные детали в большей части изготавливаются для изделий ракетно-космической отрасли и судостроения. На рисунке приведены типовые представители деталей с наличием винтовой поверхности.



Типовые представители деталей с наличием винтовой поверхности

При разработке технологии изготовления и управляющей программы использовано лицензионное программное обеспечение CAD система SolidWorks и САМ система Mastercam, с модулем Mastercam Multi-Axis, позволяющим программировать 4-х-, 5-ти координатную обработку. Модуль обеспечивает верификацию многоосевой обработки и имеет графический редактор, который может быть использован для построения 3-D модели детали.

Процедура работы с САМ системами упрощается, если созданы 3D-модели детали и заготовки с применением совместимых CAD систем. Сохранение 3D-модели заготовки, например, при работе с системой Mastercam, SprutCAM или Delcam, производится в формате .STL, а модели деталей – с расширениями: .igs, .SLDPRT и других форматах. Далее файл напрямую конвертируется в САМ систему

В общем случае процесс работы в САМ-системах может быть поделен на четыре этапа [2]. На первом этапе осуществляется ввод и подготовка данных, построение 3-D модели детали.

На втором этапе для расчета траектории следует указать тип станка, подходящего для многоосевой обработки. При этом используется текстовое меню Machine Type. Далее указывается модель станка, например, MILL 4-AXIS VMC MM.MMD. Доступ к назначению стратегии обработки осуществляется при помощи меню Toolpaths. Здесь определяются этапы черновой и чистовой обработки. Mastercam просит выбрать геометрию, подлежащую обработке. При этом следует указать тип режущего инструмента, назначить режимы и глубину обработки. Необходимо также задать допустимую высоту холостых перемещений инструмента, указать точность расчетов, шаг по глубине, направление фрезерования, точку входа и др. Следует также произвести настройку параметров траектории. После этого система производит необходимые расчеты, формирует операцию и приводит траекторию режущего инструмента.

Третий этап работы над программой связан с верификацией. Чтобы наглядно проследить движение инструмента по рассчитанной траектории необходимо выбрать Backplot. В появившейся закладке можно узнать о машинном времени обработки, текущих координатах инструмента и виде перемещения. Прежде чем запустить верификатор, следует настроить процесс графической имитации обработки, определить тип и размеры заготовки. При верификации траектории осуществляется лишь предварительная проверка траекторий и правильность настройки технологических параметров. Mastercam визуально обозначит места на заготовке, где обработка не была произведена или где произошёл рез или ошибка.

На последнем этапе, после проведения верификации и исправления всех недочётов технологическим программистом, производится постпроцессирование промежуточного файла, называемого CL-файлом, в файл управляющей программы (УП) в строгом соответствии с форматом программирования конкретного станка. Математическая модель обработки САМ системы проходит через постпроцессор для конкретного оборудования и создается NC файл управляющей программы в виде G и M-кодов, который переносится на выбранный станок с помощью флешкарты или передаётся по сети через COM-порт прямо на станок. Для передачи УП, размер которых превышает свободный объём памяти СЧПУ, используется режим DNC.

Практика показала, что применение CAD/CAM систем при программировании обработки сложных поверхностей с применением станков с ЧПУ, значи-

тельно сокращает процесс разработки управляющих программ и является наиболее эффективным при выполнении единичных заказов. При изготовлении деталей партиями обеспечивается минимальный разброс погрешности обработки, достигается высокая точность и качество поверхности.

Библиографические ссылки

1. Каталог САПР. Программы и производители. М.: Солон-Пресс, 2006. 608 с.
2. Ловыгин А. А., Васильев А. В., Кривцов С. Ю. Современный станок с ЧПУ и САД/САМ система. М.: Эльф ИПР, 2006. 286 с.

© Хилько В. М., Пасечник К. А.,
Фаррахова А. Ю., 2013

УДК 621.9.06:

А. В. Чумакова, А. В. Котов, Е. А. Саламатова, А. А. Петухова
Научный руководитель – Н. А. Амелеченко
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Выявлены возможности повышения эксплуатационных характеристик режущего инструмента за счет применения нанотехнологий. Приведены сравнительные характеристики наноструктурных твердых материалов и нанопокрытий.

Оснащение предприятий современным оборудованием с числовым программным управлением в настоящее время позволяет создавать надежную конкурентоспособную продукцию на уровне мировых образцов. Основными производителями такой продукции являются предприятия оборонно-промышленного комплекса, авиационная и ракетно-космическая промышленность, автомобилестроение, тяжелое и энергетическое машиностроение, судостроение, нефтегазовый комплекс и другие отрасли.

Производство высокотехнологичной продукции связано с применением жаростойких труднообрабатываемых материалов, доля которых возросла с 10% до 80%. Это значительно меняет процессы механической обработки. Повышенные требования предъявляются к стойкости режущего инструмента и улучшению его эксплуатационных характеристик.

Как известно [1], для изготовления режущего инструмента в основном применяют четыре группы инструментальных материалов: инструментальные стали, твердые сплавы, режущая керамика и сверхтвердые материалы. Как показывает практика, на один из данных инструментальных материалов не является универсальным и по значениям вязкости, прочности, износостойкости и твердости не всегда удовлетворяют требованиям потребителя.

На основе анализа выявлено, что инструментальные материалы на сегодняшний день не в полной мере удовлетворяют требованиям потребителей, что вызывает необходимость приобретать дорогостоящий режущий инструмент импортного производства.

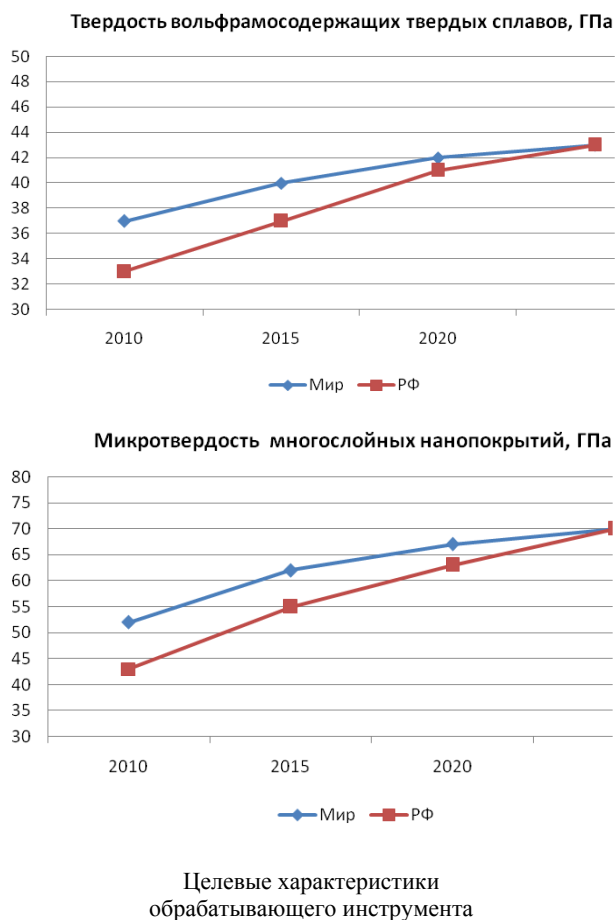
В последнее время в мире и в России наметились определенные тенденции по внедрению в производство режущего инструмента достижений нанотехнологий. Наиболее перспективными нанотехнологиями в производстве режущего инструмента являются: нанесение наноструктурных покрытий; наномодификация поверхностного слоя; компактирование нанодисперсных

порошков; производство режущего инструмента из объемных наноструктурных материалов; производство инструмента из нанопорошков алмаза и сверхтвердых материалов и др.

Широкое практическое использование нанотехнологий является важнейшим стратегическим направлением развития высокотехнологичных производств. Все большее применение в производстве режущего инструмента находят наноструктурные твердые материалы, полученные методом компактирования нанодисперсных порошковых композитов на основе карбидов с металлами-связками. Данные наноструктурные материалы по прочности, ударной вязкости и износостойкости значительно превосходят аналогичные материалы с обычной, зернистой структурой. Высокие характеристики наноструктурных материалов объясняются тем, что между частицами разных фаз (WC и Co) формируются трехмерные контакты, в результате чего формируется достаточно плотная структура. Однако при механическом перемешивании очень трудно обеспечить равномерное распределение ультрадисперсных порошков WC и Co. Степень однородности механического перемешивания не позволяет получать в спеченном продукте зерна размером меньше 300 нм. В последнее время разработан ряд новых химических методов, которые позволяют получать нанофазный порошок на основе кобальтовой связки с размером частиц 30-40 нм. Такие материалы уже нашли широкое применение при изготовлении цельных твердосплавных микросверл для изготовления печатных плат в приборостроении.

Другим направлением применения нанотехнологий в производстве режущего инструмента является нанесение наноструктурных покрытий на его режущую часть методами термического напыления. Установлено [2], что у наноструктурных покрытий с размером зерен менее 100 нм происходит резкое улучшение физических характеристик.

На рисунке приведены зависимости твердости твердых сплавов наноструктурных материалов и микротвердости многослойных нанопокровов.



На основе анализа данных можно заключить, что Россия в настоящее время по конкретным техническим характеристикам немного отстает от показателей мировых производителей. Здесь очевидно, что

тормозом для освоения нанотехнологий и наноматериалов для инструментальной промышленности и машиностроения в целом является как низкий технический уровень предприятий машиностроительных отраслей России, так и отставание России в производстве наноматериалов (нанопорошков и др.).

Тем не менее, в России на ряде предприятий освоено производство наноалмазных порошков, которые широко используются в производстве абразивных инструментов, а также для нанесения наноалмазных покрытий на лезвия режущего инструмента.

Таким образом, на основе анализа состояния существующих проблем, связанных с производством режущего инструмента, следует заключить, что для существенного увеличения производительности и повышения его качества необходим комплекс мероприятий, направленных на решение ключевых технологических задач: получение новых наноструктурированных инструментальных материалов; нанесение нанопокровов на поверхность инструмента и модификация поверхности; наноразмерная обработка и новые технологии конструирования инструмента.

Библиографические ссылки

1. *Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов : справочник* / В. И. Баранчиков, А. В. Жариков, Н. Д. Юдина и др. / под общ. ред. В. И. Баранчикова. М. : Машиностроение, 2007. 400 с.
2. *Наноструктурированные износостойкие многокомпонентные тонкопленочные покрытия* / Ю. В. Панфилов, А. И. Беликов, И. В. Гладышев и др. // *Упрочняющие технологии и покрытия*, 2005. № 4. С. 30–34.

© Чумакова А. В., Котов А. В., Саламатова Е. А., Петухова А. А., 2013

УДК 621.9.06: 534.01

А. В. Чумакова, А. В. Пашков, С. Ю. Сыроежко, Т. А. Шишконова, К. Г. Анисимова
 Научный руководитель – В. Д. Утенков
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МЕТОДОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ОЦЕНКЕ ПРЕЦИЗИОННОСТИ

Рассмотрены основные положения, учитываемые при оценке прецизионности методов и результатов измерений при экспериментальной оценке различных показателей точности.

В экспериментальной работе, проводимой в области фундаментальных наук, важнейшей составной частью научных исследований является эксперимент, основой которого является научно поставленный опыт с точно учитываемыми и управляемыми условиями. При проектировании новой техники и различных испытаниях образцов опытной и серийной про-

дукции большая роль отводится методам статистического планирования эксперимента [1].

Как известно, одним из важных требований проведения эксперимента является обеспечение прецизионности метода и результатов измерений. Под прецизионностью понимается степень близости друг к другу независимых результатов измерений, полученных

в конкретных регламентированных условиях [2]. Показатели прецизионности должны определяться на основании серии результатов измерений, представленных участвующими лабораториями.

Согласно ГОСТ Р ИСО 5725–1 предложен алгоритм планирования эксперимента:

1. Следует выбрать стандартный метод измерений, удовлетворяющий требованиям эксперимента. Чтобы измерения выполнялись одинаковым образом, метод измерений должен быть стандартизован, т. е. требуется документ, который устанавливает во всех подробностях, как должно выполняться измерение, также включающий в себя описание всех процедур. Также небольшие отклонения в процедуре не должны быть причиной изменений результатов, т. е. метод должен быть устойчивым.

2. Эксперимент по оценке прецизионности стандартного метода измерений должен быть спланирован советом экспертов, которые хорошо знакомы с методом измерений и его применением. Совет экспертов должен включать в свой состав: ответственного за статистическую обработку данных эксперимента; лица, ответственного за проведение эксперимента. Эксперты принимают все решения по планированию эксперимента, такие как координация эксперимента; принятие решения по вопросам количества лабораторий, уровней и измерений; могут ли некоторые операторы быть допущены к проведению измерений; обсуждение доклада о результатах статистического анализа, полученных по завершении эксперимента; установление окончательных значений для стандартных отклонений прецизионности.

3. Определить сколько лабораторий должно быть вовлечено в совместный эксперимент. С точки зрения статистики, лаборатории, участвующие в эксперименте по оценке точности, должны быть выбраны наугад из числа всех лабораторий, применяющих данный метод измерений. Участвующие в эксперименте лаборатории не должны быть из числа тех, которые уже приобрели особый опыт применения метода в ходе его стандартизации.

4. Отобрать какие материалы являются подходящими для представления данных уровней и каким образом они должны быть подготовлены. В экспериментах, например по оценке точности, пробы материала или образцы определенной продукции рассылают из центрального пункта конкретному числу лабораторий, расположенных в разных местах, разных странах или даже на разных континентах. Измерения в лабораториях нужно проводить на идентичных объектах. Образцы должны соответствовать следующим требованиям: быть идентичными при их рассылке в лаборатории; оставаться идентичными во время транспортирования и на протяжении любых интервалов времени, которые могут предшествовать периоду фактического выполнения измерений. При организации экспериментов по оценке точности данные условия должны тщательно соблюдаться.

5. Определить какие временные рамки должны быть установлены для завершения всех измерений. На практике измерения должны проводиться в течение как можно менее продолжительного периода времени,

чтобы свести к минимуму изменения данных факторов, которым не может быть всегда гарантировано постоянство.

6. Установить является ли исходная функция подходящей, или должен быть рассмотрен видоизмененный вариант. С целью оценки прецизионности метода измерений для конкретного испытуемого материала или изделия целесообразно осуществлять измерения с учетом суммы трех составляющих [3]:

$$y = m + B + e, \quad (1)$$

где m – математическое ожидание, полученное в результате эксперимента; B – лабораторная составляющая систематической погрешности результатов измерений, выполненных в соответствии со стандартным методом в условиях повторяемости; e – случайная погрешность, имеющая место при каждом измерении в условиях повторяемости.

7. Обеспечить условия проведения эксперимента. Определить, нужны ли особые меры предосторожности для обеспечения уверенности в том, что во всех лабораториях измерениям подвергаются идентичные материалы, находящиеся в одном и том же состоянии. На изменчивость результатов измерений, выполненных по одному методу, помимо различий между предположительно одинаковыми образцами, могут оказывать влияние различные факторы, такие как: оператор; используемое оборудование; калибровка оборудования; параметры окружающей среды (температура, влажность, загрязнение воздуха); интервал времени между измерениями.

Конечной целью эксперимента по оценке прецизионности является оценка значений стандартных отклонений измеренных величин с определенной вероятностью. Оценка стандартных отклонений будет зависеть от числа лабораторий и количества результатов измерений в каждой лаборатории. Для вероятности 95% в стандарте [2] приведены приближенные выражения, которые дают ориентиры для планирования необходимого количества лабораторий и результатов испытаний.

Библиографические ссылки

1. Лаптенков В. Д., Серегин Ю. Н. Методы планирования эксперимента и обработки результатов : учеб. пособие ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2006. 188 с.
2. ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Ч. 1. Основные положения и определения. Введ. 2002-04-23. М. : Госстандарт России, 2002. 66 с.
3. ГОСТ Р ИСО 5725-2-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Ч. 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений. Введ. 2002-04-23. М. : Госстандарт России, 2002. 118 с.

© Чумакова А. В., Пашков А. В., Сыроежко С. Ю., Шишконова Т. А., Анисимова К. Г., 2013

УДК 629.78.002.3

Р. В. Алякрецкий, Д. В. Орлова, А. А. Брокс
Научный руководитель – А. В. Гирн
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ЗАЩИТА ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ КА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЛАЗМЫ СТАЦИОНАРНЫХ ПЛАЗМЕННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Проведено нанесение защитного покрытия микродуговым оксидированием (МДО) на алюминиевую фольгу марки АД, отработаны режимы получения защитного покрытия из оксида алюминия. Проведены тестовые испытания образцов покрытия на воздействие факторов эксплуатации.

Для обеспечения функционирования космического аппарата (КА) в течение всего срока активного существования (САС) изделия необходимо, чтобы деградация ряда параметров аппаратуры и систем в процессе эксплуатации не приводила к нарушению его целевого использования. Ужесточение требований по массе, энерговооруженности, и повышение требований к ресурсу и надежности КА приводят к уплотнению его компоновочной схемы. Как следствие, возрастает эрозионное воздействие стационарных плазменных двигателей (СПД), используемых в качестве двигателей коррекции, на материалы элементов конструкции КА. Обострение конкуренции на рынке космической техники, вызывает необходимость в разработке новых и модернизации существующих защитных покрытий с требуемыми характеристиками.

Эрозионное воздействие плазменных струй СПД, заключающееся в уносе материала конструкции в результате длительной бомбардировки ионами газа, приводит к уменьшению их толщины и к загрязнению внешних поверхностей КА продуктами распыления. Основной характеристикой данного вида воздействия является глубина эрозии, т. е. толщина распыленного слоя.

Предварительная оценка эрозионно-загрязняющего воздействия плазмы, генерируемой стационарными плазменными двигателями, на поверхности панелей солнечных батарей и терморегулирующих покрытий (ТРП) радиатора системы терморегулирования (СТР) КА показала, что данное воздействие может оказать существенное дестабилизирующее воздействие на функционирование КА.

Еще одно негативное воздействие плазменных струй СПД проявляется с эрозией электропроводящего слоя (ПЭП) с терморегулирующих покрытий КА, что приводит к накоплению статического заряда и возникновению электропробоев на поверхности КА.

Таким образом, с целью повышения качества изготовления изделий космической техники необходимы разработка и применение на критичных поверхностях КА покрытий с повышенной стойкостью к эрозионному воздействию плазмы СПД.

В настоящее время для КА, функционирующих на геостационарных орбитах, для защиты от эрозии эле-

ментов конструкции применяется полиамидная пленка с липким слоем Л1-ПМ (ТР № 370-762-48-274), что не вполне удовлетворяют современным требованиям по эрозионной стойкости данного материала. Наиболее близким к предлагаемому защитному покрытию по технической сущности является радиационно-защитное покрытие, размещаемое на подвергающихся воздействию ионизирующего излучения поверхностях (Патент РФ № 2304557 от 20.03.2006), выполненное в виде наноструктуры, которая включает совокупность атомов редкоземельных элементов, введенных в структуру армирующей атомно-молекулярной металлической матрицы, при этом наноструктура является составной частью защищаемой конструкции, либо образует ее защитный слой. Известное из патента РФ № 2304557 покрытие состоит из дефицитных и дорогостоящих редкоземельных элементов и сложную технологию получения защитных покрытий.

Проведенный предварительный анализ показал, что к веществам, обладающим высокой стойкостью к воздействию струи плазмы инертных газов (аргона, ксенона), относится оксид алюминия (Al_2O_3). Оценочные расчеты показывают, что необходимая толщина защитного покрытия из Al_2O_3 для активного существования КА 15 лет должна быть не менее 30 мкм.

В данной работе предлагается защищать элементы конструкции КА попадающие под действие плазмы СПД тонкой (до 100 мкм) алюминиевой фольгой с покрытием из оксида алюминия толщиной до 30 мкм, нанесенного микродуговым оксидированием (МДО), что приемлемо и по весовым характеристикам. На конструкции КА, изготовленных из алюминиевых сплавов, покрытия могут наноситься непосредственно на защищаемые поверхности.

Покрытия наносились на установке ИАТ-Т, источник питания которой позволяет осуществлять независимую регулировку анодной и катодной составляющих тока, и одновременно стабилизировать средние величины этих токов, что существенно упрощает проведение процесса МДО и ведет к улучшению качества получаемых покрытий. Источник имеет следующие технические характеристики: диапазон регулируемых напряжений – (0–800 В); диапазон регулируемых то-

ков – (0–120) А/дм²; погрешность стабилизации тока до 5 %.

В качестве подложки использовались образцы фольги АД размерами 160×130 мм и толщиной 100 мкм. Микродуговое оксидирование образцов проводили в слабощелочных водных электролитах различных составов.

Покрытия формировали при соотношении I_k / I_a от 0,6 до 1,4, плотностях тока в диапазоне от 10 до 40 А/дм², продолжительность обработки составляла 10–60 мин.

Для проведения испытаний защитных покрытий на воздействие факторов хранения и эксплуатации были изготовлены образцы защитного покрытия на алюминиевой фольге АД по ГОСТ 4784–74 микродуговым оксидированием поверхности. Размер образцов 100×100 мм.

На образцах были проведены следующие виды испытаний:

- циклическое сгибание на диаметре 20 мм;
- ускоренные климатические испытания (УКИ);
- радиационное воздействие;
- термоциклирование.

Проведенные исследования полученных образцов показали, что после воздействия плазмы у образцов

алюминиевой фольги с микродуговым оксидированием поверхности внешний вид остался без изменений. Максимально изменились масса и толщина у образцов полиамидной пленки. Образцы МДО потеряли массу большую, чем образцы алюминиевой фольги, это можно объяснить некоторой гигроскопичностью МДО покрытий. Толщина покрытий практически не изменилась. Исследования показали, что покрытия полученные методом МДО, могут быть использованы в качестве защитных покрытий на КА.

Библиографические ссылки

1. Смирнов В. А., Надирадзе А. Б. и др. Исследование загрязняющего воздействия собственной внешней атмосферы и плазмы стационарных плазменных двигателей на космическом аппарате «Экспресс-АМ» // Вестник СибГАУ. 2006. Вып. 2(9). С. 46–50.

2. Надирадзе А. Б., Рахматуллин Р. Р. и др. Особенности экспериментального определения стойкости композиционных материалов к эрозионному воздействию струй стационарных плазменных двигателей // Вестник СибГАУ. 2012. Вып. 1. С. 91–96.

© Алякрещкий Р. В., Орлова Д. В., Брокс А. А., 2013

УДК 629.783

Д. Ф. Баляков, А. А. Герус, Е. Д. Мироненко, Я. Л. Похильченко, А. В. Снытко

Научный руководитель – Т. И. Соловьёва¹

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск
¹ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнева, Железнодорожск

ОЦЕНКА НАГРУЖЕНИЯ КОНСТРУКЦИИ КА ПРИ КОНСОЛЬНОЙ ТРАНСПОРТИРОВКЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Проводится анализ нагрузений частей (элементов) конструкции космического аппарата для режима его транспортирования по железной дороге.

Оценка функций нагружения частей КА для режима его транспортирования по железной дороге основывается на исследовании реакции нелинейной системы «вагон – космический аппарат», на внешнее кинематическое воздействие со стороны пути (при установившемся режиме движения) и со стороны смежных вагонов (при переходных режимах движения поезда) [1]. Наибольший интерес для исследования представляет оценка реакции системы «вагон – космический аппарат» в местах крепления корпуса аппарата к платформе. В общем случае режим вибрации платформы может представляться в виде стационарного широкополосного процесса, на который накладываются нестационарные колебания с несущей частотой порядка 40 Гц [2]. В тоже время, функции нестационарного нагружения, характеризуются сравнительно большими значениями перегрузок в продольном направлении, максимальные значения которых необходимы для оценки требуемых диапазонов несущей способности и жесткости аппарата. При перевозке по железной дороге одним из возмущающих фак-

торов являются стыковые неровности случайной величины и случайные геометрические неровности пути, создающие кинематические возмущения на каждую необрессоренную колесную пару транспортного средства. По результатам исследования нагружения системы «вагон – космический аппарат», математическая модель неровностей железнодорожного полотна представлена в виде комбинации периодических стыковых и случайных геометрических неровностей [3].

Периодические стыковые неровности принимают вид

$$S_n(t) = \frac{U_0}{2} \left(1 - \cos \frac{2\pi V}{L_H} t \right)$$

где U_0 – случайная величина глубины неровностей, описываемая нормальным законом распределения; V – скорость движения состава; L – длина стыковой неровности.

Случайные геометрические неровности описываются спектральной плотностью вида:

$$\Omega_{SC}(\omega) = \frac{\Omega_F(\omega)}{K_1^2 + \beta_1^2 \omega^2}$$

где K_1 – коэффициент упругости пути, β_1 – коэффициент вязкости; Ω_{Fc} – спектральная плотность сил взаимодействия между колесом и рельсом, представляемая «белым шумом».

Анализ нагружения проводится на базе конечно-элементной модели космического аппарата «Express 2000» массой 3.5 тонны и состоящей из 312 422 узлов (рис. 1).

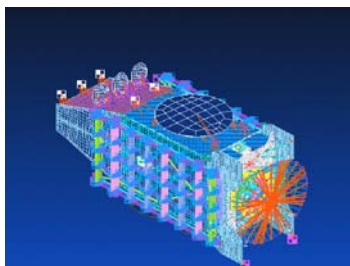


Рис. 1

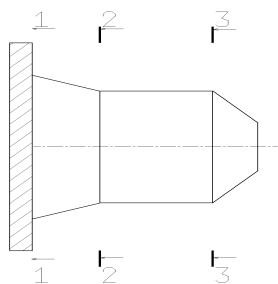


Рис. 2

Нагрузки принимаем согласно требованиям, предъявляемым к изделию при железнодорожной транспортировке:

Коэффициент перегрузки $n_x = \pm 1,5$; $n_y = -1 \pm 0,5$; коэффициент безопасности = 1,5.

Квазистатический анализ выявил следующие силовые факторы в интерфейсах аппарата по трем сечениям (рис. 2):

- 1) сечение 1-1 (крепление адаптера аппарата к платформе);
- 2) сечение 2-2 (стыковка адаптера с аппаратом);
- 3) сечение 3-3 (внутреннее крепление элементов конструкции аппарата);

при значениях перегрузки:

- 1) $n_x = 1,5$; $n_y = -2,5$

- 2) В сечении 1-1, максимальное значение силового воздействия составляет **10814 Н**; минимальное – **13822 Н**;

- 3) В сечении 2-2, максимальное значение силового воздействия составляет **494 Н**; минимальное – **239 Н**;

- 4) $n_x = 1,5$; $n_y = 2,5$

- 1) В сечении 1-1, максимальное значение силового воздействия составляет **10822 Н**; минимальное – **13835 Н**;

- 2) В сечении 2-2, максимальное значение силового воздействия составляет **Н**; минимальное – **Н**;

- 3) В сечении 3-3 максимальное значение силового воздействия составляет **346 Н**; минимальное – **217 Н**.

- 3) $n_x = -1,5$; $n_y = -2,5$

- 1) В сечении 1-1, максимальное значение силового воздействия составляет **13835 Н**; минимальное – **10822 Н**;

- 2) В сечении 2-2, максимальное значение силового воздействия составляет **229 Н**; минимальное – **136 Н**;

- 3) В сечении 3-3 максимальное значение силового воздействия составляет **217 Н**; минимальное – **346 Н**.

- 4) $n_x = -1,5$; $n_y = 2,5$

- 1) В сечении 1-1, максимальное значение силового воздействия составляет: **13828 Н** минимальное – **10814 Н**;

- 2) В сечении 2-2, максимальное значение силового воздействия составляет **239 Н**; минимальное – **494 Н**;

- 3) В сечении 3-3 максимальное значение силового воздействия составляет **276 Н**; минимальное – **239 Н**.

Максимально допустимое значение перегрузки $n_x = 1,5$ $n_y = 2,5$, таким образом, максимально допустимые нагрузки составляют $X = 5,25 \cdot 10^4$ Н; $Y = 8,75 \cdot 10^4$ Н. Реакция составляет $R = 10,204 \cdot 10^4$ Н

Полученные значения нагрузок удовлетворяют заданным требованиям.

Библиографические ссылки

1. Бендат Дж., Пирсол А. Измерение и анализ случайных процессов. М. : Мир, 1971. 408 с.
2. Гладкий В. Ф. Прочность, вибрация и надежность конструкции летательного аппарата. М. : Наука, 1975. 454 с.
3. Конструирование автоматических космических аппаратов / Д. И. Козлов, Г. П. Анишаков, В. Ф. Агарков и др. / под ред. Д. И. Козлова. М. : Машиностроение, 1996. 448 с. : ил.

© Баляков Д. Ф., Герус А. А., Мироненко Е. Д., Похильченко Я. Л., Снытко А. В., 2013

УДК 629.76

Н. А. Бердникова, В. Д. Бакаенко
 Научный руководитель – А. В. Лопатин
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КРУПНОГАБАРИТНОЙ ДВУХРЕФЛЕКТОРНОЙ АНТЕННЫ С ПОДДЕРЖИВАЮЩЕЙ РАМОЙ

Рассматривается задача проектирования трехслойной крупногабаритной антенны, состоящей из двух рефлекторов и поддерживающей их рамы.

Современный уровень потребностей в качественной и доступной спутниковой связи заставляет космические фирмы разрабатывать антенные системы с увеличенной зоной покрытия. Для этого на современных космических аппаратах применяются антенные системы с несколькими рефлекторами [1; 2]. Такие системы позволяют передавать сигнал на значительную по площади поверхность Земли. Объединение в

антенне двух рефлекторов и двух облучателей дает возможность оптимизировать конструкцию космического аппарата.

Задача проектирования, рассматриваемая в работе, состоит в разработке конструкции и силовой схемы антенны, которая состоит из двух рефлекторов, предназначенных для отражения сигнала разного частотного диапазона (рис. 1).

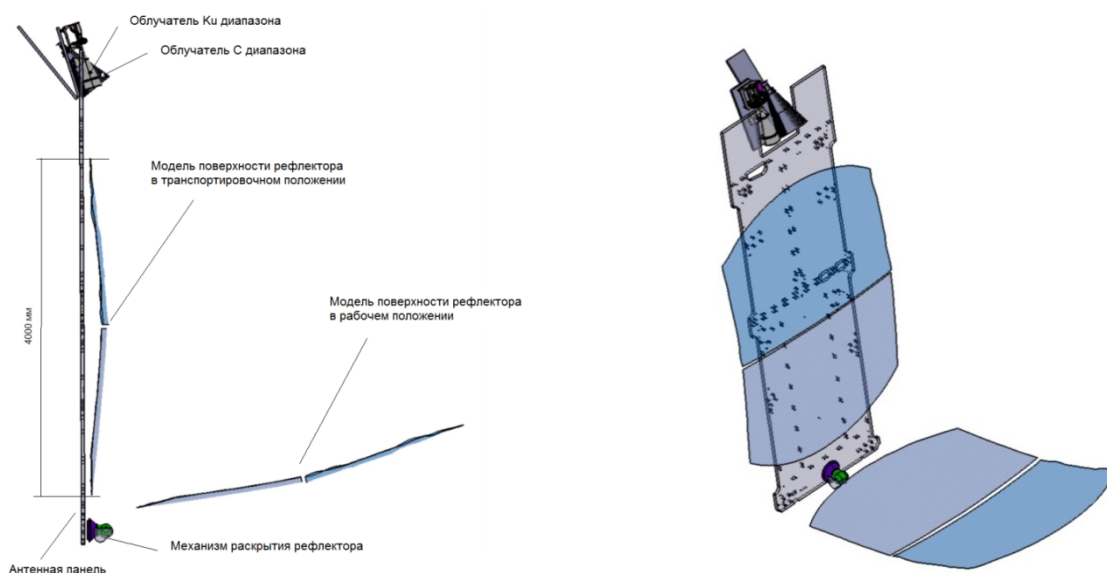


Рис. 1. Схема компоновки рефлектора на космическом аппарате

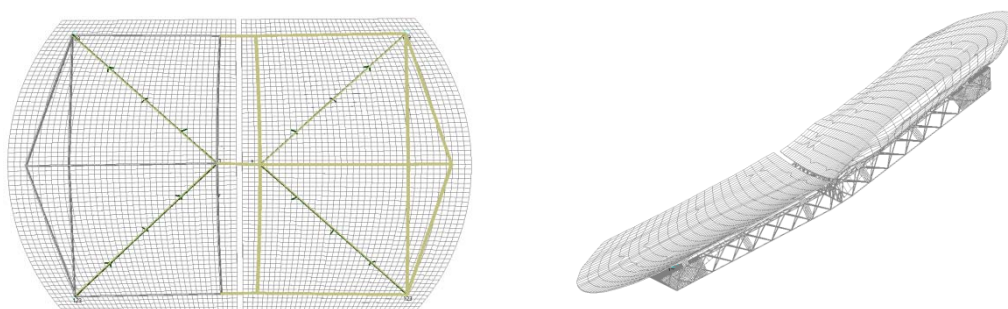


Рис. 2. Конечно-элементные модели рефлекторов

На первом этапе работы был проведен анализ различных вариантов конструкций, которые нашли применение в аэрокосмической промышленности и способны обеспечить отражающей поверхности заданную точность и жесткость. Одним из вариантов такой конструкции является тонкая оболочка, подкреплен-

ная ребрами жесткости. В процессе работы было выполнено моделирование нескольких конструкций с различным набором подкрепляющих ребер. Для всех вариантов был проведен анализ жесткости с помощью конечно-элементного пакета MSCNastran [3]. Результаты модального анализа показали, что конфигурация

ребер, представленная на рис. 2, имеет наибольшую первую частоту колебаний. Рефлектор представляет собой трехслойную оболочку, состоящую из одинаковых углепластиковых несущих слоев и кевларового сотового заполнителя. Ребра жесткости выполнены также в виде трехслойной конструкции. Вторым вариантом конструкции антенны, рассмотренный в работе, состоит из трехслойных оболочек рефлекторов и жесткой анизотропной поддерживающей рамы. Элементы этой структуры, выполнены из высокомодульного углеродного волокна.

Крупногабаритные космические антенны испытывают действие разнообразных нагрузок. К трансформируемым конструкциям предъявляют, в первую оче-

редь, высокие требования по жесткости, обусловленные необходимостью обеспечения точности рабочей поверхности рефлектора. Антенны также должны обладать минимальной массой.

Для анализа данных требований был проведен модальный анализ обоих вариантов конструкций. Конечно-элементные модели антенны показаны на рис. 2. Первая форма колебаний конструкции представлена на рис. 3.

Проведенный анализ показал, что второй вариант конструкции антенной системы имеет меньшую массу, чем первый вариант и при этом удовлетворяет задаваемым требованиям по жесткости. Полученные в работе результаты будут использованы при проектировании реальных антенных систем.

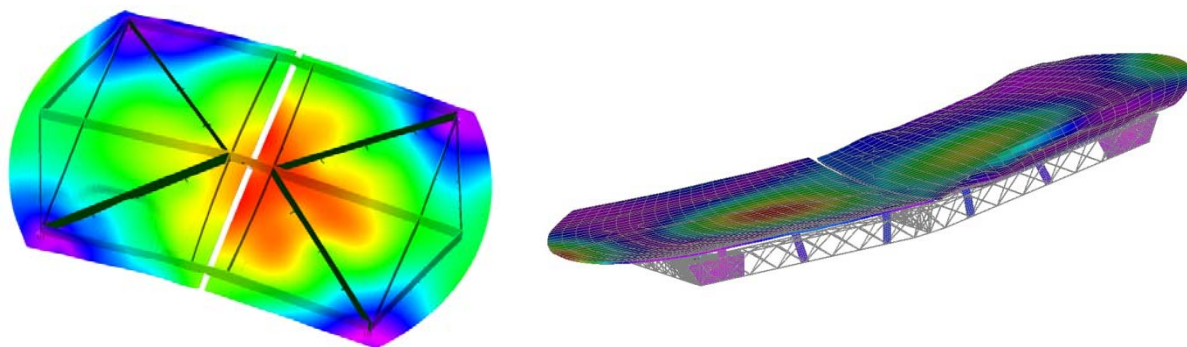


Рис. 3. Первая форма колебаний антенны

Библиографические ссылки

1. Nicolas Elie, Alain Lacombe, Stéphane Baril. *Ultra-light reflectors: a high-performance and industrial concept for commercial telecom antennas*. Paris, EADS SPACE Transportation.

2. Michael Lang, Horst Baier, Thomas Ernst. *High precision thin shell reflectors – design concept, structural*

optimization and shape adjustment techniques. Germany, Institute for Light Weight Structures.

3. Рудаков К. Н. *Femap 10.2.0. Геометрическое и конечно-элементное моделирование конструкций*. К. : КПИ, 2011. 317 с. : ил.

© Бердникова Н. А., Бакаенко В. Д., 2013

УДК 629

А. В. Гончарук

ОАО «Информационные спутниковые системы»
имени академика М. Ф. Решетнева», Железногорск

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ СИСТЕМ НАВЕДЕНИЯ АНТЕНН ДЛЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ С НЕЖЕСТКИМИ КОНСТРУКЦИЯМИ

Рассматривается подход построения методики для проведения испытаний и оценки возмущающего момента создаваемого при работе системы наведения с нежесткой конструкцией антенны.

Переход на использование крупногабаритных антенн и осуществление передачи информации на высоких связных частотах привели к новым, чрезвычайно жестким требованиям к управлению наведением. Ввиду жесткого лимита веса и объема космического аппарата созданные большие конструкции антенн являются гибкими в силу выбора легкого материала, а упаковка такой конструкции получается более плотной. Также большие космические конструкции имеют большое количество форм колебаний, которые обладают низкой частотой и близко расположены друг к другу.

В результате антенная система становится более сложным многомерным объектом управления, что диктует новые требования к системам управления положением антенн.

Необходимость ограничения возмущающего момента на аппарат при соблюдении заявленной точности и скорости сопровождения объекта создала задачу построения системы наведения антенн, не влияющей на ориентацию и стабилизацию космического аппарата при выполнении основной функции.

Поставленная задача была решена в несколько этапов:

– этап имитационного моделирования был завершён созданием математических моделей, имитирующих работу составных частей антенной системы, а именно математических моделей двигателя, редуктора, блока управления приводами;

– на этапе проработки логики функционирования системы наведения антенн был разработан специфический алгоритм управления системой, обеспечивающий минимизацию динамического возмущающего момента;

– этап оценки правильности заложенных решений был исполнен в виде отработки алгоритма на созданных математических моделях.

Построенный алгоритм управления системой наведения антенн был реализован в бортовом программном обеспечении. Такое специфическое программное обеспечение потребовало и переосмысления методик проведения наземной экспериментальной отработки и летных испытаний.

С учетом современных требований к космическим аппаратам были созданы принципиально новые алгоритмы управления, методики проведения испытаний, как наземных, так и штатных.

Впервые предъявленные жесткие требования к системе наведения антенн по оценке воздействия возмущающего момента на космический аппарат вызвали необходимость более глубокого теоретического изучения проблемы и путей её решения в виде принципиально новой реализации алгоритмов управления положением антенны. Полученные теоретические результаты были подтверждены при проведении ав-

тономных испытаний, испытаний в составе отработочного изделия и в составе космического аппарата «Луч-5». При таком подходе к проведению испытаний кроме получения стандартных характеристик – информации об угловом положении антенны, скорости ее поворота – проводились динамические испытания для оценки возможного возмущающего момента на космический аппарат. При этом применялись динамические имитаторы, соответствующие по своим параметрам реальным конструкциям антенн. При проведении динамических испытаний работа системы наведения антенн повторяла работу в составе космического аппарата, управление положением осуществлялось по алгоритму, предварительно разработанному для программного контура управления. Также был проведен анализ влияния на динамику космического аппарата возмущающих моментов, возникающих при управлении положением антенны и обеспечении требуемой погрешности наведения.

Выработанные инженерные решения были реализованы в бортовом программном обеспечении, методиках проведения наземной экспериментальной отработки и при штатном управлении.

Эти системы установлены и успешно выполняют поставленные задачи на аппаратах серии «Луч-5». В настоящее время ведутся летные испытания космических аппаратов «Луч-5А», «Луч-5Б», результаты работы системы – положительные.

© Гончарук А. В., 2013

УДК 532.522

И. С. Протевень

Научный руководитель – М. В. Краев

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ВЕРТИКАЛЬНЫЙ ВЗЛЕТ ЗА СЧЕТ РАЗРЕЖЕНИЯ ВОЗДУХА НА ПОВЕРХНОСТИ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

На основе представленной модели радиального обтекания газовым потоком поверхности проведены экспериментальные исследования по определению подъемной силы для летательного аппарата с крылом круглой формы

Ключевые слова: летательный аппарат, струйное течение, разрежение, подъемная сила.

В работе рассматривается возможность создания летательного аппарата нетрадиционной формы. На основе анализа возможных конструктивных решений рассматривается модель обтекания крыла полусферической формы (1) газовым потоком, источником которого является двигательная установка (2), расположенная в центре летательного аппарата (далее – ЛА).

Подъемная сила, уравнивающая силу гравитации, создается за счет разности давлений на нижней и верхней поверхностях платформы (рис. 1). Разрежение на верхней поверхности ЛА образуется за счет взаимодействия истекающей в радиальном направлении струи газа с данной поверхностью.

На основе проведенных исследований был выбран вариант специального обтекаемого профиля для создания наибольшей тяги и разработана экспериментальная модель, с помощью которой провели ряд опытных экспериментов.

В ходе проведенных экспериментов была получена графическая зависимость изменения подъемной силы [грамм] от скорости потока [м/сек], вытекающего из воздуховода измеряемого анемометром.

Анализируя приведенный на рис. 2 график подъемной силы видим, что в широком диапазоне скоростей полученная зависимость имеет преимущественно параболический характер, что хорошо согласуется с теоретической моделью обтекания ЛА.

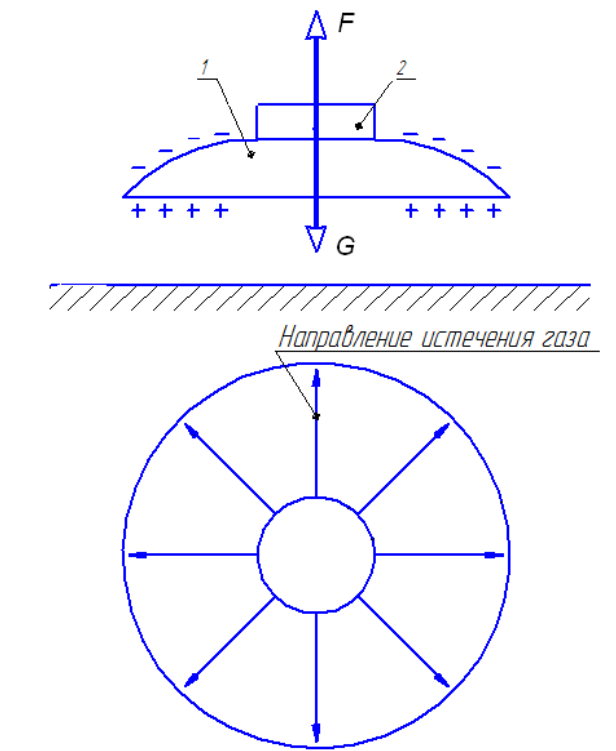


Рис. 1. Летательный аппарат и двигательная установка

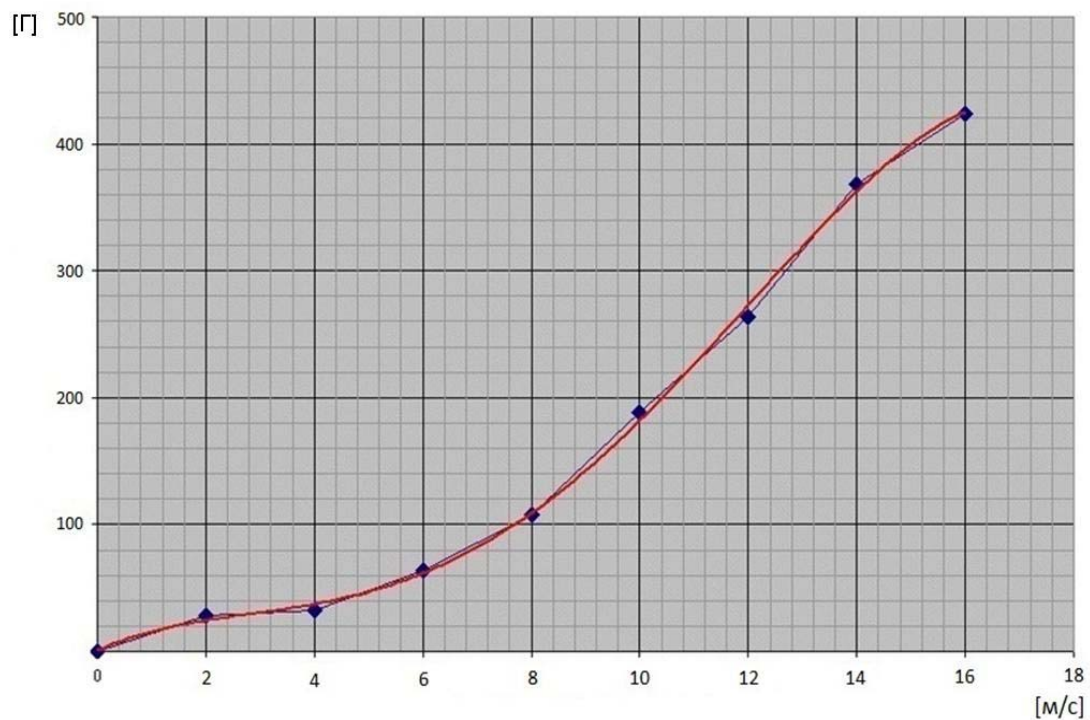


Рис. 2 Зависимость подъемной силы от скорости истечения потока

Библиографические ссылки

1. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. М., 1974. 712 с.

2. Абрамович Г. Н. Теория турбулентных струй. М., 1960. 715 с.

3. Гиневский А. С. Теория турбулентных струй и следов. М., 1969. 400 с.

4. Bradbury L. J. S. The structure of a self-preserving turbulent plane jet // J. Fluid Mech., 1965. 23, pt1. P. 31–64.

© Протевень И. С., 2013

УДК 629.7.063

А. В. Снытко, Е. Д. Мироненко, А. А. Герус, Д. Ф. Баляков
Научный руководитель – А. П. Ладыгин¹Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск
¹ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнева, Железногорск**ЗАРУБЕЖНЫЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ КБВД ОТ НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ***Проводится обзор современных зарубежных и отечественных методов защиты КБВД от несанкционированных воздействий.*

Для новых КА на базе платформы «Экспресс-4000» с весовыми характеристиками, превышающими энергетические возможности РН «Протон», прорабатывается концепция довыведения с использованием плазменных двигательных установок с ксеноновым баком высокого давления (КБВД) вместимостью до 500 кг.

В связи с длительным жизненным циклом изготовления и отработочных испытаний КБВД, а также его уязвимостью к ударным воздействиям, необходимо разработать меры предосторожности от несанкционированных воздействий на КБВД при выполнении с ним работ по сборке, изготовлению и экспериментальной отработке. Для КБВД должен быть проведен анализ угроз на уровне системы, должны быть идентифицированы потенциальные источники ударов и уровни энергии удара при системной интеграции, установлены уровень давления в КБВД при каждом потенциальном источнике удара, а также установлен перечень возможных опасных для бака событий (падение, вращение на твердой поверхности, срыв моментного ключа, удар/царапанье инструментом по наружной поверхности КБВД, удары погрузчика и крюка подъемного крана и т. д.).

Анализируя доступную информацию по КБВД за рубежом можно с уверенностью сказать, что изготовлено и прошли испытания тысячи самых разных по размерам и исполнению композиционных баков, а потому опыт фирм по специальному экранированию КБВД от несанкционированных воздействий достаточно богат.

Стандарт ANSI/AIAA S-081, разработанный рабочей группой американского института авиации и аэронавтики (AIAA) и принятый американским институтом национальных стандартов (ANSI), как американский национальный стандарт, предлагает план контроля за повреждениями от ударов, который должен применяться на всех этапах существования КБВД начиная с предприятия-изготовителя, через весь цикл испытаний, и на всех этапах интегрирования в систему перед пуском.

В целом, план контроля ударных повреждений использует минимум три основные методологии: обеспечение неповреждаемости с помощью процедуры исключения воздействий, применение индикаторов ударов и использование системы защиты от ударов

Первый метод, процедурный, требует от персонала высшего уровня качества надзора и 100 % гарантии, что КБВД не получит никаких повреждений. Персонал для этой цели должен быть обучен и сертифицирован относительно полных знаний по всем возмож-

ным источникам повреждения КБВД и по методам выполнения неразрушающей оценки, включая внешний осмотр.

Второй метод состоит в использовании индикаторов удара для установления любых повреждений от ударов и снижения уровня требований к качеству надзора за счёт установки индикаторов удара и, соответственно, контроля их показаний. Применение индикатора в качестве единственного средства смягчения последствий повреждения КБВД под давлением, как определено в 4.2.10.2.1 (стандарта S-081), производится обязательно при отсутствии персонала возле КБВД.

Если не используются защитные покрытия (чехлы), то должны использоваться индикаторы, эффективность которых по предотвращению последствий удара, энергия которого превышает защитные возможности покрытия (чехла) подтверждена экспериментально. Если испытания КБВД на остаточные напряжения не выполняются, индикатор должен быть способен регистрировать удары энергией 6,8 Дж, наносимые полусферическим стальным ударником диаметром 13 мм.

Если индикатор расположен снаружи защитного покрытия (чехла), эффективность такого индикатора должна быть предварительно подтверждена испытаниями.

Третий метод заключается в использовании защитных систем, способных принимать на себя последствия вмятин и прогибов в результате всех вероятных сценариев в опасном окружении. Этот метод требует повышенного внимания персонала только в процессе монтажа и демонтажа защитных систем.

Испытательный центр НАСА «Белые пески» (White Sands Test Facility – WSTF) объявил о разработке поглощающей энергию многослойной оболочки, которая является прототипом облегченных, недорогих и съёмных кожухов для экранирования и иной защиты для КБВД. Такая защитная оболочка не только экранирует КБВД от ударов, но и оснащена пьезодатчиками для контроля за ударными нагрузками, превышающими пороговый уровень. Такие нагрузки для КБВД могут возникнуть при небрежном обращении с ними в результате, например, падения на них инструментов. Энзолитовая пена использовалась до сих пор как средство некоторой защиты. Однако WSTF пришел к выводу, что энзолитовая пена сама по себе способна обеспечить ограниченную защиту от предполагаемых нагрузок. Фактически, эксперименты показали, что КБВД экранируется только энзолитовой пеной при ударе со скоростью около 19 м/с, макси-

мальное отклонение 3,96 мм наступает через примерно 7 мс, а удар оставляет постоянную деформацию 0,38 мм. На практике, такое повреждение требует замены КБВД. Программа испытаний WSTF также обнаружила, что КБВД незащищен без слоя из энзолитовой пены, которая может сильно деградировать от удара с энергией 47 Дж. Таким образом, программа испытаний WSTF выявила необходимость в более лучшей защите, чем защита, создаваемая энзолитовой пеной.

Была разработана противоударная (энергопоглощающая) многослойная защитная оболочка, удовлетворяющая таким требованиям. Эта оболочка представляет собой кожух из слоистого материала, каждый слой которого выполняет специфическую функцию: (1) слой энзолитовой пены толщиной 12,7 мм; (2) внутренняя оболочка из композита толщиной 1,3 мм; (3) слой из алюминиевой сетчатой пены толщиной 12,7 мм; (4) прочная композиционная оболочка толщиной 9,5 мм. Энзолитовая пена дает защиту от царапин; композиционная внутренняя оболочка обеспечивает ровную, жесткую поверхность, на которой удерживается алюминиевая пена; алюминиевая пена поглощает большую часть ударной нагрузки на сжатие; а композиционная внешняя оболочка предотвращает проникновение острых предметов. Между слоями энзолитовой пены и композиционной внутренней оболочкой встроен пьезорезистивный датчик силы, который используется для контроля ударов с энергией

выше 20 Дж – пороговый уровень энергии, испытанный в WSTF..

При испытаниях КБВД, защищенной такой оболочкой, удар происходил на скоростях около 20 м/с и максимальное отклонение достигало значения 1,3 мм спустя 6 мс. Никаких остаточных деформаций не имело места при таких испытаниях. Эти результаты демонстрируют значительное улучшение КБВД по сравнению с образцом, защищенным только энзолитовой пеной.

На фоне активного развития технологий создания сосудов высокого давления для КА с использованием композиционных материалов за рубежом, отечественный опыт в данной области невелик, а потому и опыт по защите КБВД от несанкционированных воздействий оставляет желать лучшего. Использование накопленных зарубежными странами наработок позволит сэкономить значительные средства отечественных фирм, работающих в данной области.

Библиографические ссылки

1. *ANSI/AIAA S-081-2000. Space Systems – Composite Overwrapped Pressure Vessels (COPVs)». Стандарт НАСА от 19.12.2000 г.*
2. *Implementation Guidelines for ANSI/AIAA S-081: Space Systems Composite Overwrapped Pressure Vessels. Aerospace Report No. R-2003(8504)-1 20 January 2003.*

© Снытко А. В., Мироненко Е. Д., Герус А. А.,
Баляков Д. Ф., 2013

УДК 629.7

А. Н. Трофимов, В. Д. Лоскутов
Научный руководитель – Л. А. Бабкина
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ТЕРМИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ В ТРУБОПРОВОДАХ СИСТЕМЫ ТЕРМОРЕГУЛИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

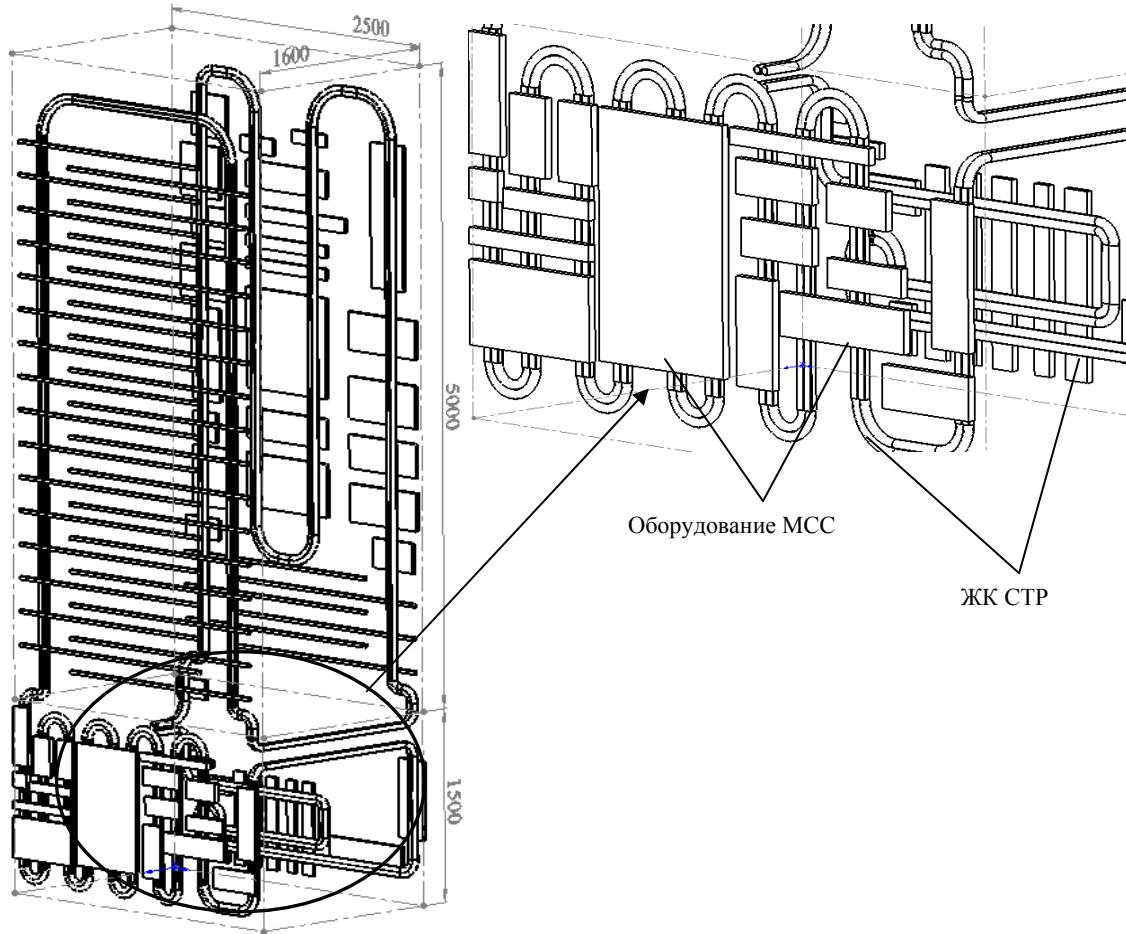
Рассматривается задача конечно-элементного моделирования термических напряжений в трубопроводах системы терморегулирования (СТР) КА.

Постановка задачи включает: создание трехмерной геометрической модели трубопровода системы терморегулирования с использованием САПР SolidWorks (см. рисунок); моделирование при принятых допущениях в пакете Flow Simulation течения рабочей жидкости по трубопроводу с учетом теплопередачи; передачу результатов анализа в пакет конечно-элементного анализа SolidWorks Simulation для уточ-

ненного расчета напряженно-деформированного состояния элементов СТР.

Результаты численного моделирования показали: СТР обеспечивает отвод избыточного тепла, выделяющегося при работе приборов.

Созданная конечно-элементная модель может быть использована при определении способа компоновки КА.



Трёхмерная геометрическая модель трубопровода системы терморегулирования КА

© Трофимов А. Н., Лоскутов В. Д., 2013

УДК 629.7

Н. И. Асеинов

Научный руководитель – Ж. Г. Мурадимов
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск**СПОСОБЫ УПРАВЛЕНИЯ ВЕКТОРОМ ТЯГИ РДТТ**

Рассматриваются способы управления вектором тяги ракетных двигателей первых и последующих ступеней ракеты для вывода полезного груза на орбиту КА или к цели головных частей боевых ракет.

Ракетные двигатели твердого топлива благодаря своему быстрдействию и простоте устройства (а, следовательно, надежности) является наиболее подходящим или даже незаменимым средством для создания тяги, вывода космических кораблей на околоземные орбиты и аварийное спасение космонавтов на начальном участке, разделение ступеней ракетополетителей, раскрутка ракетных ступеней и космических аппаратов с целью их стабилизации в полете, создание начальных перегрузок для нормального запуска основных жидкостных ракетных двигателей в невесомости и т. д., доставки головных частей баллистических ракет к целям. Но в тоже время эти двигатели имеют особенность управления вектором тяги, регулирование которой возможно.

Управление ЛА осуществляется с помощью органов управления, построенных с использованием аэродинамических сил или энергии истекающей струи двигателя. Иногда применяют комбинированные органы управления, в которых используется аэродинамические и силы истекающей газовой струи.

Одним из наиболее простых методов управления вектором тяги является поворотное сопло, соединяющее с корпусом двигателя через жидкий шарнир, представляя собой опору и фланец между которыми располагается полость заполненная маслом. Полость состоит из корпуса (титанового сплава), сама оболочка состоит из эластомера заполненного жидкостью под давлением. Применение такого шарнира позволяет отклонять сопло в двух плоскостях (тангажу и рыскания) на плюс минус 4 (максимум) градуса.

На ракете с двигателем твердого топлива использована отработанная схема управления вектором тяги: аэродинамические и газодинамические рули – на первой ступени, «вдув» газа в закритическую часть сопла двигательной установки – на верхних ступенях.

Аэродинамические силы, величина и закон распределения которых задаются нормами прочности или определяются продувками. Массовыми инерционными силами рулей ввиду их малости обычно пренебрегают. Рассматривая работу элементов рулей при восприятии внешних нагрузок, по аналогии с крылом следует различать общую силовую работу агрегатов оперения как балок, в сечениях которых действуют

перерезывающие силы, изгибающие и крутящие моменты, и работу местную от воздушной нагрузки, приходящейся на каждый участок обшивки с подкрепляющими ее элементами.

Газодинамические рули маршевых РДТТ могут проектироваться с учетом необходимого изменения направления вектора тяги для управления полетом РН и КА. Указанная цель достигается установкой газовых рулей (не относящихся к конструкции РДТТ) на выходе из сопла, несимметричным вводом соответствующих газа или жидкости в сопло (что приводит к повороту реактивной струи), отклонением (качением) сопла в осевой плоскости (при помощи соответствующих приводов) и другими способами.

На двигателе второй ступени управление вектором тяги осуществляется при помощи «вдува» газа, и обеспечивается это специальным газогенератором, расположенным снаружи соплового блока.

Для управления движения ЛА в соответствии с требуемой траекторией необходимо иметь возможность изменять величину и направление вектора скорости, а также ориентацию осей ЛА в пространстве.

С этой целью используются реактивные двигатели и различные органы управления, представляющие собой систему управления, которая расположена в приборном отсеке, и самого исполняющего элемента (поворотные сопла) действие которых создает необходимые для управления силы и моменты.

Перечисленные устройства должны обеспечивать управление ракетой в трех плоскостях. Однако не все из них позволяют это сделать при односопловой схеме двигателя. Например, газовые рули дают возможность управлять по курсу, тангажу и крену при одном сопле, а такие устройства как дефлекторы, разрезные сопла создают управляющие моменты обычно только в двух плоскостях. Для управления этими устройствами в трех плоскостях необходимо иметь многосопловой блок.

Одним из основных недостатков УВТ является их ограниченная возможность управления во времени – управление ракетой может осуществляться только при работающем двигателе.

Большое разнообразие исполнительных органов управления обусловлено особенностями выполнения

поставленных задач. При проектировании выбирают те органы управления, которые наиболее полно отвечают требованиям технического задания.

Библиографические ссылки

1. Назаров Г. А., Прищепа В. И. *Космические твердотопливные двигатели*. М. : Знание, 1980. 63 с, ил. (Новое в жизни, науке, технике. Сер. Космонавтика, астрономия. № 7).
2. *Современные отечественные ракеты-носители. Ракетно-космическая техника : учеб. пособие /*

В. В. Филатов, М. Д. Евтифьев, Л. Н. Лебедева и др. ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2005. 144 с.

3. Алиев А. М., Липанов А. М. *Проектирование ракетных двигателей твердого топлива*. М. : Машиностроение, 1995. 400 с.
4. Ерохин Б. Т. *Теория внутрикамерных процессов и проектирование РДТТ*. М. : Машиностроение, 1991. 560 с.

© Асеинов Н. И., 2013

УДК 621.45.053

К. Ш. Ахметшин, С. Ю. Кирюхин, А. С. Рябинин
 Научный руководитель – В. П. Назаров
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СПОСОБОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЯГИ ЖРД И РДТТ

Рассматриваются возможные способы регулирования тяги на твердотопливных и жидкостных ракетных двигателях и их сравнительная характеристика. Эффективность регулирования тяги в существующих ДУ.

Способы регулирования тяги ЖРД и РДТТ существенно отличаются, хотя и имеют применимые к обоим типам методы.

Регулирование тяги ЖРД может быть осуществляться следующими способами: *регулирование расхода компонента поступающих в ЖГГ; регулирование соотношения компонентов в ЖГГ; регулирование давления подач компонентов на входе в камеру двигателя; регулирование расходов компонентов поступающих в камеру двигателя.*

Способ регулирования расхода компонентов поступающих в ЖГГ относится к двигателям без дожигания генераторного газа с двухкомпонентным ЖГГ. На трубопроводе питания окислителя («О») восстановительного ЖГГ устанавливается регулятор тяги, одновременно на трубопроводе питанием горючим («Г») устанавливается еще один регулятор давления, корректирующий соотношение компонентов. Данный способ представляется достаточно надежным и позволяет достигать достаточно большого диапазона регулирования тяг (≈ 100).

Способ регулирования соотношения компонентов в ЖГГ наиболее часто используют в двигателях с дожиганием генераторного газа, он позволяет регулировать тягу в небольших пределах, диапазон составляет 12.5–20. Регулятором тяги является регулятор давления подачи «Г» в окислительный ЖГГ устанавливаемый на линию питания дополнительным компонентом. Регулятор поддерживает давление подачи «Г» в соответствии с давлением подачи «О». Кроме этого система управления может менять соотношение компонентов, что меняет термодинамические параметры генераторного газа и на выходе повлияет на давление в камере сгорания и тягу. Диапазон регулирования соотношения компонентов в данной схеме ограничен возрастанием температуры генераторного газа, поэтому у данного способа малый диапазон регулирования тяги.

Регулирование давления подач компонентов на входе в камеру двигателя. Регулятор давления «Г» изменяет давление подачи в соответствии с командой системы управления, а регулятор «О» изменяет давление подачи в соответствии с давлением подачи «Г». Оба регулятора выполняют одновременную роль регулятора тяги и регулятора соотношения компонентов.

Регулирование расходов компонентов, поступающих в камеру двигателя. Регуляторы, поддерживая постоянство расходов «О» и «Г», обеспечивают одновременно поддержание тяги и соотношения компонентов на заданных уровнях. Оба регулятора могут получать соответствующие сигналы на перенастройку от системы управления.

Изменение тяги РДТТ существенно затруднено ограниченными возможностями воздействия на тягу в период работы двигателя. Скорость горения заряда и тяга двигателя существенно зависят от начальной температуры заряда. Колебания температур, химического состава и технологические отклонения при изготовлении топлива вызывают определенный разброс энергетических характеристик и скоростей горения в двигателе.

Регулирование тяги РДТТ может быть осуществлено следующими способами: *изменение площади критического сечения; ввод дополнительной массы в камеру; изменение поверхности горения; непосредственное воздействие на скорость горения; обнуление тяги.*

При газодинамическом способе регулирования диапазон регулирования тяги составляет 1,7...2,0. К существенным недостаткам данного метода относятся: произвольные потери газа до 1/4 запаса топлива, необходимость иметь еще один источник рабочего тела управляющего канала и создание разности давлений управляющего и питающего потока. Для топ-

лив с низким v расход имеет малую чувствительность к изменению площади критического сечения, и высокую к изменению давления.

Регулирование тяги вводом в КС химически активной дополнительной массы позволяет получить отношение тяг равное 20. Данный способ позволяет реализовать охлаждение сопла, повысить удельную тягу. Другой способ ввод вторичной инертной массы в КС позволяет регулировать тягу малом диапазоне отношений тяг

Способ изменения поверхности горения позволяет регулировать изменение тяги в более широком диапазоне (*диапазон устойчивого регулирования 3...6*), чем регулирование с изменяющейся площадью критического сечения. Возможно достижение более широкого диапазона 1,5...8,0 с использованием методов подвижных нитей, поджатием катализатора к горячей поверхности, тепловых и силовых ножей, порционной подачи секций твердого топлива в КС. Наиболее перспективным методом является гидравлический метод, когда в заряде твердого топлива происходит высвобождение каналов заполненных жидкостью. К минусам этих методов стоит отнести конструктивную сложность.

При непосредственном воздействии на скорость горения электрическим способом регулирования тяги позволяет при мгновенном изменении электрического тока менять тягу двигателя. Этот способ мало применим по причине необходимости иметь на борту ЛА массивного источника электроэнергии.

Обнуление тяги посредством воздействия на зону горения акустической энергии, магнитного поля, ла-

зерного излучения исследованы слабо и полученные значения регулирования тяги весьма малы и составляют 1,5...1,8. Кроме того при регулировании магнитным полем, источники питания электромагнитных катушек составляют более 10 % от массы заряда твердого топлива.

Судя по вышеизложенному материалу можно смело утверждать, что способы регулирования тяги ЖРД позволяют регулировать ее в более широком диапазоне и более просты в исполнении, меньше подвержены влиянию температурного фактора и не ограничены в воздействии на тягу в процессе работы двигателя.

Библиографические ссылки

1. Кольга В. В. Проектирование ракет с ракетным двигателем на твердом топливе : учеб. пособие. Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2004. С. 84–96.
2. Алемасов В. Е., Дрегалин А. Ф., Тишин А. П. Теория ракетных двигателей : учебник для студентов высших технических учебных заведений / под ред. В. П. Глушко. М. : Машиностроение, 1989. С. 379–384.
3. Конструкция и проектирование жидкостных ракетных двигателей : учебник для студентов вузов / Г. Г. Гахун, В. И. Баулин, В. А. Володин и др. / под общей ред. Г. Г. Гахуна. М. : Машиностроение, 1989. 424 с. : ил.

© Ахметшин К. Ш., Кирюхин С. Ю.,
Рябинин А. С., 2013

УДК 621.45.04.4

Я. Ю. Бакулин

Научный руководитель – М. В. Кубриков

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЛАСТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ И УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ ДИАФРАГМ РАЗДЕЛИТЕЛЕЙ

Предложен вариант экспериментальной установки для исследования малоциклового усталости материала АД-1, из которого возможно изготовления сферических диафрагм-разделителей топливных баков.

В вытеснительной системе подачи монотопливной ДУ используется сферический топливный бак с металлическим выворачивающимся разделителем. Диафрагма имеет поверхность полусферы, отбортованной по периферии торовой поверхностью.

В производстве разделителей применяется сплав АД-1. Его применение обусловлено его механическими характеристиками. Он обладает требуемой герметичностью и пластичностью. Но постоянная деформация материала приводит к появлению усталостной прочности, поэтому дальнейшее исследование необходимо проводится именно в этой области.

Основная проблема состоит в том, что в результате процесса выворачивания после прохождения зоны перекатывания в материале действуют остаточные

упругие напряжения, и при выворачивании бака возможна потеря устойчивости.

Изучив [1] и [2] было решено изготовить испытательную установку.

Для определения усталостной прочности материала предлагается использовать его модель в виде гладких образцов с рабочей частью круглого сечения: трубчатые цилиндрические, сплошные цилиндрические, трубчатые корсетные, сплошные.

Для экспериментального исследования усталостной прочности предлагается разработать специальную установку. Установка будет представлять собой раму, на которой будет крепиться электродвигатель, который по средству ременной передачи будет передавать крутящий момент на шкив, закрепленный на валу, в

свою очередь на валу будут закреплены патроны от дрели или подобное удерживающее устройство, в которые вставляется испытуемый образец. Принцип действия прост: шкив под действием приложенного внешнего крутящего момента электродвигателя совершает вращательное движение, которое передается зажиму образца, на который в свою очередь подвешены грузики. Образец жестко защемлен патронами с одной и с другой стороны. Испытания ведутся до разрушения образца, количество циклов считываются датчиками.

Результатом данной работы будет являться разрабатанная и изготовленная установка для проведения испытаний на малоцикловую усталость. Проведение испытаний на данной установке позволит создать бо-

лее полную картину о возможности применения материала АД-1 для изготовления диафрагм-разделителей.

Библиографические ссылки

1. ГОСТ 25.505–85. Методы механических испытаний металлов. Метод испытаний на малоцикловую усталость при механическом нагружении. М. : Изд-во стандартов, 1994.
2. ГОСТ 25.504–82. Расчеты и испытания на прочность. Методы расчета характеристик сопротивления усталости. М. : Изд-во стандартов, 1994.

© Бакулин Я. Ю., 2013

УДК 621.4

М. В. Белобровина

Научный руководитель – Н. С. Сенюшкин

Уфимский государственный авиационный технический университет, Уфа

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЯМОТОЧНЫХ ВРД

Рассматриваются проблемы применения ПВРД, анализируются их достоинства и недостатки, обсуждаются перспективы их развития и применения. Формулируются возможное направление исследований.

ПВРД – реактивный двигатель, в котором для сжигания горючего используется кислород, содержащийся в атмосферном воздухе; относится к классу двигателей прямой реакции, в которых тяга создается за счёт реактивной струи, истекающей из сопла.

Запатентованный ещё в 1913 г французом Рене Лореном, прямоточный воздушно-реактивный двигатель (ПВРД) привлекал конструкторов простотой своего устройства, но главное – способностью работать на сверхзвуковых скоростях и в самых высоких, наиболее разреженных слоях атмосферы, то есть в условиях, в которых ВРД других типов неработоспособны или малоэффективны. Этот простейший тип ВРД состоит всего из трех элементов: диффузора, камеры сгорания и реактивного сопла.

В диффузоре на сверхзвуковых скоростях полета осуществляется торможение потока, в результате чего происходит интенсивное повышение давления воздуха с малыми потерями.

Рост давления и температуры вследствие динамического напора позволяет осуществить эффективный термодинамический цикл только за счет скоростного напора. Например, уже при скоростях соответствующих числу Маха 3,5, без учета потерь, степень повышения давления торможения достигает значительных величин, превосходящие показатели осевого компрессора.

В камере сгорания в результате сжигания топливовоздушной смеси образуются продукты сгорания высокой температуры. Так как в газозвушном тракте ПВРД отсутствуют подвижные элементы, то температура газов на выходе из камеры сгорания может быть повышена до ее предельного значения.

Затем, расширяясь в сопле, рабочее тело ускоряется и истекает со скоростью большей, чем скорость

набегающего потока, что и создаёт реактивную тягу.

До настоящего времени все серийные ПВРД были рассчитаны на дозвуковые скорости в камере сгорания. В последние годы была выдвинута идея создания гиперзвуковых ПВРД с горением топлива в сверхзвуковом потоке, с так называемыми сверхзвуковыми камерами сгорания. И как дальнейшее развитие этой идеи – ПВРД вообще без камер сгорания, с горением топлива во внешнем потоке, с наружным горением.

К настоящему времени ТРД отодвинули прямоточные двигатели далеко в область сверхзвуковых скоростей [1; 2].

Недостатком ПВРД является то, что он может работать только после достижения определенной минимальной скорости полета, которой можно достичь только с использованием другого двигателя или ускорителя. Неэффективность ПВРД на малых скоростях полёта делает его практически неприменимым на пилотируемых ЛА; но для беспилотных, в том числе боевых ЛА (в частности, крылатых ракет), одноразового применения, летающих в диапазоне скоростей 2...5 М, благодаря своей простоте, дешевизне и надёжности, он предпочтителен. Также ПВРД используются на летающих мишенях.

Длительное время принципиальным препятствием для роста скоростей, на которых ПВРД могут создавать силу тяги, большую собственного лобового сопротивления, был располагаемый температурный перепад.

По мере роста скоростей полета возрастает степень сжатия воздуха во входном устройстве ПВРД и растет температура воздуха, поступающего в камеру сгорания, в результате чего уменьшается разница между температурой воздуха, поступающего в камеру

сгорания, и температурой продуктов сгорания, выходящих из нее. Все это приводит к тому, что уменьшается энергия, сообщаемая потоку в двигателе, и соответственно работоспособность потока.

Проблема получения полезных тяг от ПВРД при больших числах M в какой-то мере решается за счет перехода на другое, более эффективное топливо, например путем замены керосина жидким водородом.

Главный же, решающий метод обеспечения нужного теплоперепада и высокой эффективности гиперзвуковых ПВРД – это переход от дозвуковых к сверхзвуковым камерам сгорания.

Организация эффективного процесса сгорания топлива в двигателе является одной из ключевых задач проектировщиков.

Основные тенденции развития ПВРД, направленные на повышение его эффективности:

- регулируемого входного и выходного устройства, с целью снижения сопротивления и потерь полного давления,
- минимизация массы двигателя, корпус которого выдерживает внешние аэро- и гидродинамические нагрузки, определяемые видом носителя, способом старта и условиями полета;
- интегрированием маршевого ПВРД со стартово-разгонной ступенью (СРС) в целях уменьшения габаритов гиперзвуковой КР и максимального заполнения объема пускового контейнера;
- использование энергоемких топлив с большими удельными массами;
- применение регулирующих систем, реагирующих на положение косога скачка уплотнения, образуемого клином или конусом и замыкающего скачка в воздухозаборном устройстве (ВЗУ);

- обеспечение неоднократного запуска в воздухе;

Вопрос относительно целесообразности применения ВРД на разгонных космических аппаратах остается пока открытым. Еще нет оснований считать, что воздушно-реактивные двигатели могут заменить ракетные при необходимости разгонять до чисел M , больших 10–12. Кроме того, ПВРД, единственно пригодные для практического использования на этих скоростях воздушно-реактивные двигатели, неавтономны. Они сами требуют разгона их до сверхзвуковых скоростей с помощью других средств. Устранить этот недостаток можно за счет создания комбинированных ВРД. Именно этим путем пытаются сейчас идти некоторые зарубежные фирмы в стремлении создать высокоэкономичные двигатели для воздушно-космических аппаратов.

В связи с тем, что основная сложность в проектировании ВРД заключается в обеспечении горения и приемлемого теплового состояния конструктивных элементов в горячей зоне двигателя, дальнейшим направлением работы должно стать – исследование теплового состояния стенок и других элементов камер сгорания.

Библиографические ссылки

1. Теория и расчет воздушно-реактивных двигателей : учебник для вузов / В. М. Акимов, В. И. Бакулев, Р. И. Курзинер и др. ; под ред. С. М. Шляхтенко. 2-е изд., перераб. и доп.. М. : Машиностроение, 1987.
2. Кулагин В. В. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок. 2-е изд. М. : Машиностроение, 2003.

© Белобровина М. В., 2013

УДК 621.453.457

Я. В. Бочерикова, А. Е. Савина
 Научный руководитель – В. П. Назаров
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПЕРВЫЙ СИБИРСКИЙ ЖИДКОСТНЫЙ РАКЕТНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

Рассматривается история создания двигателя РД-216. Представлены особенности конструкции.

В середине XX века началась эпоха бурного развития ракетно-космической отрасли, ставшая оплотом безопасности и могущества страны на мировой арене. Над созданием ракет и космических аппаратов трудились лучшие конструкторские организации и промышленные предприятия, оснащенные самым современным оборудованием.

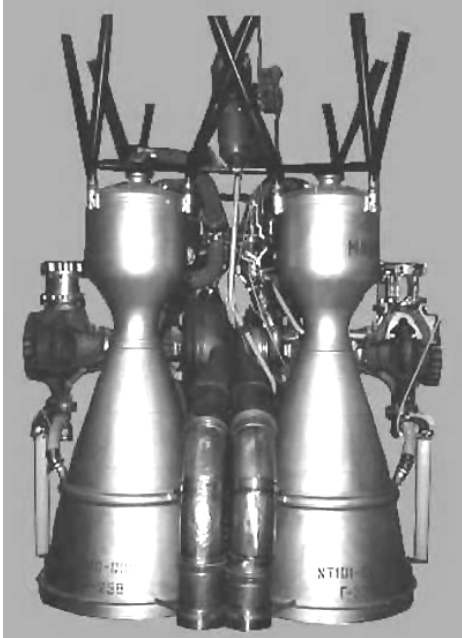
В конце 50-х гг. XX века выявилось существенное отставание СССР в носителях ядерного оружия, способных обеспечить поражение военных объектов на территории стран НАТО в Западной Европе, а также стратегических целей в Азии, части Северной Америки и Африки. Для защиты страны нужна была новая ракета, оснащенная мощным и надежным двигателем. Поэтому 2 июня 1958г. вышло правительственное

постановление о разработке баллистической ракеты средней дальности Р-14 с двигателем РД-216 (8Д514), представленной на рисунке.

По предложению М. К. Янгеля разработка двигательной установки была поручена ОКБ-456, которым руководил академик В. П. Глушко. Коллективу этой конструкторской организации удалось создать замечательный двигатель 8Д514, который явился первым отечественным ЖРД, работающим на высококипящих токсичных компонентах НДМГ и АК-27И. Эта топливная пара обеспечивала высокие энергетические показатели силовой установки ракеты.

В конструкции двигателя впервые в ракетном двигателестроении использован принцип модульно-блочного построения ДУ. В его основу положен двух-

камерный двигательный блок с одним ТНА и газогенератором, расположенными между камерами, агрегатами автоматики и органами регулирования режима работы двигателя. Блочно-модульная конструкция позволяет существенно сократить трудоемкость изготовления двигателя, упрощает его экспериментальную отработку, обеспечивает проведение доводочных испытаний с высоким темпом.



Двигатель РД-216

Двигатель РД-216 состоит из двух двигательных блоков РД-215, объединенных общей рамой и имеющей общую систему запуска от пусковых бачков.

По энергетическим, массовым и габаритным характеристикам превосходил все ранее созданные азотнокислотные двигатели. Это достигнуто в результате использования нового горючего, повышения основных параметров двигателей и использования в конструкции новых технических решений.

К отличительной особенности этого двигателя следует отнести: высокий уровень удельного импульса тяги; использование для привода турбины продуктов сгорания основных компонентов топлива с избытком горючего; применение самовоспламеняющегося топлива; отказ от управления топливными клапанами с помощью сжатого воздуха; введение шнеков на входе в насосы, что улучшило кавитационные характеристики ТНА.

На основании полученных экспериментальных данных по экономичности и устойчивости рабочего процесса был выбран вариант камеры с сотовым расположением форсунок и длиной цилиндрической части 300 мм.

Двигатель на запуске стал выходить сразу на номинальный режим.

Статистика испытаний выбранного варианта камеры двигателя РД-216 показала эффективность разработанного смесеобразования. Она позволила уточнить

удельный импульс тяги и ввести в документацию его фактически полученное значение 246 с.

ТНА одновальной консольной схемы с разрезным валом. Состоит из двух блоков – насоса окислителя и насоса горючего с двухступенчатой турбиной. На впускном коллекторе турбины закреплен пиростартер. Пиростартер имеет систему прогрева заряда для стабилизации режима раскрутки ТНА. Для повышения кавитационной устойчивости насосов при более низком давлении наддува, введены шнековые преднасосы. Сброс отработанного газогенератором газа осуществляется через дополнительные сопла.

Особенностью конструкции газогенератора является наличие демпфирующего устройства, состоящего из мембраны и короткого глухого трубопровода. При возникновении пульсаций давления газов в газогенераторе мембрана разрушается, и наличие присоединенного объема приводит к гашению колебательного процесса.

Доводочные испытания насосов проводились в два этапа. На первом этапе, длившемся с июня 1959 по январь 1960 г., было установлено, что фактические коэффициенты полезного действия (КПД) насосов существенно выше принятых в расчетах. Это позволило снизить число оборотов ротора ТНА с 10 000 об/мин, указанных в эскизном проекте, до 9 500 об/мин.

Наддув бака окислителя осуществляется сжатым воздухом, бака горючего – сжатым азотом. Компоненты топлива самовоспламеняющиеся. Баки отделены от ТНА пусковыми мембранами клапанами с пиропроводом. После прорыва мембран, происходит заливка ТНА компонентами до соответствующих пусковых клапанов. Органы управления – газоструйные рули. Конструкция камер сгорания – паяносварная, корпус образован стальной стенкой и стальной рубашкой, соединенными гофрированными проставками.

В конце 1970-х п. Конструкторским бюро «Энергомаш» был разработан вариант модернизации двигателей РД-216 ракет Р-14, снимаемых с боевого дежурства и находящихся на хранении в арсенале РВСН. С июня 1979 г. по март 1982 г. бригадой рабочих и инженеров завода «Красмаш» была проведена доработка пятидесяти двигателей, которые успешно использовались в качестве двигателей первой ступени баллистического варианта ракеты-носителя «Космос-3МР» при запусках с целью исследования и испытания новых образцов ракетного вооружения.

Библиографические ссылки

1. *Щит и меч Родины / под. ред. В. К. Гупалова. М. : РИО-пресс, 2002. 508 с.*
2. *Стратегические ракетные комплексы наземного базирования. М. : Военный парад, 2007. 248 с.*
3. *Бирюков Н. Архипелаг особого назначения // Воздушно-космическая оборона. 2010. № 5. С. 76–87.*

© Бочерикова Я. В., Савина А. Е., 2013

УДК 629.78

И. В. Буртыль
Научный руководитель – К. Ф. Голиковская
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ВНЕШНИЕ ИСТОЧНИКИ ТЕПЛА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА И ЗАДАЧИ РАСЧЕТА ТЕПЛООБМЕНА

Рассматриваются особенности внешнего теплообмена космического аппарата.

Теплообмен космического аппарата с окружающей средой является важным фактором, определяющим тепловой режим аппарата. Сложный характер поля внешних тепловых потоков требует разработки специальных математических моделей и методов их расчета, обеспечивающих высокую точность.

Излучение Солнца и планет создает сложное поле переменных тепловых потоков, падающих на поверхность КА. При этом для основной части аппарата наибольший вклад вносит поток прямого солнечного излучения. Падающая солнечная радиация частично поглощается поверхностью планеты, остальная энергия рассеивается в космическое пространство. КА в околопланетной зоне подвергается воздействию как потока инфракрасного собственного излучения планеты, так и отраженного ее поверхностью солнечного излучения, спектр которого близок к спектру падающей радиации. Собственное и отраженное излучение планеты называется соответственно длинноволновым и коротковолновым излучением.

При описании теплового режима наружных элементов системы терморегулирования КА необходимо учитывать все виды внешних тепловых потоков. Это обусловлено, во-первых, наличием участков КА, на которые не попадает солнечное излучение. Во-вторых, многие КА из-за низкой орбиты значительную часть времени пребывают в тени планеты, где единственным видом тепловой нагрузки является ее собственное излучение. Это обстоятельство усугубляется еще и тем, что отдельные элементы КА имеют

покрытия с ярко выраженными селективными свойствами, которые поглощают инфракрасное излучение во много раз интенсивнее, чем солнечное.

Исследование теплообмена КА, имеющих сложную форму наружной поверхности, требует учета взаимных затенений различных участков аппарата. Кроме того, на тепловой режим оказывают влияние первичные составляющие тепловой нагрузки и потоки переизлученной и переотраженной в конструкции КА падающей лучистой энергии [1].

На этапе проектирования тепловой режим КА может быть исследован либо экспериментально в вакуумной камере, либо расчетными методами при заданных характеристиках внешних воздействий и известных значениях теплофизических параметров элементов конструкций, поэтому создание эффективных математических моделей внешних источников тепла является необходимым условием развития средств проектирования СТР КА [2].

Библиографические ссылки

1. Александров О. Г. Системы терморегулирования автоматических космических аппаратов : учеб. пособие. Красноярск, КИКТ, 1990.
2. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / под ред. А. И. Перова, В. Н. Харисова. 4-е, изд. перераб. и доп. М. : Радиотехника, 2010.

© Буртыль И. В., 2013

УДК 621.454.2

А. В. Веселов, Н. С. Фуфачев.
Научный руководитель – В. П. Назаров
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ЛАЗЕРНОЕ ЗАЖИГАНИЕ В ЖРД

Рассматривается перспективная система зажигания с использованием лазера, применимая к несамовоспламеняющимся топливным парам.

Важнейшей частью современного жидкостного ракетного двигателя является его система запуска. Развитие работ в области лазерного зажигания применительно к ракетной технике обусловлено рядом преимуществ этого способа.

Лазерная система зажигания включает в себя [1]: камеру сгорания с соплом, смесительную головку

с каналами подвода компонентов, лазерное устройство воспламенения компонентов топлива, состоящее из малогабаритного источника лазерного излучения с узлом ввода и фокусировки. При этом узел ввода и фокусировки излучения выполнен таким образом, что он обеспечивает фокусировку лазерного излучения на элемент внутренней поверхности камеры сгорания

жидкостного ракетного двигателя или газогенератора или в ее объем. Узел ввода и фокусировки излучения малогабаритного источника лазерного излучения может быть расположен:

- непосредственно на смесительную головку;
- на боковой поверхности камеры сгорания.

В обоих вариантах установки узла ввода и фокусировки излучения малогабаритного источника лазерного излучения заявляемое устройство может быть снабжено дополнительно, по крайней мере, одним малогабаритным источником лазерного излучения с узлом ввода и фокусировки.

Рассмотрим работу системы зажигания [2]. В камере сгорания через смесительную головку с форсунками подается окислитель и горючее. Так как один из компонентов обычно подается с опережением, после подачи второго компонента включается лазерный источник, лазерное излучение которого узлом ввода и фокусировки излучения фокусируется на специальную мишень, где происходит оптический пробой с возникновением плазмы оптической искры. Следующая за этим серия лазерных импульсов при одновременном увеличении расхода второго компонента приводит к появлению в зоне фокусировки соотношения компонентов, благоприятного для воспламенения смеси. Развивающийся затем очаг воспламенения поджигает всю камеру сгорания, а лазер выключается. Как правило, при запуске ракетного двигателя один из компонентов подается с опережением. Поэтому, для снижения энергопотребления системы зажигания, включение лазера целесообразно осуществлять после подачи второго компонента, так как только начиная с этого момента в области фокусировки может появиться смесь компонентов, способная к воспламенению. В переходный момент с начала подачи второго компонента в области фокусировки соотношение компонентов может изменяться. Поэтому для надежности воспламенения подачу поджигающего импульса необходимо осуществлять многократно. Количество импульсов и частота их следования подбирается экспериментально. Представленная конструкция запального устройства является модификацией штатного электроискрового ЗУ, разработанного КБХА (г. Воронеж). Устройство состоит из корпуса, узлов подачи, компонентов топлива, реакционной полости, в которой имеется выход в канал транспортировки факела продуктов горения в камеру сгорания двигателя. Лазерная свеча, соединяемая с корпусом ЗУ, состоит из корпуса свечи, в который герметично вставляется втулка с оптическим волокном. Излучение с торца волокна фокусируется на мишень с образованием вблизи поверхности оптического пробоя. Для повышения давления в канале запального устройства предусмотрена возможность вворачивания на срез ЗУ специальных втулок из молибденового сплава с различными диаметрами проходных сечений. Параметры излучения лазера, работающего в импульсно-периодическом режиме, следующие: энергия единичного импульса $E_{п1} \leq 1$ мДж; длительность единичного импульса $\sim 110 \dots 130$ нс; частота следования импульсов – 20 кГц; длина волны лазерного излучения – 1 060 нм [3]. В штатном исполнении вывод излучения

из лазера осуществляется через гибкий волоконный кабель с коллиматором на выходе. Для ввода излучения в ЗУ через оптическое волокно, на штатный коллиматор был смонтирован специальный адаптер, оснащенный стандартным оптическим разъемом. Кварц – кварцевое волокно (диаметр сердцевины – 600 мкм), подсоединяемое к этому разъему, транспортировало излучение непосредственно в лазерную свечу. Непосредственно перед экспериментами измерялась средняя мощность излучения на выходе из лазерной свечи, что позволяло, в свою очередь, определять потери излучения по всему тракту, а также энергию единичных импульсов $E_{п2}$.

По сравнению с электроискровым методом, при лазерном зажигании практически отсутствуют электромагнитные помехи, что особенно актуально для многосопловых двигательных установок многократного включения. Немаловажно и то, что при лазерном зажигании можно осуществлять выбор зоны инициирования горения в широких геометрических пределах без изменения конструкции камеры сгорания или запального устройства. Зажигание с помощью лазера можно производить в более широком диапазоне давлений топливной смеси, чем другими методами. Лазерное зажигание является многократным, практически с неограниченным числом включений, что обуславливает его преимущества, по сравнению с химическим и пиротехническими способами. Технической задачей, на решение которой направлено изобретение лазерной системы зажигания, является обеспечение надежного многократного воспламенения топлива в камере ЖРД или газогенератора, снижение массогабаритных характеристик системы зажигания, снижение массогабаритных характеристик ЖРД или газогенератора по сравнению с электроискровыми, упрощение процедуры поджига камеры, а также возможность работы ЖРД или газогенератора как на жидких, так и на газообразных несамовоспламеняющихся компонентах топлива.

Библиографические ссылки

1. Иванов А. В., Ребров С. Г., Пономарев Н. Б. и др. Способ воспламенения компонентов топлива в камере сгорания ракетного двигателя и устройство для его осуществления (варианты). Патент Российской Федерации на изобретение. № 2326263 с приоритетом от 14.05.2007.
2. Пономарев Н. Б., Иванов А. В., Моталин Г. А. и др. Лазерное зажигание – новый способ для ЖРД. Характеристики и преимущества // Актуальные вопросы планетных экспедиций» по материалам научно-технической конференции. М., 2006. 3–5 сент.
3. Ребров С. Г. (RU), Голубев В. А. (RU), Голиков А. Н. (RU). Камера жидкостного ракетного двигателя или газогенератора с лазерным устройством воспламенения компонентов топлива и способ ее запуска (патент № 2468240).
4. Льюис Б., Эльбе Г. Горение, пламя и взрывы в газах. М. : Мир, 1968.

© Веселов А. В., Фуфачев Н. С., 2013

УДК 629.78

А. В. Гайнутдинов, О. В. Каменюк
 Научный руководитель – А. А. Зуев
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ТЕЧЕНИЙ С ТЕПЛОТДАЧЕЙ В ЭЛЕМЕНТАХ ПРОТОЧНЫХ ЧАСТЕЙ ТУРБОМАШИН

Разработаны алгоритмы расчета течений в элементах проточных частей турбомашин с учетом теплоотдачи. Получены осредненные параметры течения и теплоотдачи по длине экспериментальной установки.

Большая часть существующих на сегодняшний день методик расчета вращательных течений с теплоотдачей носит критериально-эмпирический характер и основана на обработке экспериментальных результатов [1]. В итоге не всегда обеспечивается требуемая точность расчета гидродинамических характеристик. Применение экспериментально-теоретических расчетных методик течений с теплоотдачей в полостях вращения турбомашин летательных аппаратов является актуальной задачей, которая позволит снизить материальные и временные затраты на проектирование, испытания и доводку современных образцов двигателей и энергосиловых установок.

Для определения параметров течения в полости вращения использовались уравнения движения (дифференциальное уравнение угловой скорости ядра потока):

$$\omega^{i+1}_я = \omega_я - \frac{2\pi}{\rho V} \left(\tau_{0\alpha}^{ст} - \tau_{0\alpha}^{диск} \right) - \frac{2\omega_я}{R},$$

уравнение энергии:

$$h^i = C_p^i (T^i + 273) + \frac{C_p^{i2}}{2} - \frac{Q^i}{\dot{m}} + \frac{N^i}{\dot{m}},$$

где Q – тепловой поток, определяемый на элементарном участке i , а также N – диссипация энергии трения, также определяемая на элементарном участке и замыкается уравнением состояния [2]:

$$p_i v_i = RT_i$$

Для определения параметров течения в полости вращения применяется численное интегрирование.

Разработанные алгоритмы позволяют снизить временные и материальные затраты на проектирование и производство современных образцов ракетно-космической техники, увеличить энергетические и эксплуатационные характеристики турбомашин.

Библиографические ссылки

1. Волков К.Н., Емельянов В.Н. Течения и теплообмен в каналах и вращающихся полостях. М.: Физматлит, 2010. 488 с.
2. Интегральное соотношение уравнения энергии температурного пространственного пограничного слоя / А. А. Зуев [и др.] // Вестник Рыбинской гос. технологич. акад. 2010. № 2(17). С. 37–42.

© Гайнутдинов А. В., Каменюк О. В., 2013

УДК 629.7.036.7.001.2(082)

А. В. Евтух, А. А. Ерисов, А. С. Крылов, А. С. Торгашин
 Научный руководитель - И. В. Уваев
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М.Ф. Решетнева, Красноярск

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОРЕАКТИВНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

С 2009 г. в рамках президентской программы модернизации и технологического развития экономики России реализуется проект создания транспортного космического модуля – межорбитального буксира на базе ядерной энергетической установки (ЯЭУ) с электрореактивной двигательной установкой (ЭРДУ) для дальних космических полетов.

В настоящее время человечество успешно исследует околоземное пространство и постепенно перешло к изучению дальнего космоса. В изучении ближнего космоса успешно используются современные жидкостные двигательные установки, но для исследования дальнего космоса, как показали исследования [1] имеющиеся двигательные установки не перспективны. Так, например, для полета на Марс, ориенти-

ровочный запас топлива составляет 1 200–1 500 тонн, при удельном импульсе в 4,6 км/с. Проводимые в настоящее время исследования показали, что перспективным направлением для дальних космических полетов является увеличение удельного импульса. В силу того, что удельный импульс жидкостных ракетных двигателей ограничен, то основным направлением для увеличения удельного импульса является ис-

пользование не химической энергии, а использование энергии электрического поля, что послужило основой для создания электрических- реактивных двигателей, в которых удельный импульс достигает 100 км/с.

Основными направлениями разработок являются: ИД (ионный двигатель), СПД (стационарный плазменный двигатель), МПДД (магнитоплазодинамический двигатель) и МПД (магнитоплазменный двигатель).

Принцип работы ИД заключается в ионизации газа и его разгоне электростатическим полем. Примером такого двигателя является NSTAR, тяга которого 20–250 мН, скорость истечения 20–50 км/с при КПД 60–80 %.

Принцип действия СПД: рабочее вещество, как правило, ксенон, поступает в канал и вблизи анода ионизируется. Ионы ускоряются в электрическом поле и вылетают из двигателя, создавая реактивную тягу, электроны же используются для нейтрализации объемного заряда. Примером такого двигателя является СПД-200, обладающий тягой, доходящей до 500 мН и удельным импульсом 2 500 с и КПД до 60 %

Принцип действия МПДД: рабочее тело (литий) в жидком состоянии попадает в испаритель и нагревается до температуры 1 000–1 100 °С. Затем пар ионизируется и разгоняется в магнитном поле.

Схожий принцип действия можно увидеть у МПД. При помощи электромагнитного излучения рабочее тело (аргон) ионизируется. Далее газ попадает в ускоритель, где вторая радиоволновая антенна резко увеличивает температуру плазмы, а набор сверхпроводящих катушек используется как сопло с магнитными стенками, в котором плазма разгоняется до высокой скорости, порядка 15–60 км/с развивая удельный импульс 5 200 с при КПД 70 %.

Сегодня для КА большой массы нужны сильноточные двигатели на основе различных модификаций МПДД. Они позволяют получать необходимые тяги и удельные импульсы для разгона космического аппарата в приемлемые интервалы времени. В этой связи является актуальным создание экспериментальных МПДД в качестве прототипов будущих ЭРД. В МПДД в зависимости от различных режимов работы струя плазмы может, как отрываться от корпуса КА и тогда ускоритель становится двигателем, так и обволакивать его оболочкой. Минусом МПДД является непродолжительный срок службы его катодных узлов. Ионный двигатель – разновидность электрического ракетного двигателя. Недостатком ионного двигателя является малая тяга. Например, разгон космического аппарата с весом в 1000 кг до 100 км/с требует двух суток непрерывной работы ионного двигателя, которую невозможно увеличить из-за ограничений объемного заряда. Проблема ИД состоит в том, что двигательная установка должна состоять из 300–500 модулей. Это значит, что вспомогательная аппаратура системы электропитания и управления будет снижать надежность всей двигательной установки и увеличивать ее массу. Поэтому двигатели большего размера существуют лишь в единичных экземплярах на стадии лабораторных моделей. Так же существует проблема, связанная с нейтрализацией статических зарядов на крупногабаритном космическом корабле с ЯЭРДУ.

Российский СПД – наиболее разработанный и единственный штатный двигатель с электромагнит-

ным ускорением ионов. Спецификой этого двигателя, как и других электроракетных двигателей, является значительно большая скорость истечения рабочего тела. Применение СПД в геостационарных КА способствует увеличению доли массы целевой аппаратуры и срок ее активного существования. За счет этого значительно повышается эффективность КА.

Проанализировав параметры данных ЭРД, нами был сделан следующий вывод: самым приоритетным является выявление наиболее оптимального рабочего тела, способного обеспечить наибольшую по сравнению с достигнутой в данный момент удельную тягу при максимальном КПД.

Оценив ряд преимуществ и недостатков электро-реактивных двигателей, и выявив, что из-за малой отбрасываемой массы РТ время непрерывной работы ЭРД будет измеряться месяцами и годами; их использование вместо существующих химических РД позволит увеличить массу полезного груза КА. Исходя из этих данных, мы выявили возможность усовершенствования данного типа РД. В процессе исследования было выявлено, что имеющееся сопло Лавалия не позволяет КА развить необходимую скорость для космических перелетов. Также остается фактом, что используемое в данный момент рабочее тело ЭРД не обладает требуемыми характеристиками. Большинство современных ЭРД работают на очень дорогом и редко встречающемся в природе ксеноне. В связи с перспективами дальнейшего развития данного вида двигательных установок имеется возможность расширить их сферу применения и использовать как двигатели для межпланетных перелетов.

Так как удельная тяга складывается из двух составляющих: массы и скорости истечения рабочего тела, на данный момент необходимо добиться максимальной эффективности использования рабочего тела двигателем. Этого можно достигнуть используя различные виды топлива. Например, цезий, ртуть или обедненный уран. Применение цезия позволило бы уменьшить площадь тяговой камеры. Однако возможность использования зависит от того, удастся ли разработать метод для ионизации частиц «тяжелых» рабочих тел. Сравнив элементы периодической таблицы Менделеева, по их распространенности в природе, масса-габаритным характеристикам и вырабатываемой мощности во время ионизации к рассмотрению предоставляются ртуть и обедненный уран. При заданных объемах эти вещества способны доставить полезный груз на дальние дистанции. При предварительном испарении урана высокочастотными лазерами, процесс ионизации упрощается, так как определенная часть РТ уже ионизирована. В случае со ртутью энергозатратный процесс испарения упрощается (температура кипения = 357,25 градусов Цельсия), но при этом является легче рассмотренного выше урана.

Библиографическая ссылка

1. Славин В. С., Данилов В. В., Краев М. В. Энергодвигательная установка для пилотируемых межпланетных полетов // Полет. 2001. Вып. 6. С. 9–17.

© Евтух А. В., Ерисов А. А., Крылов А. С., Торгашин А. С., 2013

УДК 621.45.015

О. В. Каменюк, А. В. Гайнутдинов
 Научный руководитель – Л. П. Назарова
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФАЗОВОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА В СОСТАВЕ СТЕНДА
 ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ШНЕКОЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ**

Оценены перспективы использования фазовых измерителей крутящего момента в составе стенда для гидравлических испытаний шнекоцентробежных насосов. Произведен анализ средств измерения крутящего момента.

В настоящее время гидравлические испытания шнекоцентробежных насосов жидкостных ракетных двигателей [1] проводятся с учетом имеющихся средств измерений и методики проведения испытаний и требуют затрат времени на проведение контрольно-технологических испытаний, соизмеримых, а иногда и превышающих ресурс работы насосов в составе изделия [2]. Кроме того, имеющиеся средства измерений не всегда позволяют с достаточной для практики точностью оценить действительное значение снимаемого параметра, что особенно обращает на себя внимание при снятии энергетической характеристики насосов с малым уровнем крутящего момента на его валу.

Одним из основных характерных параметров, определяемых при гидравлических испытаниях насосов, является его КПД. Как правило, КПД насосов определяется косвенным путем по результатам измерения величин, входящих в следующую зависимость:

$$\eta_n = \frac{\rho V H}{\omega M_{кр}}$$

где ρ – плотность жидкости, V – объемный расход жидкости; H – напор насоса; ω – угловая скорость вращения ротора насосного агрегата, $M_{кр}$ – крутящий момент на валу насоса.

Измерение параметров ω , H и \dot{V} на испытательных стендах в настоящее время не представляет сложности при достаточно высокой точности (погрешность менее 1 %) и быстродействию. Основную погрешность в определение КПД насоса вносит крутящий момент, а точнее система его измерения. Широко применяется метод балансирующего динамометра [3], принцип которого заключается в том, что рама электродвигателя с мультипликатором устанавливается на гибких растяжках с возможностью окружного смещения в области упругих деформаций растяжек. Усилие с электродвигателя регистрируется с помощью рейтерных автоматических весов. Погрешность данного метода составляет порядка 1÷3 %.

Проведенный анализ средств измерения крутящего момента позволил установить, что существенными преимуществами по сравнению с методом балансирующего динамометра обладают измерители крутящего момента (ИКМ), основанные на принципе крутильного динамометра с регистрацией угла закручивания фазовым методом.

Сущность фазового метода измерения крутящего момента состоит в следующем: крутящий момент от двигателя передается к потребителю мощности через упругий элемент, угол закручивания которого пропорционален величине крутящего момента. На концах упругого элемента установлены диски с метками. Рядом с дисками установлены датчики, на выходе которых в момент прохождения метки появляется сигнал. О величине угла закручивания упругого элемента и, следовательно, о величине крутящего момента судят по углу сдвига фаз между сигналами датчиков. Диски с метками и датчики образуют устройство для преобразования угла закручивания упругого элемента в фазовый сдвиг.

Структурная схема ИКМ (см. рис. 1) в общем виде состоит из трех основных элементов:

- упругий элемент – торсион;
- устройство для преобразования угла закручивания в фазовый сдвиг – индукционный датчик;
- измеритель сдвига фаз-фазометр.

Преимущества фазового ИКМ:

- возможность установки измерителя на уже работающих стендах без их существенной реконструкции;
- при его использовании отпадает необходимость вывешивания электродвигателя, перенастройка предела измерения сводится практически к замене стыковочного торсиона.

Одним из основных недостатков, присущих фазовым ИКМ, является невозможность непосредственной градуировки всего комплекса ИКМ в статике. Поэтому для обеспечения необходимой точности ИКМ отдельно проводится градуировка торсиона и определение погрешностей системы преобразования угла закручивания в фазовый сдвиг и фазометра.

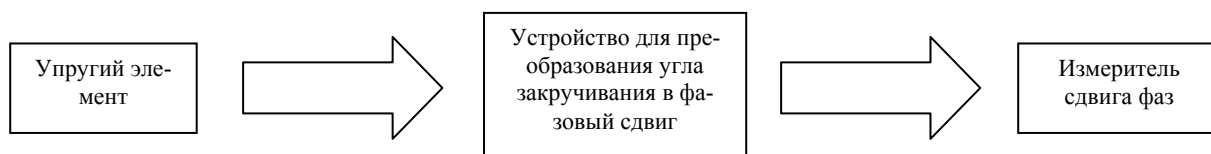


Рис. 1. Структурная схема ИКМ

Анализ фазовых торсионных ИКМ показал хорошие динамические характеристики и более высокую точность снятия энергетических параметров (погрешность менее 1 %) с простой перенастройкой системы измерения на испытания других узлов путем замены торсиона, что позволяет говорить об актуальности и перспективности использования фазовых ИКМ для гидравлических испытаний шнекоцентробежных насосов.

Библиографические ссылки

1. *Технология производства жидкостных ракетных двигателей* : учебник / В. А. Моисеев, В. А. Тара-

сов и др. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. 381 с.

2. *Испытания насосов* : справ. пособие / О. В. Яременко. М. : Машиностроение, 1976. 225 с.

3. *Технология сборки и испытаний насосов жидкостных ракетных двигателей* : учеб. пособие / М. В. Краев, В. П. Назаров, Л. П. Назарова, Б. Ф. Оратынский ; под общ. ред. проф. М. В. Краева ; САА. Красноярск, 1993. 104 с.

© Каменюк О. В., Гайнутдинов А. В., 2013

УДК 621.45

И. А. Куимов, М. В. Шадт
 Научный руководитель – В. П. Назаров
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ЛЕНТ ПРИПОЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ КАМЕР ЖРД

Рассматривается проблема нанесения лент припоя на оболочки камер ЖРД.

Одним из наиболее ответственных технологических процессов в производстве камеры жидкостного ракетного двигателя является процесс сборки под пайку блока сопла. Особое значение имеет нанесение лент припоя на внутреннюю поверхность наружной стенки сопла.

Для этого используется автоматизированная установка, обеспечивающая закрепление припоя с применением контактной точечной сварки (рис. 1). Припой заложен между паяемыми поверхностями в виде тонких лент фольги [1]. При этом способом легко достигается концентрация припоя в определенных местах паяемых поверхностей и равномерное распределение его по всей поверхности. Материалом припоя являются высоколегированные сплавы сложного состава: ПМ-17, ПЖК-35. Толщина ленты 0,12 мм, ширина 5 мм [3].

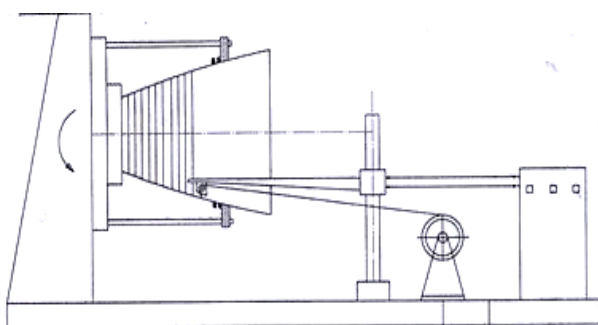


Рис. 1. Автоматизированная установка для нанесения припоя

Контроль нанесения лент припоя производится в два этапа:

- использование специального мерительного инструмента для проверки соблюдения расстояния между нанесенными лентами;

- рентгеновский контроль;

На схеме изображен чертеж качалки (рис. 2), являющейся основной частью приспособления для закрепления лент припоя. Под качалку подается через направляющую лента припоя. При контакте ролика в качалке с рубашкой подается импульс для прихватки припоя (рис. 1). Так как качалка и ролик должны иметь повышенную теплопроводность, в качестве материала для их изготовления используют бронзу (БрХ1, БрХ0,8) [2], которая обладает следующими свойствами:

- малой прочностью;
- низкой твердостью;
- высокой теплопроводностью.

При нанесении припоя под воздействием сил трения создается люфт в ролике, тем самым возникает погрешность в точности установки лент припоя. Расстояние между нанесенными лентами припоя соблюдается по допуску 3 ± 1 мм.

С целью устранения данного недостатка предлагается заменить ролик на подпружиненный электрод со сферическим наконечником (рис. 3). Материал наконечника – бронза БрХ1. Такая схема позволит исключить биение ленты и сохранить заданный допуск на расположение лент припоя [3].

В процессе нанесения лент припоя траектория ленты изменяется из прямолинейного в круговое (по винтовой линии). Необходимо уменьшить расстояние Z между направляющей и электродом (рис. 2), что сведет до минимума отклонение ленты припоя от траектории ее нанесения [4].

Предложенное технологического оборудования нуждается в дополнительных исследованиях и проведении экспериментальных проверок.

Применение нового оборудования направлено на повышение качества и точности нанесения лент припоя.

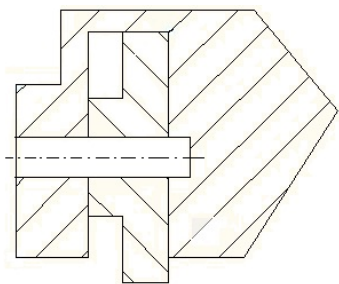


Рис. 2. Качалка

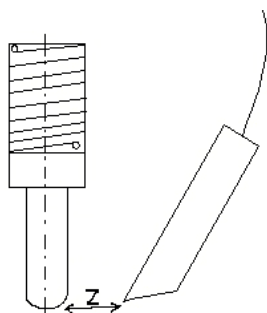


Рис. 3. Подпружиненный электрод со сферическим наконечником

Новая конструкция также будет способствовать уменьшению межремонтного рабочего времени и снижению себестоимости изготовления камеры ЖРД.

Библиографические ссылки

1. Банов М. Д. *Технология и оборудование контактной сварки : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. 4-е изд., стер. М. : Академия, 2009. 224 с.*
2. *Технологические основы сварки и пайки в авиационном производстве : учебник для вузов / В. А. Фролов, В. В. Пешиков, А. Б. Коломенский и др. / под общей ред. В. А. Фролова. М. : Интермет Инжиниринг, 2002. 456 с.:ил.*
3. *Технология производства жидкостных ракетных двигателей : учебник / В. А. Моисеев, В. А. Тарасов, В. А. Колмыков и др. / под ред. В. А. Моисеева и В. А. Тарасова. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. 381 с. : ил. (Технологии ракетно-космического машиностроения).*
4. Горев И. И. *Основы производства жидкостных ракетных двигателей : учеб. пособие для техникумов. М. : Машиностроение, 1969. 356 с.*

© Куимов И. А., Шадт М. В., 2013

УДК 629.782

В. Г. Маханьков

Научный руководитель – М. В. Кубриков

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ НАДДУВ ТОПЛИВНЫХ БАКОВ

Рассмотрена возможность наддува топливных баков ракет аэродинамическим способом в плотных слоях атмосферы. Используя данный способ наддува можно исключить из конструкции ТНА, что самым благоприятным образом скажется на массе, габаритах и сложности конструкции ракеты в целом.

Рассмотрим на примере двигателя 8Д716 возможность наддува баков данным способом. Данный двигатель устанавливается на ракету Р-9А: ее масса 81 т.

Исходя из расхода компонентов топлива на данной двигательной установке в 572,2 кг/с, а также времени ее работы в 110 с можно сделать вывод о массе топлива в первой ступени – 63 тонны. Следовательно масса ракеты без топлива первой ступени – 18 т. С помощью формулы Циолковского [1] можем просчитать скорости ракеты на интересующем участке полета.

$$V_{ид} = I \cdot \ln \frac{M_0}{M_k} = 3\ 955 \text{ м/с.} \quad (1)$$

Так как идеальная скорость отличается от реальной в большую сторону, условно примем скорость ракеты после выключения двигателя первой ступени в 3 500 м/с.

Так как $V = at$ можем вычислить среднее значение ускорения ракеты в полете:

$$a = 31,8 \text{ м/с}^2, \text{ а } S = \frac{at^2}{2} \quad (2)$$

тогда:



Рис. 1

Данный расчет выполнен с допущением: Ускорение постоянно, не зависит от времени и массы ракеты. Для дальнейшего расчета необходимы графики зависимости плотности атмосферы от высоты, а также зависимость давления от высоты.

Результаты представлены на графике (рис. 1).

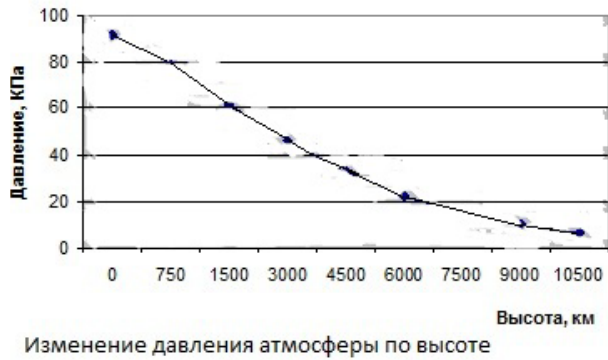


Рис. 2

Давление, создаваемое набегающим потоком рассчитывается следующим образом:

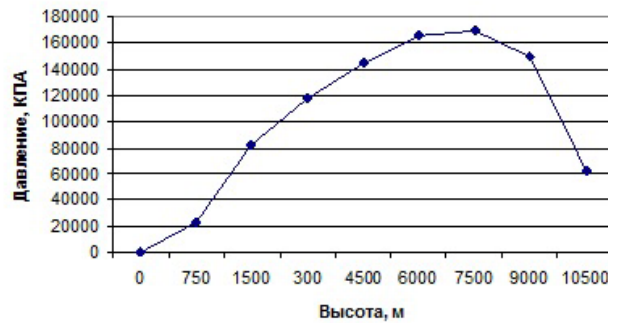
$$P_{\text{над}} = P_{\text{атм}} + \frac{\rho V^2}{2} \quad (3)$$

Результаты приведены на графике (рис. 3).

Рабочее давление наддува баков двигателя 8Д716 – 11,25 МПа. Согласно графику такое давление достигается спустя небольшое время после пуска. В то время, пока данное давление не будет достигнуто, предлагается наддув с помощью шар-баллонов, с последующим переходом на наддув от воздухозаборников. Также в данной схеме необходимо применять редуктор давления и обратный клапан.

Данный способ наддува баков может быть осуществлен только до высоты около 20 км, после достижения данной высоты плотность воздуха слишком мала для создания нужного давления. Границы примени-

мости могут быть расширены за счет применения диффузоров для увеличения давления, но опять же лишь до определенного предела.



Давление, создаваемое набегающим потоком

Рис. 3

Таким образом, аэродинамический наддув топливных баков может быть осуществлен только для ракет, высота полета которых не превышает 20–25 километров, т. е. для метеорологических и любительских ракет, а также для крылатых ракет с ЖРД, но по определенным причинам на крылатые ракеты данный тип двигателя не устанавливается.

Библиографическая ссылка

1. Алифанов О. М., Андреев А. Н. и др. *Баллистические ракеты и ракеты-носители / под ред. О. М. Алифанова. М. : Дрофа, 2004. 512 с.*

© Маханьков В. Г., 2013

УДК 629.78

А. В. Окунев

Научный руководитель – К. Ф. Голиковская
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ЗАДАЧИ ТЕПЛООВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Рассматриваются проблемы и задачи процессов теплообмена, возникающие при разработке систем терморегулирования космических аппаратов.

Современный космический аппарат (КА) представляет собой сложную техническую систему, процесс проектирования которой – это путь компромиссных решений между разнохарактерными по решаемым задачам направлениями общего процесса проектирования при выполнении единой цели создания оптимального проекта.

Неотъемлемой частью общего процесса проектирования, его обязательной составляющей и важнейшим видом инженерной деятельности при разработке КА является тепловое проектирование аппарата.

Терморегулирование современной технической системы представляет собой достаточно сложную проблему, так как тепловые нагрузки, действующие

на его агрегаты и конструкцию, существенно зависят от условий его функционирования. В связи с этим задача исследования и выбор параметров такой системы и ее элементов (с учетом воздействия на них внешних и внутренних тепловых нагрузок, а также факторов и ограничений, влияющих на эти нагрузки) является частью общей задачи проектирования теплонагруженных сложных технических систем [1].

Качество проектирования зависит от полноты экспериментальной отработки систем и ее агрегатов при стендовых и натурных испытаниях, от достоверности отработки экспериментальной информации, от правильности выбора математических моделей, описывающих тепловое состояние, как всей системы, так и

ее отдельных частей. Поэтому основными задачами теплового проектирования являются задачи разработки математических тепловых моделей, экспериментальные исследования и обработка полученных данных и, наконец, задачи оптимизации проектных параметров систем обеспечения теплового режима.

Компоновочная сложность, многоэлементность, разобщенность и разнохарактерность тепловых требований, наличие развитых пространственных, особенно раскрываемых и развертываемых конструкций характерны для современных космических аппаратов [2]. В этих условиях проблема теплового обеспечения является едва ли не определяющей ввиду зависимости качественных и количественных показателей проектирования от того, насколько оптимально обеспечены условия, в которых происходит функционирование,

срабатывание разных управляющих элементов, раскрытие механических устройств, преобразование различных сигналов по передаче информации, формирование полученного сигнала комплекса АФУ и т. п.

Библиографические ссылки

1. Малоземов В. В., Рожнов В. Ф., Правецкий В. Н. Системы жизнеобеспечения экипажей летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1986. 584 с.
2. Нестационарные тепловые режимы космических аппаратов спутниковых систем: монография / М. В. Краев, К. Ф. Голиковская, В. М. Краев, О. В. Загар; СибГАУ. Красноярск, 2004.

© Окунев А. В., 2013

УДК 621.45.04.4

Н. Г. Останина

Научный руководитель – В. Ю. Журавлев

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ СОЗДАНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ КРИОГЕННЫХ ДВИГАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Рассматриваются способы измерения низких температур. Представлено описание первичных и вторичных приборов измерения температуры.

Развитие ракетной техники и практическое применение транспортных космических систем связано с использованием двигательных установок, работающих на криогенных компонентах топлива. Криогенное топливо – жидкое топливо при температуре ниже 120 К, получаемое сжижением газов глубоким охлаждением, к криогенному топливу относятся жидкие водород, метан и пропан. Точность соблюдения температурного режима очень важно, поэтому необходимо знать какие приборы используются для измерения криогенных температур.

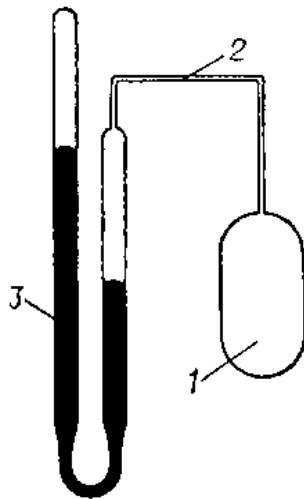
Криогенные температуры – низкие температуры, обычно температуры, лежащие ниже точки кипения жидкого воздуха (около 80 К). Такие температуры принято отсчитывать от абсолютного нуля температуры ($-273,15$ °С, или 0 К) и выражать в кельвинах (К). Измерение криогенных температур имеет свои специфические особенности и трудности, которые возрастают по мере приближения к абсолютному нулю. Был проведен анализ датчиков для измерения низких температур. Наибольшее распространение для измерения низких температур получили термопреобразователи сопротивления. Термометр сопротивления – датчик измерения температуры. Принцип действия основан на измерении калиброванного медного или платинового сопротивления. Зависимость сопротивления датчика от температуры – называется градуировка. Наиболее точными и стабильными во времени являются термометры сопротивления на основе платиновой проволоки или платинового напыления на керамику. Термопреобразователи сопротивления

применяют для измерения температур от 0,01...0,02 К и выше. Особенностью использования термопреобразователей сопротивления из металла является то, что их сопротивление при низких температурах становится настолько малым, что затрудняет их измерение. При этом уменьшается коэффициент преобразования термопреобразователя, что влияет на точность измерения. Стоимость термопреобразователя сопротивления составляет от 800 рублей и более.

Первичным термометрическим прибором для измерения термодинамической температуры вплоть до 1 К служит газовый термометр (см. рисунок). Газовый термометр-прибор для измерения температуры, действие которого основано на зависимости давления или объема идеального газа от температуры. Чаще всего применяют Газовый термометр постоянного объема, который представляет собой заполненный газом баллон 1 неизменного объема, соединенный тонкой трубкой 2 с устройством 3 для измерения давления. В таком Газовом термометре изменение температуры газа в баллоне пропорционально изменению давления. Средняя цена около шести тысяч рублей.

Ниже 1 К газовым термометром пользоваться практически нельзя. Для определения термодинамической температуры в этой области используют магнитные и ядерные методы. В магнитной термометрии пользуются понятием магнитной температуры T^* , которую определяют из измерений магнитной восприимчивости с парамагнитной соли. Согласно Кюри закону, при достаточно высоких температурах $\sim 1/T^*$. Для многих солей закон Кюри справедлив и

при гелиевых температурах. Экстраполируя эту закономерность в область сверхнизких температур, определяют магнитную температуру как величину, обратно пропорциональную восприимчивости. Для получения точных результатов необходимо учитывать различные побочные факторы: анизотропию восприимчивости, геометрическую форму образца и др. Область температур, в которой магнитная температурная шкала достаточно близка к термодинамической, зависит от конкретной соли.



Газовый термометр

Наиболее широко для измерения сверхнизких температур до 6 мК применяют церий-магнийнитрат, для которого расхождение шкал при указанной температуре меньше 0,1 мК. В основе ядерных методов измерения низких температур лежит принцип квантовой статистической физики, согласно которому равновесная заселенность дискретных уровней энергии системы зависит от температуры. В одном из таких методов измеряется интенсивность линии ядерного магнитного резонанса, определяемая разностью заселённости уровней ядерных магнитных моментов в магнитном поле.

В области низких температур для целей практической термометрии применяют главным образом термометры сопротивления до 20 К – медный; в области водородных и гелиевых температур – вплоть до 1 мК – угольные, сопротивление которых возрастает при понижении температуры. Применяют также термометры сопротивления из чистого германия. Высокая стабильность и достаточная чувствительность делают их удобным инструментом измерения температуры ниже 100 К. Существует ряд других чувствительных к изменениям температуры устройств, которые могут быть использованы в качестве вторичных термометров для измерения низких температур: термопары, термисторы, полупроводниковые диоды, датчики из сверхпроводящих сплавов.

При измерении криогенных температур большое внимание следует уделять методическим погрешностям измерения, которые определяются особенностями теплообмена чувствительного элемента термопреобразователя не только с измеряемой средой, но и с окружающей и элементами конструкции установки.

Применение криогенных температур в промышленных масштабах началось в 50-х гг., когда были получены важные для ракетной техники практические результаты исследований низкотемпературных явлений в твердом теле и достигнуты успехи в области криогенной техники по разработке малогабаритных, экономичных и надежных систем охлаждения.

Библиографические ссылки

1. Физика низких температур : пер. с англ. / под общ. ред. А. И. Шальникова, М., 1959.
2. Линтон Э. На пути к абсолютному нулю : пер. с англ. М., 1971.
3. Фастовский В. Г., Петровский Ю. В., Ровинский А. Е. Криогенная техника. 2-е изд. М., 1974.
4. Справочник по физикотехническим основам криогеники / под общ. ред. М. П. Малкова. 2-е изд. М., 1973.

© Останина Н. Г., 2013

Е. Ф. Паровай

Научный руководитель – С. В. Фалалеев

Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С. П. Королёва (национальный исследовательский университет), Самара

**РАЗРАБОТКА РАСЧЕТНОЙ МОДЕЛИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ПОДШИПНИКА
С САМОУСТАНОВЛИВАЮЩИМИСЯ ВКЛАДЫШАМИ И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ
РЕЗУЛЬТАТОВ АНАЛИТИЧЕСКИХ И ПРОГРАММНЫХ РАСЧЕТОВ ЕГО ХАРАКТЕРИСТИК**

Обозначены проблемы создания методики проектирования гидродинамических подшипников. Описана созданная расчетная модель подшипника с самоустанавливающимися вкладышами и её особенности. Проведен сравнительный анализ результатов расчетов характеристик подшипника «ручным» способом и современными программными средствами.

Ввиду постоянного ужесточения требований к динамическим характеристикам роторов и надёжности подшипников эффективным решением связанных с этим проблем является переход на гидродинамические подшипники в ГТД.

Успех разработки оптимальной конструкции гидродинамического подшипника напрямую связан с созданием методики проектирования, которую, в свою очередь, следует строить на основе постоянно растущих возможностей современных средств САЕ-моделирования. Целью исследования является выявление зависимостей характеристик гидродинамического подшипника от различных факторов – частоты вращения ротора, температуры смазки в системе, а также анализ и учёт особенностей конструкции и режимов эксплуатации подшипников нового типа.

В работе для исследования влияния эксплуатационных факторов на характеристики подшипников были использованы так называемые псевдотрёхмерные модели гидродинамического подшипника (толщиной в один конечный элемент), включающие в себя гидродинамическую модель твердого тела Rigid Body (имитация вращения и «всплытия» вала), подготовленные для нестационарных (Transient) расчетов в ANSYS CFX. Также следует отметить тот факт, что выбранная в программном расчете модель турбулентности [1] и теплопередачи в значительной степени влияла на характер сходимости расчета и на конечный результат, ровно как и качество конечно-элементной сетки, которая была создана «в ручную» в ANSYS APDL с учетом гидродинамических требований к форме конечного элемента.

Расчетная модель гидродинамического подшипника с самоустанавливающимися вкладышами интересна учетом конструктивных и эксплуатационных особенностей гидродинамического подшипника нового типа, а именно расточки вкладышей в радиус вала и работы в условиях недостаточного маслоснабжения («масляного голодания») [2; 3]. В частности, модель учитывает малые величины зазора между валом и рабочей поверхностью вкладышей (от 5 мкм), являющиеся следствием расточки вкладышей в радиус вала.

В расчетах была применена модель деформации сетки Displacement Diffusion, в которой задавалась повышенная жесткость деформируемой сетки около поверхностей (пристеночный слой), что при определенных условиях предотвращало сильное «смятие»

конечных элементов до нерасчетной формы при их деформации. В процессе подготовки модели к расчету была точно описана модель используемой смазки – турбинного масла Тп-22 [4]. В результате расчетов были получены распределения давлений в зазоре подшипников с аксиальной расточкой вкладышей (традиционная конструкция) и с расточкой вкладышей в радиус вала. Вид полученных зависимостей совпал с теоретическими: характер распределения давлений в случае расточки вкладышей в радиус вала более сглаженный (реализация «наполненной» эюры), случае аксиальной расточки – «пиковый», максимальное значение давления почти в 2 раза выше, чем для расточки в радиус вала. Данная картина распределения давлений объясняет повышенный ресурс подшипников нового типа, полученные в ходе испытаний.

Характер распределений давления, полученный в результате программных расчетов, очень близок к теоретическим и полученным ручным способом (с использованием аналитических формул, в частности, из методики В. А. Воскресенского для расчета характеристик сегментных подшипников с самоустанавливающимися вкладышами [5]). Использование функции Rigid Bode Solution на первых этапах динамических расчетов стало адекватной заменой расчетам FSI.

Анализ решения гидродинамических задач вращающейся конической щели на прошлых этапах работ также показал высокую точность соответствия результатов программных и аналитических расчетов при условии хорошего качества КЭ. В результате проведенных ручного расчета по методике В. А. Воскресенского и программного расчета в ANSYS CFX были найдены соответствующие значения минимального зазора H_{min} , разность которых составила 26 %, что является следствием несовершенности методики Воскресенского (двухитерационность, использование таблиц и аппроксимация их данных между расчётными значениями и т. д.), влияния выбранной модели турбулентности, отклонения характеристик смазки и пр. Также была получена динамическая характеристика поведения вала («всплытия») в процессе Transient-расчета для твердого тела Rigid Body.

В процессе расчетов было проведено исследование зависимостей характеристик подшипника от частоты вращения ротора, температуры смазки в системе. Результаты, полученные в работе, открывают пути

дальнейших исследований, программных расчетов в ANSYS CFX и создания рабочей методики проектирования гидродинамических подшипников нового типа. Используя полученные результаты, можно приступить к 3D-моделированию подшипника с упругим подвесом вкладышей с учетом жесткостных и демпфирующих характеристик материала подвеса. Неточности, найденные в существующих методиках, дают толчок к совершенствованию методов расчета, создания программ автоматизированного моделирования, в том числе с использованием параметрических моделей типовых конструкций подшипников.

Библиографические ссылки

1. Проектирование сегментных гидродинамических подшипников скольжения сухого картера с расточкой вкладышей в радиус вала и силовым замыканием рабочего зазора : технический отчет НИИР : исполнитель ОАО СКБМ [и др.]. Самара : ОАО СКБМ, 2008. 133 с. Инв. № ТО-44-К-2008.

2. Электронный журнал для пользователей САЕ-системой ANSYS [Электронный ресурс]. 2010. URL: <http://www.ansyssolutions.ru>.

3. Гордеев В. Б. Сегментные гидродинамические подшипники скольжения «сухого картера» с расточкой вкладышей в радиус вала и упругим замыканием рабочего зазора. Самара, технический отчет № ТО-44-К-2007 ОАО СКБМ, 2007. 21 с.

4. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение: Справочник / И. Г. Анисимов, К. М. Бадьштова, С. А. Бнатов и др. / под ред. В. М. Школьникова. 2-е изд. перераб. и доп. М. : Издательский центр «Техинформ», 1999. 596 с. : ил.

5. Воскресенский, В. А., Дьяков В. И., Зиле А. З. Расчет и проектирование опор жидкостного трения. М. : Машиностроение, 1983. 232 с.

© Паровой Е. Ф., 2013

УДК 629.19

В. Н. Рыбакова

Научный руководитель – К. Ф. Голиковская
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МЕТОДОЛОГИЯ РАСЧЕТА ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Рассматриваются особенности теплообмена при анализе тепловых режимов космического аппарата.

Поддержание температур основных элементов конструкции, приборов, агрегатов и газовой среды в гермоотсеках КА в заданных диапазонах является одним из основных условий успешного выполнения программы космического полета. Под воздействием внешних и внутренних источников тепла устанавливается некоторый тепловой режим КА, под которым в общем случае понимают переменное по времени температурное поле в отдельных агрегатах, системах, отсеках и в целом в аппарате [1].

Обеспечение требуемого теплового режима КА и его элементов является сложной задачей из-за наличия многих граничных условий.

Во-первых, необходимо удовлетворять большому количеству внешних и внутренних условий. Из внешних условий следует выделить различные виды излучений: прямое излучение Солнца, излучение Земли и отраженное от нее солнечное излучение, а также энергия переотражения и переизлучения в элементах конструкции КА.

К внутренним условиям относится внутреннее тепловыделение, которое происходит при работе электронного оборудования на борту КА; величина этого тепловыделения изменяется в соответствии с программой полета.

Следует отметить, что для процесса теплообмена в КА строгое физическое моделирование невозможно. Условия приближенного моделирования также ограничены. Поэтому для подобного рода теплообменных

процессов математическое моделирование становится в принципе единственно возможным [2]. При тепловом проектировании сложных технических систем чаще всего используются методы обратных задач теплопроводности и обратных задач теплообмена.

Практически все постановки задач о теплообмене между некоторой системой и окружающей средой являются причинно-следственными. К причинным характеристикам заданной тепловой модели системы можно отнести граничные условия и параметры, начальные условия, теплофизические свойства материалов, геометрические характеристики самой системы и т. д. А к следственным – тепловое состояние объекта, определяемое температурным полем. Поэтому для решения поставленных задач необходимо разработать методику математического моделирования и анализа процессов динамики и управления системой термостабилизации.

Библиографические ссылки

1. Малоземов В. В., Рожнов В. Ф., Правецкий В. Н. Системы жизнеобеспечения экипажей летательных аппаратов. М. : Машиностроение, 1986, 584 с.

2. Нестационарные тепловые режимы космических аппаратов спутниковых систем : монография / М. В. Краев, К. Ф. Голиковская, В. М. Краев, О. В. Загар ; СибГАУ. Красноярск, 2004.

© Рыбакова В. Н., 2013

УДК 621.45.043:620.22

В. Н. Рыбакова, А. С. Мехтиев
Научный руководитель – В. П. Назаров
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ ТУРБОНАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ

Рассматриваются перспективные материалы корпусных деталей турбокомпрессорных агрегатов.

Среди наиболее важных требований, предъявляемых к конструкции современных двигателей летательных аппаратов, следует выделить высокую надежность, минимальную массу, максимальную прочность узлов, максимальный ресурс работы в условиях эксплуатации, высокую надежность. Корпусные детали турбокомпрессорных агрегатов должны обладать высокой прочностью, герметичностью и коррозионной стойкостью. Анализ реальных перспективных конструкций ТНА показал, что для их изготовления применяются высокопрочные титановые сплавы, коррозионностойкие, кислотостойкие, жаростойкие хромоникелевые стали и сплавы.

Корпусные детали работают при высоких и средних статических и динамических нагрузках, поэтому для их изготовления часто используют литейные коррозионно-стойкие высокопрочные ($\sigma_b > 800$ МПа) стали 03X11N8M2ФЛ, 03X12N10MTЮЛ и стали средней и низкой прочности ($\sigma_b = 200-800$ МПа) 12X18N9ТЛ. Корпусы сварные и штампованные изготавливаются из сталей 12X18N9Т, 2X18N12C4ТЮ. Центробежные колеса и корпусы насосов ТНА, в зависимости от условий работы, изготавливаются из литейных алюминиевых сплавов АЛ4, АЛ5, АЛ9, обладающих высокими литейными свойствами, а также из литейных жаропрочных сталей и сплавов типа ХН59МВТКЮЛ, ХН65МВТКЮЛ.[1]

В корпусных деталях (турбин и насосов) располагаются роторы с подшипниками, рабочими колесами (дисками и крыльчатками), шнеками, отражателями, уплотнения, втулки и другие детали. Корпуса турбин

и насосов ТНА работают при высоких давлениях жидкостей или газов в их полостях, поэтому они испытываются на прочность давлением жидкости и на герметичность давлением газа (сжатый воздух, гелий). Отверстия под подшипники обрабатываются по 6-му качеству точности, а под манжеты уплотнения и крышки – по 8–12-м качествам. Биение посадочных отверстий и не перпендикулярность торцов не более 0,05 мм, а не параллельность – не более 0,08 мм. [2]

К конструкции литых корпусов предъявляются следующие требования: толщина стенок должна быть по возможности равномерной, с небольшим уклоном в 3–5°, с утолщением к фланцам. Необходимо избегать глубоких и узких впадин и поднутрений в стенках, приводящих к местному их перегреву и образованию в них рыхлот; элементы корпуса не должны оказывать сопротивление усадке при затвердении и охлаждении отливки; конструкция корпуса в целом должна обеспечивать направленное затвердение металла.

Библиографические ссылки

1. Воробей В. В., Логинов В. Б. *Технология производства жидкостных ракетных двигателей* : учебник. М. : Изд-во МАИ, 2001. 496 с.
2. Воробей В. В. *Технология производства конструкций из композиционных материалов*. М. : Изд-во МАИ, 1996. 184 с.

© Рыбакова В. Н., Мехтиев А. С., 2013

УДК 621.45

В. М. Самошкин, П. Ю. Васянина
Научный руководитель – В. П. Назаров
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ КАМЕРЫ ЖРД ПРИ СОЗДАНИИ ИСКУССТВЕННОЙ ШЕРОХОВАТОСТИ КАНАЛОВ ОХЛАЖДАЮЩЕГО ТРАКТА

Проведен сравнительный анализ каналов охлаждающего тракта, имеющих искусственную шероховатость и с гладкой поверхностью dna канала.

С ростом давления в камере сгорания и повышением коэффициента массового соотношения окислителя и горючего растет не только удельный импульс двигателя, но и удельный тепловой поток в стенку камеры жидкостного ракетного двигателя (ЖРД). По-

этому создание новых высокоэкономичных двигателей во многом зависит от эффективности системы регенеративного охлаждения камеры двигателя [1].

В настоящее время в технической литературе приводится перспективное направление конструирования

и изготовления охлаждающего тракта камеры ЖРД – с искусственной шероховатостью по дну канала, в качестве охладителя в источниках предлагается использовать газообразный кислород. В связи с этим возникает вопрос о влиянии шероховатости канала на эффективность охлаждения камеры ЖРД.

Рассмотрим случай, широко встречающийся в ракетостроении – фрезерованные каналы охлаждающего тракта камеры двигателя без создания искусственной шероховатости. Охлаждающий компонент проходит по каналу, отбирая тепло, выделяющееся вследствие сгорания компонентов топлива. Процесс прохождения компонента происходит без дополнительных гидравлических сопротивлений и обуславливается лишь шероховатостью канала после механической обработки.

Во втором, рассматриваемом нами случае, когда в качестве дополнительной механической обработки используется электроэрозионная обработка вольфрамовым электродом для создания искусственной шероховатости по дну канала охлаждающего тракта, происходят несколько иные процессы. Компонент, проходя по каналу, испытывает помимо обычных гидравлических сопротивлений, упомянутых в первом случае, еще и дополнительные гидравлические сопротивления, вызванные сложным геометрическим профилем дна канала. Вследствие того, что поток встречает на своем пути препятствия в виде шероховатости, происходит его срыв и возникает турбулентное течение, затормаживающее весь поток (см. рисунок). Из-за уменьшения скорости потока, компонент более длительный период времени проходит по охлаждающему тракту. Вследствие задержки охлаждающего компонента, происходит больший отбор тепла от огневой стенки ЖРД. Процесс охлаждения происходит более эффективно.

Следует учитывать то, что рассматриваемый нами охладитель – газообразный кислород имеет теплопроводность выше и нагревается быстрее, чем жидкий охладитель [3]. Возможно, задержка потока газообразного кислорода может привести к прогоранию огневой стенки камеры двигателя. По этой причине сложно судить об эффективности охлаждения данным способом.

Условие надежного охлаждения связано с необходимостью не превышать на всех участках охлаждающего тракта допустимые температуры стенок, а именно: температура огневой стенки (со стороны газа) не должна превосходить допустимую для данного материала по условиям жаростойкости; температура наружной стенки (со стороны охладителя) не должна превосходить допустимую для данного охладителя по условиям пузырькового кипения или разложения; распределение температур стенки должно быть приемлемым для данного материала по условиям его прочности. Выполнение этих ограничений контролируют при расчете регенеративного охлаждения. Охлаждение газообразным окислителем на сегодняшний день представляет большой интерес, несмотря на то обстоятельство, что в качестве охладителя горючее предпочтительнее, так как оно не создает агрессивной среды. Однако расход горючего всегда меньше, чем окислителя, и горючего компонента может оказаться

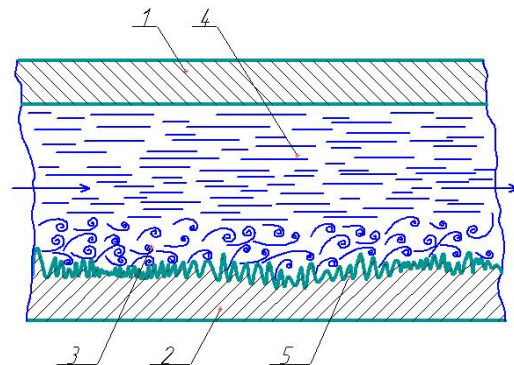
недостаточно, следовательно, использование газообразного кислорода в качестве охладителя камеры двигателя предпочтительнее.

Методы расчета теплоотдачи для условий, характерных в охлаждающем тракте ЖРД, основаны на экспериментальных данных. Для развитого турбулентного движения при больших температурных градиентах ($T_x / T_{кр} \geq 2$) можно использовать критериальное уравнение Нуссельта:

$$N_{u_x} = 0,023 Re_x^{0,8} Pr_x^{0,4} (T_x / T_{ст,x})^{0,55}$$

где Re – число Рейнольдса; Pr – число Прандтля; T – температура газа; $T_{ст}$ – температура огневой стенки камеры двигателя, величины с индексом «х» следует определять при средней температуре охлаждающего газа. Более надежные данные в широком диапазоне условий применения газов в качестве охладителей можно получить лишь экспериментально [2].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в случае регенеративного охлаждения теплота Q , воспринятая охладителем, возвращается с ним в камеру, энтальпия топлива при этом увеличивается. Следовательно, искусственная шероховатость на дне канала охлаждающего тракта камеры обеспечивает высокую эффективность регенеративного охлаждения, что способствует повышению удельного импульса двигателя.



Турбулентное течение потока охладителя по охлаждающему тракту с искусственной шероховатостью по дну канала: 1 – наружная стенка камеры двигателя; 2 – огневая стенка камеры двигателя; 3 – турбулентный поток охладителя; 4 – ламинарный поток охладителя; 5 – искусственная шероховатость по дну канала охлаждающего тракта

Библиографические ссылки

1. Гахун Г. Г., Баулин В. И., Володин В. А., Курпатенков В. Д., Краев М. В., Трофимов В. Ф. Конструкция и проектирование жидкостных ракетных двигателей. М.: Машиностроение, 1989.
2. Алемасов В. Е., Дрегалин А. Ф., Тишин А. П. Теория ракетных двигателей. М.: Машиностроение, 1989.
3. Смоленцев А. А., Стриженко П. П. Анализ огневых испытаний экспериментальных камер сгорания ЖРД для РБ типа ДМ с кислородным охлаждением // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. 2011. № 3 (27).

УДК 629.19

А. В. Торопкин
Научный руководитель – К. Ф. Голиковская
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕПЛООВОМУ РЕЖИМУ И ТЕПЛООВОЙ БАЛАНС КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Рассматриваются особенности проектирования систем регулирования и проектирования теплового режима космического аппарата.

Система обеспечения теплового режима автоматического космического аппарата, как и вообще любого КА (обитаемого или нет), представляет собой сложный комплекс взаимосвязанных конструктивных, функциональных, обеспечивающих и целого ряда самых разнообразных элементов, органически входящих в конструкцию КА. Конструкция КА существенно влияет на построение системы терморегулирования, которая, в свою очередь, оказывает влияние на конструкцию КА. Поэтому проектирование СТР начинается одновременно с проектированием КА.

Основными исходными данными для проектирования СТР любого типа КА являются: требования к тепловому режиму; параметры траектории движения КА; предполагаемая программа тепловыделения и основные его источники и их характеристики; предполагаемая программа ориентации; конструктивная схема аппарата и ее особенности; длительность эксплуатации КА [1].

Для определения проектных параметров СТР необходимо провести проектирование теплового режима самого КА, результатом которого являются исходные данные для разработки системы терморегулирования и ее элементов. В процессе теплового проектирования решаются масса прикладных проблем, связанных с выбором материалов, покрытий, исследования вопросов термостойкости и термоустойчивости, и тому подобное, т. е. носит характер комплексной прикладной науки.

Поэтому основной задачей СТР является обеспечение теплового равновесия КА при допустимом изменении его температур и система терморегулирования должна при положительном тепловом балансе отводить избыточное тепло, а при отрицательном балансе – компенсировать дефицит тепловой энергии.

Перспективные космические аппараты будут отличаться увеличением количества узлов и блоков, массой, габаритами, высокой энергооснащенностью, что приведет к необходимости создания более совершенных СТР, способных решать задачи обеспечения тепловых режимов, несмотря на возрастающую теплонапряженность, сложность, связанную с протяженностью теплоотводящих устройств, повышенную мощность, тепловых потоков [2]. Решение поставленной задачи возможно при использовании усовершенствованных технологий с тем, чтобы достичь требуемых результатов по массе, размерам и сроку существования

Библиографические ссылки

1. Панкратов Б. М. Основы теплового проектирования транспортных космических систем. М. : Машиностроение, 1988. 304 с.
2. Малоземов В. В., Рожнов В. Ф., Правецкий В. Н. Системы жизнеобеспечения экипажей летательных аппаратов. М. : Машиностроение, 1986. 584 с.

© Торопкин А. В., 2013

УДК 621.438:621.675.001.2

А. А. Чернов
Научный руководитель – Д. А. Жуйков
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ТУРБОНАСОСНОГО АГРЕГАТА

Рассмотрены особенности имитационного моделирования работы турбокомпрессорного агрегата (ТНА), а также способы увеличения эффективности проектирования и анализа работы путем автоматизации процесса и использования в алгоритме полуаналитических выражений для расчета потерь во вспомогательном гидравлическом тракте.

На сегодняшний день, имитационное моделирование в ракетно-космической отрасли представляет большой интерес в связи с возможностью решать задачи сопряженные с проектированием и анализом работы. При этом сводится к минимуму затраты свя-

занные с проведением испытаний и экспериментов. Актуальность имитационного моделирования растет благодаря большим возможностям, предоставляемыми пользователю современными средствами вычислительной техники, позволяя реализацию гибких и

адекватных реальным процессам алгоритмов на основе математических моделей. Также актуально применение имитационного моделирования не только на раннем этапе моделирования, но и на этапе предварительных испытаний двигательной установки, так как это позволит снизить вероятность принятия ошибочного решения. Проектирование ТНА должно основываться на современных методиках и алгоритмах расчета, однако существующие методики расчета [1] основываются на эмпирических зависимостях, что не позволяет использовать их в системах автоматизированного расчета и проектирования, в частности в системах имитационного моделирования работы агрегатов и устройств.

Особенностью разработанного ПО является возможность анализа работы имитационной модели шнекоцентробежного насоса [2] на режимах отличных от номинального, что позволяет выявить численные значения режимных параметров, которые могут привести к срыву работы насоса, а, следовательно, всей двигательной установки в целом.

Программное обеспечение может применяться для конструкторской работы, связанной с проектированием ТНА, моделирования различных режимов работы ТНА отличных от номинального. Также программное обеспечение может использоваться в учебном процес-

се для проведения лабораторных работ по дисциплине «Агрегаты ЖРД».

Разработанная имитационная модель позволяет анализировать и проводить исследования модели, разработанной в конструкторском программном обеспечении. Расчетный модуль будет использоваться в программном обеспечении по имитации работы жидкостного ракетного двигателя, которое должно значительно сократить время, затрачиваемое на проектирование, анализ работы модели ЖРД, соответствующего заданным техническим требованиям.

Библиографические ссылки

1. Овсянников Б. В., Боровский Б. И. *Теория и расчет агрегатов питания жидкостных ракетных двигателей*. 3-е изд., перераб. и доп. / М. : Машиностроение, 1986. 376 с., ил.
2. Чернов А. А., Жуйков Д. А. *Имитационное моделирование работы шнекоцентробежного насоса в составе испытательного стенда // Актуальные проблемы авиации и космонавтики : материалы Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых специалистов : в 2 т. Т. 1 / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2012. 500 с.*

© Чернов А. А., 2013

УДК 629.78

В. В. Басынин, Ф. В. Танасиенко
Научный руководитель – А. А. Кишкин
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

**МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ТЕРМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ
ОБРАЗЦОВ ЭКРАННО-ВАКУУМНОЙ ИЗОЛЯЦИИ**

Представлено описание методики проведения испытаний по определению термического сопротивления образцов экранно-вакуумной изоляции (ЭВТИ).

Экранно-вакуумная теплоизоляция является одним из наиболее распространенных и надежных средств пассивного терморегулирования в системах обеспечения теплового режима КА. ЭВТИ представляет собой теплозащиту на основе многослойного экранирования внешней поверхности объекта. Слой ЭВТИ состоит из двух экранов между которыми находится прокладка (стекловуаль). Применение ЭВТИ обеспечивает возможность существенно снизить интенсивность теплообмена элементов конструкции и оборудования космического аппарата с окружающей средой, то есть уменьшить (по абсолютной величине) тепловые потоки, поступающие к элементам конструкции и оборудованию от Солнца, Земли и излучаемые наружной поверхностью аппарата в космическое пространство. Параметрами, определяющими эффективность ЭВТИ, является ее термическое сопротивление ($R_{ЭВТИ}$).

Для определения $R_{ЭВТИ}$ изготавливаются сборки теплоизоляции в виде квадратного мата. Все образцы

теплоизоляции имеют перфорацию экранов отверстиями диаметром 2 мм с шагом 10 мм для обезгаживания в вакуумной камере.

Испытательное оборудование приведено в таблице.

Монтажная схема испытаний показана на рис. 1.

Схема крепления образцов ЭВТИ и термометров сопротивления Т1, Т2 и Т3 показана на рис. 2.

Условия проведения испытаний должны соответствовать:

– Режим камеры по давлению (P) – не выше, чем 5×10^{-5} мм рт. ст.

– Режим камеры по температуре криоэкрана ($T^{\circ}\text{C}$) – не ниже -180°C .

– Мощность электрообогревателя $1,0 \pm 0,5$ Вт.

Режим ведется до получения стационарного режима «полочки», когда изменение температуры по всем термопарам не должно превышать 1°C в течение 60 минут.

Оборудование	Индекс	Назначение
Вакуумная камера	–	Имитация внешних воздействий (вакуум, окружающая температура)
Термометр сопротивления	Т1	Измерение температуры на поверхности нагревателя
Термометр сопротивления	Т2	Измерение температуры на лицевой поверхности образца
Термометр сопротивления	ТС3	Измерение температуры на задней поверхности образца
Вольтметр цифровой	–	Контроль напряжения
Вольтамперметр	–	Контроль тока

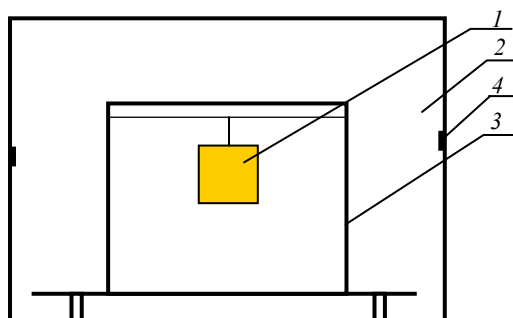


Рис. 1. 1 – образец ЭВТИ; 2 – камера; 3 – приспособление для вывешивания образца;
4 – термометр сопротивления (на криоэкране)

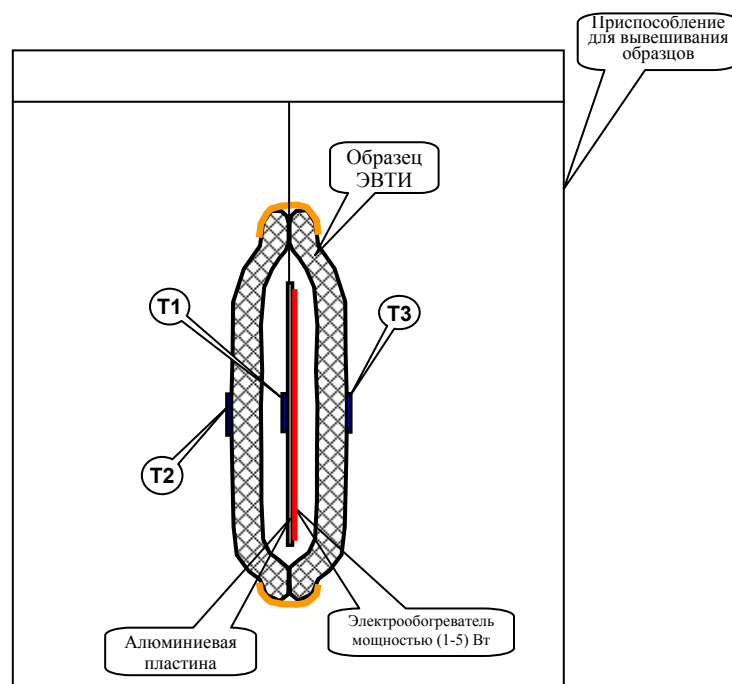


Рис. 2

Удельное термическое сопротивление образцов теплоизоляции определяется по формуле:

$$r_1 = \frac{2 \cdot F_{\text{ЭО}} \cdot (T_1 - T_2)}{Q_{\text{ЭО}}};$$

$$r_2 = \frac{2 \cdot F_{\text{ЭО}} \cdot (T_1 - T_3)}{Q_{\text{ЭО}}}; \quad r_{\text{ЭВТИ}} = (r_1 + r_2) / 2,$$

где $F_{\text{ЭО}}$ – площадь пластины с электрообогревателем, м^2 ; T_1, T_2 – температура наружного слоя образца ЭВТИ; $^{\circ}\text{C}$; $Q_{\text{ЭО}}$ – мощность электрообогревателя, Вт ;

r_1, r_2 – удельное термическое сопротивление образцов; $r_{\text{ЭВТИ}}$ – среднее удельное термическое сопротивление образца.

Полное термическое сопротивление образца определяется по формуле

$$R_{\text{ЭВТИ}} = \frac{r_{\text{ЭВТИ}}}{F_{\text{ЭО}}}, \text{ [К/Вт]}.$$

© Басынин В. В., Танащенко Ф. В., 2013

УДК 629.7.018.4

В. И. Болотский, В. А. Ицкович, А. С. Лазненко, Ю. С. Слепак
 Научный руководитель – В. К. Белов
 Сибирский научно-исследовательский институт авиации
 имени С.А. Чаплыгина, Новосибирск

РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ТЕПЛОПРОЧНОСТНЫХ ИСПЫТАНИЙ ОСТЕКЛЕНИЯ ФОНАРЯ Т-50

Рассмотрены технические решения технологической схемы стенда, структура информационно-измерительной системы и автоматизированной системы управления термическими испытаниями остекления фонарей.

Остекление фонарей сверхзвуковых самолётов является высоконапряжённым элементом конструкции. Как единое целое с обшивкой фюзеляжа, оно несёт аэродинамические нагрузки, нагрузки, создаваемые давлением в гермокабине, а также подвержено нестационарному тепловому воздействию.

Трудность расчёта возникающих деформаций и остаточных напряжений в конструкции выдвигает задачу экспериментального определения ресурса фо-

наря в стендовых условиях. Особенно данная задача актуальна для фонарей новых конструкций, для которых ещё нет достоверных математических моделей и методов оценки ресурса.

Созданный стенд РИФ-Т50 продолжает почти 40 летнюю историю испытания фонарей в СибНИИА.

Испытание фонарей заключается в воспроизведении температур на поверхности остекления, создания избыточного давления и заданной температуры в гермокабине.

Температура внешней поверхности остекления воспроизводится конвективным способом с помощью нормально направленных к поверхности фонаря струй холодного или горячего воздуха, выходящего из коллекторных трубок. Коллекторные трубки расположены эквидистантно поверхности фонаря. Стенд имеет две независимые зоны нагрева/охлаждения. На РИФ-T50 впервые были применены регулируемые сопла, что сделало возможным более гибко отстраивать поле температур на поверхности остекления.

Основной составной частью комплекса РИФ является система воздухоподготовки (рис. 1). Система воздухоподготовки предназначена для регулирования давления, температуры и расхода воздуха, подаваемого в коллекторы стенда РИФ-T50.

Источником сжатого воздуха является промышленная воздушная сеть института. Номинальное давление воздуха в сети $P_v = 6^{+1.7}$ кгс/см².

Для нагрева используются электрические воздухонагреватели суммарной мощностью 500 кВт. Для охлаждения применены авиационные турбоохладильники суммарной производительностью 22 300 кг/час.

Воздух от нагревателей и блока охлаждения поступает через смеситель в рабочую камеру стенда. На стенде РИФ-T50 впервые были установлены смесители воздуха, что позволяет плавно переходить от нагрева к охлаждению и наоборот. Это положительно сказывается на плавности и динамике изменения температуры.

Блок наддува гермокабины предназначен для управления давлением в гермокабине и поддержания заданной постоянной температуры воздуха внутри кабины непрерывной продувкой воздуха через неё.

Для обеспечения герметичности кабины объекта

испытания в гермошланг подается воздух под давлением 2 кгс/см².

Автоматизированная система управления термочувствительными испытаниями на участке РИФ (АСУ РИФ) обеспечивает управление технологическим оборудованием стенда с помощью аппаратных (рис. 2) и программных вычислительных средств, позволяет проводить испытания в полностью автоматическом режиме.

Структура системы управления трехуровневая:

- нижний уровень – измерительные приборы, объединенные с контроллером, и верхним уровнем в промышленные сети RS485.

- средний уровень – программируемый контроллер Mitsubishi FX3U с модулями расширения, соединенный с верхним уровнем через сеть Ethernet.

- верхний уровень – компьютер оператора АСУ РИФ.

АСУ обеспечивается контроль температуры в 21 точке и давления в 9 точках в системе воздухоподготовки.

Самостоятельной системой, входящей в состав стенда является информационно-измерительная система (ИИС). Она имеет в своём составе 227 каналов измерения и обеспечивает оперативное представление в режиме реального времени информации о распределении температуры по внешней и внутренней поверхностям остекления, а также на металлической окантовке фонаря в течение всего процесса испытаний. Она используется также для оперативной сигнализации о недопустимом отклонении температуры от заданного текущего значения на внешней поверхности остекления. Контролируется также давление и температура воздуха в гермокабине. ИИС производит непрерывную запись и хранение всех измеренных параметров.

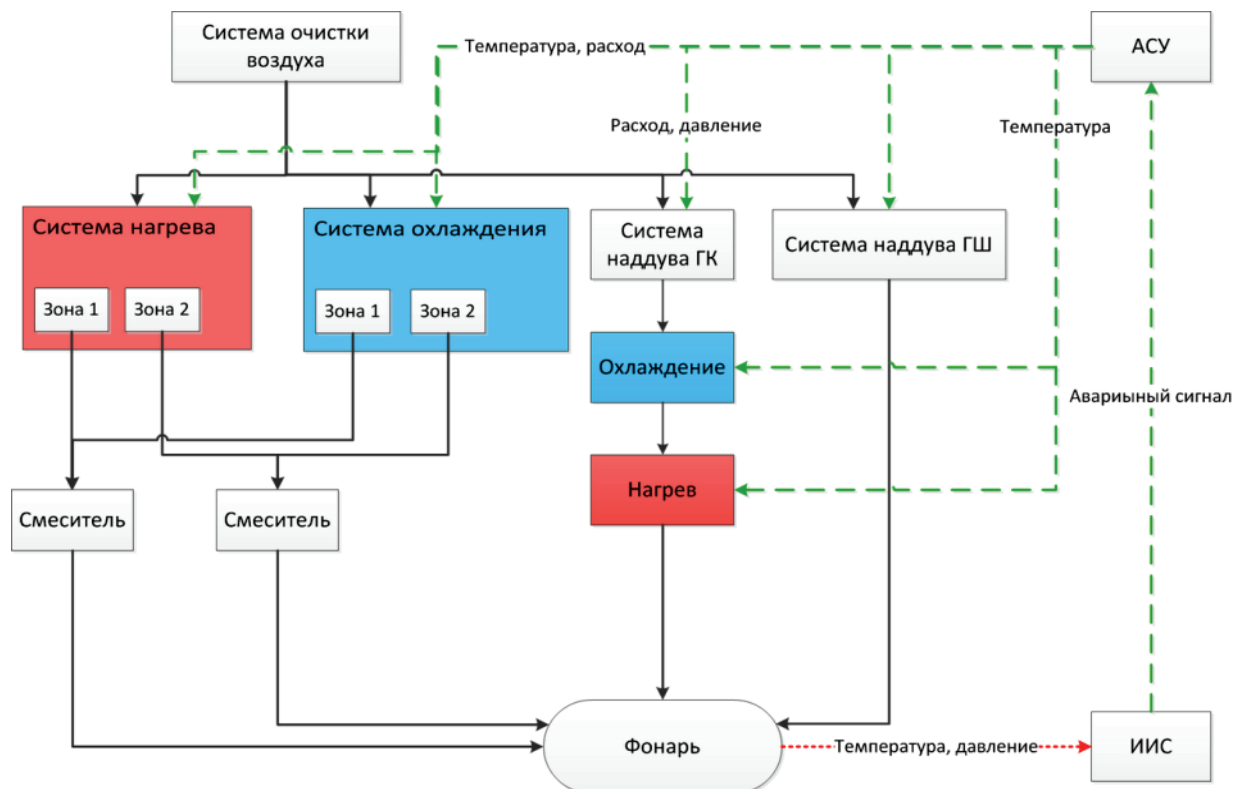


Рис. 1. Структурная схема системы подготовки воздуха стенда РИФ-T50



Рис. 2. Шкафы системы управления

Структура ИИС двухуровневая:
 – нижний уровень – измерительные приборы LTR – два крейта, объединенные с верхним уровнем через сеть Ethernet.
 – верхний уровень – компьютер оператора ИИС РИФ.

На стенде проведены пусконаладочные работы и проводятся подготовительные мероприятия для его аттестации.

© Болотский В. И., Ицкович В. А., Лазненко А. С., Слепак Ю. С., 2013

УДК 658.26; 621.165.1

А. В. Делков, Д. А. Непомнящий, Д. Б. Ситничук
 Научный руководитель – А. А. Кишкин
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Рассмотрены примеры и приведены принципиальные схемы тепловых технических систем. Представлен подход к математическому моделированию таких систем.

Современный этап развития техники требует перехода к оптимизации проектируемых тепловых технических систем (ТТС) с целью повышения их эффективности, сокращения энергозатрат и капитальных вложений. Достаточно широко рассмотрены вопросы проектирования и расчётной оптимизации отдельных процессов в машинах и аппаратах, такие как интенсификация теплообмена, повышение эффективности работы компрессоров, насосов и т. д. Но общая задача моделирования теплоэнергетической системы, как сложной системы взаимосвязанных элементов, в достаточной степени еще не решена [1].

Между тем, на основе математической модели тепловой технической системы становится возможным решение широкого спектра задач, включая и оптимизацию. В настоящей работе предпринята попытка разработки подхода к моделированию ТТС, работающих по замкнутому контуру.

Под тепловой технической системой в рамках данной работы понимается любая техническая система, основным процессом в которой будет обмен тепловыми потоками и энергией между элементами системы и с окружающей средой. Это широкий класс систем, включающий в себя холодильные машины, паро- и газотурбинные установки, двигатели внутреннего сгорания и т. д. Ввиду такого разнообразия в рамках данной работы ограничимся рассмотрением систем с замкнутым циклом – рабочее тело циркулирует внутри такой системы без обмена массой с окружающей средой.

Работу такой системы можно изобразить на диаграмме замкнутой линией. Форма цикла зависит от

процессов, протекающих в элементах системы, – по этому признаку можно различить цикл Карно, Ренкина, Калины и т. д. Различают также прямой или обратный циклы.

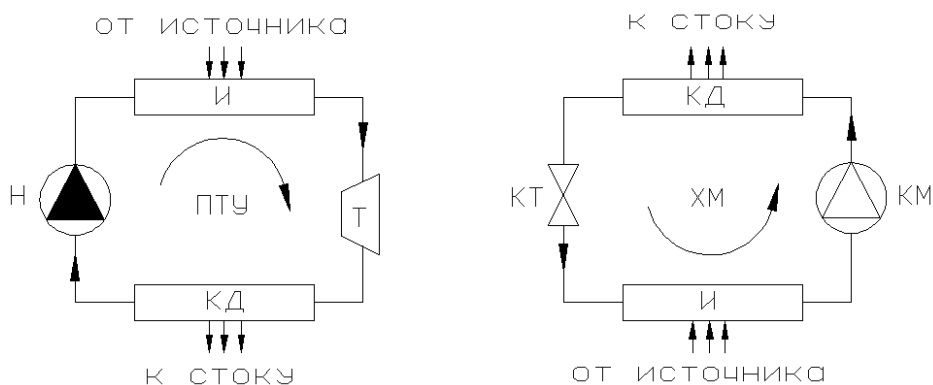
Наиболее простой и самый распространенный – цикл Карно, прямой и обратный (см. рисунок). Цикл состоит из четырех процессов, с помощью него можно описать значительную часть простых моделей теплоэнергетических систем. Структура цикла обуславливает наличие четырех составных элементов системы:

- два теплообменника (испаритель, конденсатор);
- нагнетатель (насос, компрессор);
- сопротивление (капилляр, турбина).

В качестве примера прямого цикла можно рассматривать паротурбинную установку. ПТУ имеет в своем составе испаритель, турбину, конденсатор и насос. Обмен тепловыми потоками происходит на испарителе – от источника тепла к рабочему телу, и на конденсаторе – от рабочего тела к холодильнику. Турбина производит техническую работу, забираемую из системы.

В качестве примера обратного цикла можно рассматривать холодильную установку. ХМ имеет в своем составе испаритель, компрессор, конденсатор и капиллярную трубку. Обмен тепловыми потоками происходит на испарителе – от охлаждаемого продукта к рабочему телу, и на конденсаторе – от рабочего тела в окружающую среду. На привод компрессора затрачивается работа.

Общие закономерности в технических системах преобразования тепла, которые можно выделить на уровне протекающих в них процессов, позволяют говорить о единой математической модели ТТС.



Структурные схемы ТТС (прямой и обратный цикл).
 ПТУ – паротурбинная установка, ХМ – холодильная машина, И – испаритель;
 КД – конденсатор; Т – турбина; КМ – компрессор; Н – насос; КТ – капиллярная трубка;
 стрелками обозначено направление потоков вещества и энергии

В общем случае можно выделить два направления расчетов – прямую и обратную задачи проектирования.

Прямая задача – при известных внешних параметрах и заданной производительности спроектировать систему, – т. е. определить характеристики составных элементов и параметры их работы.

Обратная задача – при известных характеристиках элементов и внешних параметрах получить характеристики работы системы и отдельных ее элементов.

Прямая задача – основная задача проектирования, достаточно освещена в исследовательских работах. Решение обратной задачи осложнено наличием взаимосвязей элементов, системы и внешних условий. В настоящее время адекватных методов для обратной задачи не разработано. В то же время именно на основе данных решений обратной задачи возможна оптимизация системы.

Решение задач проектирования целесообразно вести с использованием математических моделей ТТС [2; 3].

Создание математических моделей теплоэнергетических установок, работающих по прямым и обрат-

ным циклам, является перспективным направлением в современных исследованиях. Модель позволяет рассчитать основные параметры процесса при известных граничных условиях по конструкции и окружающей среде, получить их изменение при варьировании входных данных, оценить влияние различных факторов на работу установки.

Библиографические ссылки

1. Хубка В. Теория технических систем / пер. с нем. 1987. 208 с.
2. Теплосиловые системы: Оптимизационные исследования / А. М. Клер, Н. П. Деканова, Э. А. Тюрина и др. Новосибирск : Наука, 2005. 236 с.
3. Тарасик В. П. Математическое моделирование технических систем: Учебник для вузов. Минск : ДизайнПРО, 2004. 640 с.

© Делков А. В., Непомнящий Д. А., Ситничук Д. Б., 2013

УДК 669.713.7

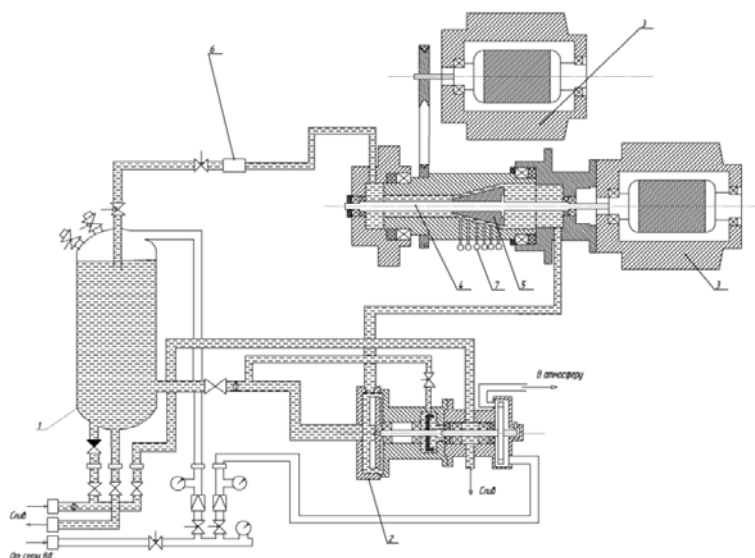
А. В. Делков, Н. В. Тихонова
 Научный руководитель – Д. А. Жуйков
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ СТЕНД И УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАКРУЧЕННОГО ТЕЧЕНИЯ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ В ТУРБОМАШИНАХ

Проведен анализ экспериментальных исследований для закрученного течения, разработана установка для верификации методики расчета определения параметров рабочего тела в конической полости вращения.

Исследование гидродинамики потока в проточной части элементов малорасходных систем в большей степени основывается на результатах экспериментальных работ [1]. Параметры потока, сформированного в одном элементе проточной части, являются начальными условиями для потока в другом элементе. В связи с этим исследование потока в одном элементе малорасходного насоса требует дополнительных экс-

периментальных и аналитических исследований смежных элементов, создание новых образцов экспериментального оборудования и методик проведения испытаний. Большинство существующих методик расчета основаны на полуэмпирических зависимостях, полученных в результате обобщения экспериментальных исследований [3].



Пневмогидравлическая схема

Проведенные экспериментальные исследования [2] имеют узкую область верификации, поэтому существует необходимость в разработке установки с более широким диапазоном режимных и геометрических параметров для исследования течения в конической или криволинейной полости вращения.

Разработан пневмогидравлический стенд, который обеспечивает непрерывную подачу рабочей жидкости (вода) с различным расходом (до 800 г/с). Расход рабочей жидкости контролируется датчиком расхода. В качестве привода используются электродвигатели постоянного тока. Стенд состоит из емкости (1), турбонасосный агрегат (2), электродвигатели (3), экспериментальная установка (4), сменные насадки (5), датчик расхода (6), датчики давления (7). Пневмогидравлическая схема (ПГС), представленная на рисунке, включает в себя следующие системы:

- система подачи сжатого воздуха высокого давления для питания газовой турбины;
- система подвода и отвода рабочей жидкости (РЖ);
- система подачи жидкости для охлаждения и смазки подшипников турбопривода;
- система измерения основных параметров;
- электропривод;
- экспериментальная установка, со сменными парами «стенка-диск».

Основные факторы, определяющие характер течения жидкости:

- геометрия щели (нормальный зазор, угол наклона щели относительно оси вращения ротора);
- режимные параметры (угловая скорость вращения стенки (статора), угловая скорость вращения диска (вала), расход рабочей жидкости);
- свойства рабочей жидкости (плотность, вязкость).

В задачу экспериментальных исследований входят следующие вопросы:

- определение перепада давления в щели;
- определение градиента давления по длине или радиусу щели;

– определение изменения угловой скорости потока жидкости;

– определение момента сопротивления трения жидкости о стенку диска.

ПГС предназначена для подвода и отвода рабочей жидкости, воздуха высокого давления, регулирования расхода, измерения параметров на входе и на выходе из центробежного насоса, поддержания заданного числа оборотов ротора.

Экспериментальные исследования являются главным критерием достоверности теории, и определяют возможность использования результатов теоретических разработок в практических целях.

Большинство существующих в настоящее время методик расчета основаны на полуэмпирических зависимостях, полученных в результате обобщения экспериментальных исследований. На сегодняшний день разработана методика расчета вязкой несжимаемой жидкости в конической щели [1; 2], которая требует верификации. Разработанная установка и стенд позволяют проводить экспериментальные исследования закрученных потоков несжимаемой жидкости в турбомашинах, для дальнейшего создания высокоэффективных энергетических установок.

Библиографические ссылки

1. Волков К. Н., Емельянов В. Н. Течения и теплообмен в каналах и вращающихся полостях. М.: Физматлит, 2010. 488 с.

2. Жуйков Д. А., Кишкин А. А., Краев М. В. Течение несжимаемой вязкой жидкости в зазоре конической щели между вращающимся диском и неподвижной стенкой // Изв. Вузов. Сер. Авиационная техника. 2002. № 3. С. 76–77.

3. Экспериментальные исследования течения несжимаемой вязкой жидкости в торцевой щели между вращающимся диском и неподвижной стенкой / Д. А. Жуйков, В. О. Фальков, А. А. Кишкин и др. // Вестник СибГАУ. 2012. № 5. С. 123–126.

УДК 621.57

В. А. Деткова, Д. Б. Ситничук
 Научный руководитель – А. В. Делков
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАЛЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН

Рассматривается моделирование работы холодильной установки малой производительности. Описывается математическая модель установки, система уравнений модели, методы решения системы уравнений.

Современный этап развития холодильной техники требует перехода к оптимизации проектируемых систем с целью повышения их эффективности, сокращения энергозатрат и капитальных вложений. Достаточно широко рассмотрены вопросы проектирования и расчётной оптимизации отдельных процессов в машинах и аппаратах, такие как интенсификация теплообмена, повышение эффективности работы компрессоров и т. д. Но общая задача моделирования холодильной машины, как сложной системы взаимосвязанных элементов, в достаточной степени еще не решена [1].

Для решения этой задачи необходимо создать математическую модель, в которой соединить внешние и внутренние характеристики работы холодильной установки. К основным внешним характеристикам относятся параметры окружающей среды и теплопритоки в холодильной камере. К внутренним – геометрические и теплообменные параметры аппаратов, характеристики компрессора и расширительного устройства [2; 3].

Для моделирования рассмотрим обычную холодильную машину малой производительности, состоящую из четырех основных частей: испарителя, компрессора КМ, конденсатора, капиллярной трубки КТ (см. рисунок). Испаритель помещен в холодильную камеру, в которой находится охлаждаемый объект. Классическим примером подобной системы является бытовой холодильник.

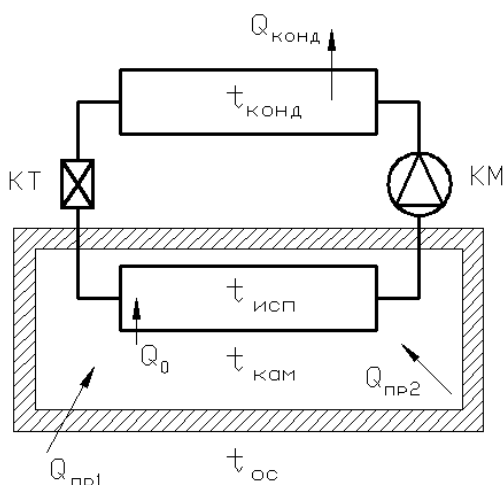


Схема холодильной установки

Обозначим температуру в холодильной камере $t_{кам}$, температуру испарения хладагента $t_{исп}$, конденса-

ции $t_{конд}$, температуру окружающей среды $t_{ос}$. Выделим два теплопритока: через ограждения $Q_{пр1}$ и от обработки продукта $Q_{пр2}$. Холодопроизводительность установки Q_0 , тепловая мощность конденсатора $Q_{конд}$.

В математической модели используются уравнения, описывающие рабочие процессы в основных элементах холодильной машины. Основа модели, – условия связи между элементами – тепловой и материальный баланс холодильной машины.

Материальный баланс (условие неразрывности) описывается равенством массового расхода через компрессор $\dot{m}_{КМ}$ и через капиллярную трубку $\dot{m}_{КТ}$:

$$\dot{m}_{КМ} = \dot{m}_{КТ}. \quad (1)$$

Тепловой баланс описывается равенством тепловой мощности конденсатора и суммы мощностей испарителя (холодопроизводительности) и компрессора:

$$Q_{конд} = Q_0 + N_{КМ}, \quad (2)$$

где Q – тепловая мощность; N – мощность компрессора.

В качестве уравнений рабочих процессов, являющихся характеристиками составных элементов системы, используются следующие.

- Уравнения теплового баланса для испарителя и конденсатора:

$$Q_0 = kF_{исп} (t_{кам} - t_{исп}), \quad (3)$$

$$Q_{конд} = kF_{конд} (t_{конд} - t_{ос}), \quad (4)$$

- Зависимость перепада давлений в капиллярной трубке от скорости потока хладагента:

$$\Delta p = \lambda \cdot \frac{\rho \cdot u^2}{2} \cdot \frac{l}{D_0}, \quad (5)$$

- Уравнение, определяющее мощность компрессора через массовый расход и перепад энтальпий:

$$N_{КМ} = \frac{V_t}{V_0} \Delta h_{КМ}, \quad (6)$$

где h – энтальпия; p – давление; ρ – плотность; t – температура; k – коэффициент теплопередачи; F – площадь поверхности теплообмена; λ – коэффициент потерь на трение по длине КТ; l – длина КТ; D_0 – диа-

метр КТ, Vt – описанный объём КМ в единицу времени; v_0 – удельный объём на всасывании в КМ.

Система уравнений (1)...(6) представляет собой математическую модель работы малой холодильной машины. Решение системы уравнений может вестись итерационным методом с заданием граничных условий.

Библиографические ссылки

1. Оносовский В. В., *Моделирование и оптимизация холодильных установок : учеб. пособие. Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1990.*

2. Самарский А. А., Михайлов А. П. *Математическое моделирование : Идеи. Методы. Примеры. М. : Физматлит, 2001.*

3. Тарасик В. П. *Математическое моделирование технических систем : учебник для вузов. Минск : Дизайн-ПРО, 1997. 641 с.*

© Деткова В. А., Ситничук Д. Б., 2013

УДК 621.57

М. А. Козловцева, А. Ю. Лыткин, В. А. Деткова, А. В. Делков
 Научный руководитель – А. А. Кишкин
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦИКЛИЧЕСКОГО РЕЖИМА РАБОТЫ МАЛОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ

Описывается программа расчета параметров циклического режима работы малой холодильной машины. Приводятся результаты расчётного и экспериментального исследования режимов работы установки.

Наиболее распространенным способом регулирования для малых холодильных машин (бытовые индивидуальные установки холодопроизводительностью до 1 кВт) является регулирование пуском-остановом компрессора. Режим работы такой машины нестационарный, все параметры меняются по времени. Оптимизировать такой процесс можно с помощью математической модели с применением аппарата переходных процессов в установке.

Авторами была разработана такая математическая модель для домашнего бытового холодильника. На основании модели нестационарного режима работы холодильной машины была создана компьютерная программа, имитирующая рабочий цикл при

регулировании «пуском-остановкой» компрессора (рис. 1). Программа позволяет изменять геометрические характеристики компонентов, температуру окружающей среды, теплопритоки, начальную температуру, теплоёмкость и массу объекта охлаждения. В результате расчета определяются временные изменения температуры, давления, холодопроизводительности, мощности компрессора и другие величины.

На рис. 1 представлены графики расчётных временных зависимостей температур испарения, конденсации и объекта охлаждения. На полученных графиках чётко выделяются периоды пуска, непрерывной работы и остановки компрессора.

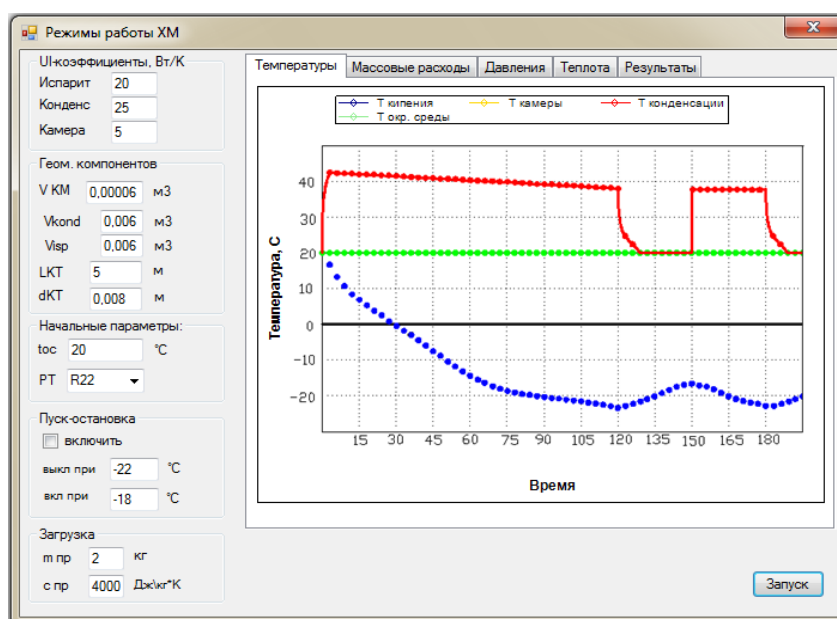


Рис. 1. Графики расчётных временных зависимостей температур в программе расчета

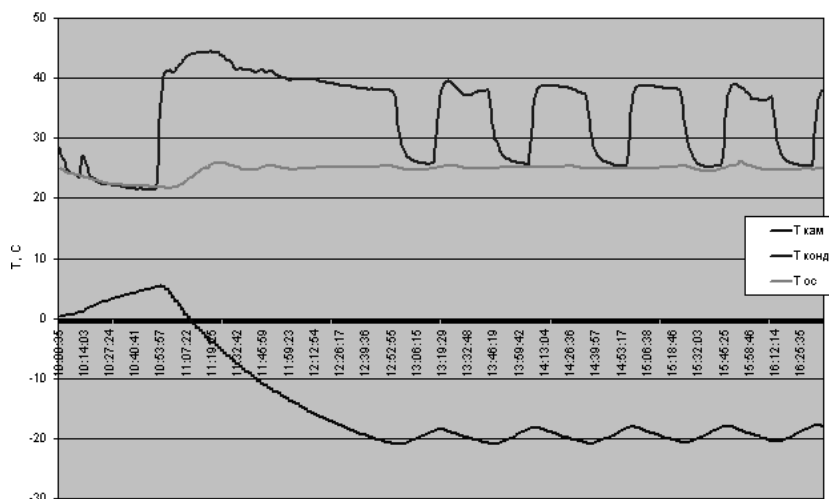


Рис. 2. Экспериментальные временные зависимости температур в холодильной камере, конденсаторе и окружающей среды

Для апробации созданной компьютерной программы была проведена серия экспериментальных исследований на стенде, сделанном на базе бытового морозильника «Бирюса-14» с рабочим телом R22. Стенд позволяет изменять температуру окружающей среды и снабжён терпарами и датчиками давления, с помощью которых измерялись входные и выходные параметры работы частей холодильной установки. Измеряемые величины записывались на электронный носитель с интервалом времени 1 мин.

На рис. 2 представлены экспериментальные временные зависимости температур в конденсаторе, охлаждаемом объёме (холодильной камере) и окружающей среды. В начале работы части холодильной машины имели температуру окружающей среды, температура в охлаждаемом объёме составляла +6 °C. Из графика видно, что на режим система вышла через 2 часа после запуска компрессора, далее пуск и остановка компрессора осуществлялись с периодом 30 мин, т. е. коэффициент рабочего времени составлял 0,5. Температура в охлаждаемом объёме менялась в диапазоне -18...-22 °C, максимальная температура хладагента в конденсаторе достигала +39 °C во время рабочего режима.

Сравнение расчётных и экспериментальных данных показало качественное совпадение изменений

температур в системе, что позволяет сделать вывод о пригодности в целом основных физических допущений созданной модели и использовании её как первого приближения поставленной задачи.

Преимуществом предлагаемой методики расчета является возможность её модификации для учета различных факторов. Дальнейшими направлениями исследований, которые могут быть реализованы с использованием представленной математической модели холодильной установки, является определение временных характеристик циклов работы холодильной машины при регулировании пуском и остановкой компрессора, их оптимизация в зависимости от величины полного перепада температур на испарителе и конденсаторе.

Библиографические ссылки

1. Оносовский В. В., *Моделирование и оптимизация холодильных установок: учеб. пособие. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1990.*
2. Самарский А. А., Михайлов А. П. *Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. М.: Физматлит, 2001.*

© Козловцева М. А., Лыткин А. Ю., Деткова В. А., Делков А. В., 2013

УДК 629.7.018

И. П. Колчанов, А. В. Делков
 Научный руководитель – А. А. Кишкин
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

К ПОСТАНОВКЕ ЗАДАЧИ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ ТЕПЛО ВАКУУМНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Анализируются способы тепловакуумных испытаний космических аппаратов. Указываются недостатки существующих способов. Ставится задача модернизации вакуумной камеры для испытаний.

Тепловакуумные испытания космических аппаратов широко используются для моделирования косми-

ческих условий полета или условий пребывания на поверхностях, не имеющих атмосферу небесных тел

(Луна, астероиды) [1]. Задача таких испытаний – проверка работы аппаратуры и узлов в реальных космических условиях, определение теплофизических параметров отдельных частей и элементов космического аппарата, определение прочностных характеристик и уточнение математических моделей систем терморегулирования [2].

Испытания проводятся в вакуумных камерах, в которых создаются условия пониженного давления и широкого диапазона температур, свойственного космическим условиям. Такие испытания проводятся на различных стадиях проектирования космических аппаратов. Тепловакуумные испытания отличаются большой сложностью, трудоемкостью и значительными материальными затратами.

Методы и средства тепловакуумных испытаний разрабатываются и совершенствуются давно. Традиционно для тепловакуумных испытаний используется вакуумная камера со стационарным размещением в ней криоэкранов. Криоэкраны предназначены для охлаждения пространства камеры и размещенного в ней оборудования и конструктивно представляют собой теплообменники с использованием жидкого азота или гелия в качестве рабочих тел. В базовой комплектации стенд для тепловакуумных испытаний космических аппаратов содержит вакуумную камеру с системой вакуумирования, цельный криогенный экран цилиндрической формы, имитатор внешних тепловых потоков и систему управления.

Работа вакуумной камеры осуществляется следующим способом. Вакуумируют камеру до давления, исключающего конвективный теплообмен, с помощью вакуумного насоса. Одновременно с вакуумированием подают криоагент на криогенный экран. Включаются имитаторы солнечного излучения. При достижении заданных условий проводят испытания.

Указанный выше способ имеет ряд недостатков:

– неудовлетворительная равномерность охлаждения поверхности космического аппарата. Это обусловлено неравномерностью распределения тепломостных элементов поверхности космического аппарата и наличием на поверхности элементов сложной геометрии (антенн, излучателей).

– невозможность обеспечения качественного криостатирования отдельных локальных участков или деталей космического аппарата. Используемые в вышеприведенных способах криогенные экраны нечувствительны к геометрии поверхности аппарата, так как расположены на достаточном удалении от нее.

– значительное время выхода криовакуумной установки на режим. В связи с развитыми по контуру камеры поверхностями криогенных экранов удельные тепловые потоки имеют низкие значения.

Указанное выше приводит к необходимости оптимизации тепловакуумных испытаний и вакуумной камеры. Задача, на решение которой направлена модернизация вакуумной камеры – повышение качества охлаждения узлов испытываемого космического аппарата, расширение возможностей экспериментальной отработки при тепловакуумных испытаниях. Под качеством охлаждения здесь понимается комплексный критерий, характеризуемый скоростью выхода на температурный режим, уровнем достигаемой температуры, равномерностью процесса охлаждения. Такая задача является перспективной для современной испытательной техники.

Библиографические ссылки

1. Колесников А. В. Испытания конструкций и систем космических аппаратов : курс лекций М. : Изд-во МАИ, 2007.

2. Фаворский О. Н., Каданер Я. С. Вопросы теплообмена в космосе. М. : Высшая школа, 1967.

© Колчанов И. П., Делков А. В., 2013

УДК 621.325.5

Е. В. Кулаков, В. В. Шелепов

Научный руководитель – М. Г. Мелкозеров

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОРГАНИЗАЦИЯ ВОЗДУХООБМЕНА В ЦОД

Предложенная схема охлаждения центров обработки данных, на основе разработанных серверных шкафов с отводом горячего воздуха и выезжаемыми отсеками оборудования, способная снимать до 30 кВт тепла с одного серверного шкафа.

В центрах обработки данных большую роль играет площадь занимаемая серверным оборудованием, чем больше шкафов разместится на площади, тем эффективней будет работа центра обработки данных. Но существуют и определенные недостатки: при плотном размещении оборудования необходима более серьезная система охлаждения, так как срок службы электроники может быть снижен в два раза при повышении температуры на 10 °С.

Разработанная схема (рис. 1) совмещает в себе компактность расстановки оборудования и достаточное охлаждение для него. Главным принципом является разделения «холодных» и «горячих» зон таким образом что бы не было зон контакта между ними. Следующим шагом является применением разработанных серверных шкафов с предусмотренным воздухоотводом в зону фальшпотолков, это позволит достаточно плотно расположить оборудование. Для

уменьшения потерь охлажденного воздуха использовать герметичные перекрытия и двери в межстоечных коридорах, тем самым создавая «холодный бассейн». При повышении нагрузки на системы, заменяются

плитки подачи воздуха, на плитки со встроенным компрессором, который увеличивает скорость потока воздуха [3].

Результаты полученные разными фирмами [1; 2]

Фирма	Способ охлаждения	Снимаемое тепло
IBM	Создание «холодного бассейна»	До 15 кВт
DELL	Система «активный пол»	До 15 кВт
IBM+ DELL	Совмещение «холодного бассейна» и системы «активный пол»	До 24 кВт
INTEL	–	До 31 кВт
Предложенная схема с использованием серверных шкафов с отводом горячего воздуха	Сочетание схемы «активный пол» и «холодного бассейна» с использованием разработанного шкафа	До 30 кВт

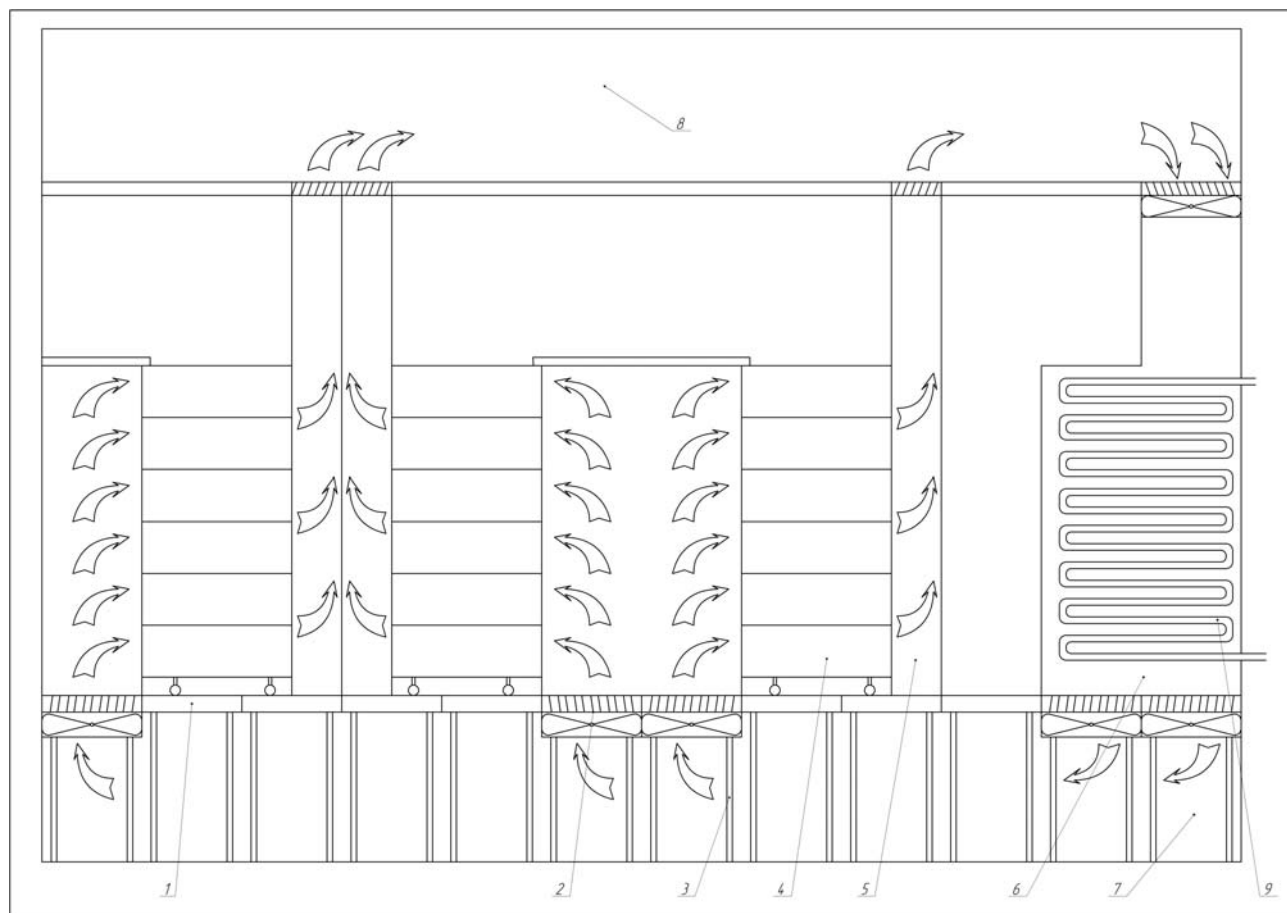


Схема охлаждения центров обработки данных:

- 1 – фальшпол; 2 – фальшпол с устройством подачи воздуха; 3 – опоры фальшпола;
- 4 – Оборудование серверного шкафа; 5 – канал отвода теплого воздуха в серверном шкафу; 6 – блок фэнкойла;
- 7 – зона охлажденного воздуха; 8 – зона нагретого воздуха

Библиографические ссылки

1. Решение задачи охлаждения высоконагруженных серверных стоек. URL: <http://dcnt.ru>.
 2. Стратегия Intel для центров обработки данных. URL: <http://intel.ru>.

3. Экскурсия в ЦОД: технология охлаждения. URL: <http://habrahabr.ru>.

© Кулаков Е. В., Шелепов В. В., 2013

УДК 621.325.5

Е. В. Кулаков
 Научный руководитель – Н. Г. Измайлова
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СХЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЯ ГОРЯЧЕЙ ВОДОЙ И ХОЛОДНЫМ ВОЗДУХОМ НА ОСНОВЕ ТЕПЛОВОГО НАСОСА

Предложенная схема на базе теплового насоса позволяет понизить затраты электроэнергии в летний период года и уменьшить количество оборудования для обеспечения холодным воздухом жилых помещений.

Теплота конденсации от холодильной машины, работающей в режиме теплового насоса, в течение круглого года используется для снабжения горячей водой и отопления для зимнего и переходных перио-

дов. Для обеспечения холодным воздухом жилых помещений в летний период года используются два типа реверсивных тепловых насосов:

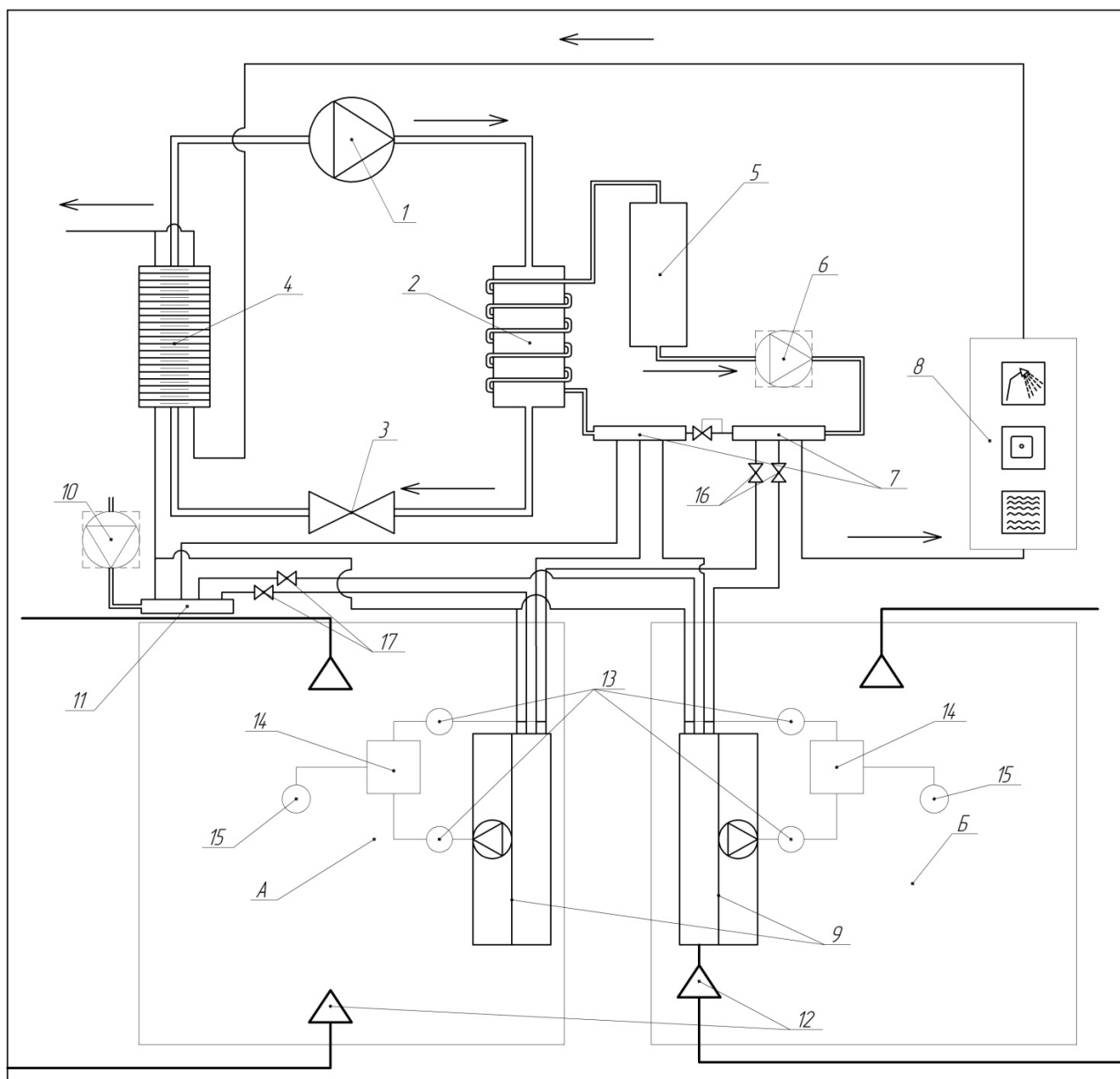


Схема обеспечения помещения горячей водой и холодным воздухом на основе теплового насоса

- 1 – компрессор; 2 – конденсатор; 3 – ТРВ; 4 – испаритель; 5 – накопительный резервуар; 6 – насосная станция;
 7 – коллекторы теплового насоса; 8 – зона потребителя; 9 – доводчики; 10 – насос забора воды из скважины;
 11 – коллектор холодной воды; 12 – подача воздуха в помещение; 13 – регулирующее воздействие; 14 – регулирующее оборудование; 15 – датчики температуры; 16 – запорные клапаны горячей воды; 17 – запорные клапаны холодной воды.
 А – помещение с подачей воздуха непосредственно в помещение; Б – помещение с подачей воздуха в доводчик

а) тепловой насос типа «подогрев или охлаждение». Способен работать только в одном режиме, что имеет существенный недостаток: при охлаждении помещений не обеспечивает горячей водой;

б) тепловой насос типа «подогрев и охлаждение». Способен работать одновременно в двух режимах, что дает преимущество перед первым типом, но имеет определенные недостатки, так как предусматривает установку дополнительного оборудования, что в свою очередь ведет к повышению цен на приобретение и установку теплового насоса.

Предложена схема кондиционирования помещения и снабжения горячей на основе ХМ, работающей в режиме теплового насоса круглый год (рис. 1). В данной схеме предусмотрен режим теплового насоса только на подогрев воды. Подогреваемая вода в теплообменном аппарате (конденсаторе ХМ) 2, поступает в накопительный бак 5, из которого через насосную станцию 6, обеспечивающую гидравлический режим, горячая вода распределяется в коллекторе 7, далее горячая вода поступает к потребителю 8, для зимнего периода горячая вода также поступает в доводчики 9 для обеспечения отопления помещений. Для охлаждения помещений используется холодная вода, добываемая со скважины (низкопотенциальное тепло для теплового насоса), подаваемая

в доводчики 9. В доводчике происходит поглощение тепла водой, после чего ее рационально подавать в испаритель 4 для уменьшения затрат энергии на подогрев воды.

Регулировка температуры воздуха в помещении осуществляется с помощью регулирующего оборудования 14, которое при изменении температуры датчика 15, изменяет скорость вращения вентилятора доводчика и расход теплоносителя 13.

Подача воздуха 12 в помещение может осуществляться как непосредственно через доводчик, так и отдельно в помещение с использованием вытесненной вентиляции.

Предложенная схема позволяет использовать горячую воду и получать охлажденный воздух, а также сократить потребляемую энергию ХМ на подогрев воды.

Библиографическая ссылка

1. Измайлова Н. Г., Кулаков Е. В., Хайцен М. Ю. Использование эжекционного доводчика для охлаждения помещения в теплый период года // Решетневские чтения. 2012.

© Кулаков Е. В., 2013

УДК 629.78

Ф. В. Танасиенко, Ю. Н. Шевченко
 Научный руководитель – А. А. Кишкин
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МЕТОДИКА ТЕПЛООВОГО РАСЧЕТА ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА, РАБОТАЮЩИХ В ОТКРЫТОМ КОСМОСЕ

Представлено описание методики проведения теплового расчёта электронных приборов (ЭП), работающих в открытом космосе.

Основой конструкции современных спутников является их негерметичное исполнение, т. е. все спутниковые приборы способны работать в открытом космосе. В условиях космического пространства передача тепла конвекцией исключается. Следовательно, рассматривается только передача тепла теплопроводностью и тепловое излучение.

Конструктивно приборы состоят из алюминиевых рамок. Состав рамки представлен на рисунке 1. Рамки между собой собираются в модули, скреплённые винтами. Каждая рамка также крепится винтами к кронштейнам. К основаниям рамок приклеены склейки плат из стеклотекстолита, на которых и располагаются ЭРИ.

Для ЭП, работающих в открытом космосе, характерными являются нестационарные режимы функционирования. Температуры в таких приборах непрерывно изменяются по времени под действием переменных внутренних и внешних тепловых потоках. В тепловых анализах ЭП выделяют два крайних случая: «Горячий» и «Холодный».

«Холодный» случай характеризуется следующими основными параметрами:

- минимальные внешние тепловые потоки;
- максимальное внутреннее тепловыделение прибора;
- значения оптических коэффициентов на начало срока активного существования.

«Горячий» случай характеризуется следующими основными параметрами:

- максимальные внешние тепловые потоки;
- минимальное внутреннее тепловыделение прибора;
- значения оптических коэффициентов на конец срока активного существования.

Тепловая математическая модель приборов состоит:

- 1) из геометрической модели, предназначенной:
 - для расчета поглощенных внешних тепловых потоков;
 - коэффициентов лучистого теплообмена между расчетными узлами;

– коэффициентов кондуктивного теплообмена между расчетными узлами;

2) из файла исходных данных для формирования системы дифференциальных уравнений теплового баланса расчетных узлов, содержащего:

– массивы поглощенных внешних тепловых потоков для заданных положений прибора на орбите;

– коэффициенты кондуктивного и лучистого теплообмена между расчетными узлами;

– внутренние тепловые потоки расчетных узлов;

– теплоемкости расчетных узлов.

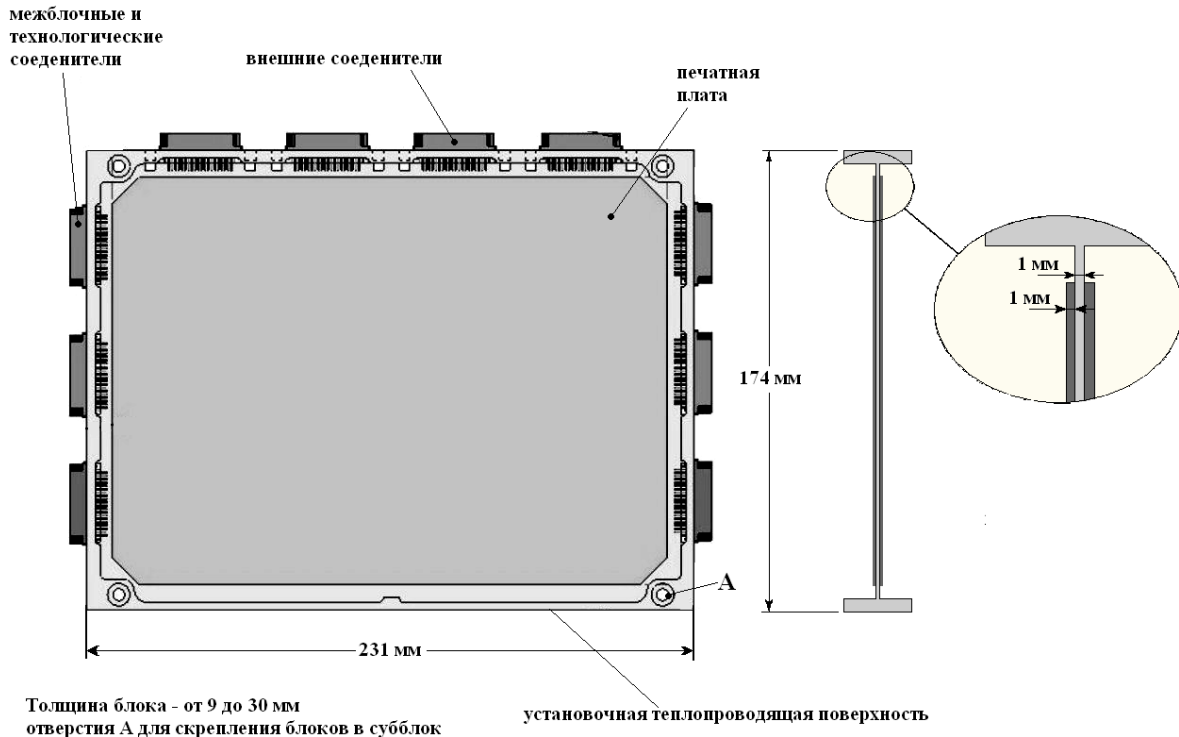


Рис. 1

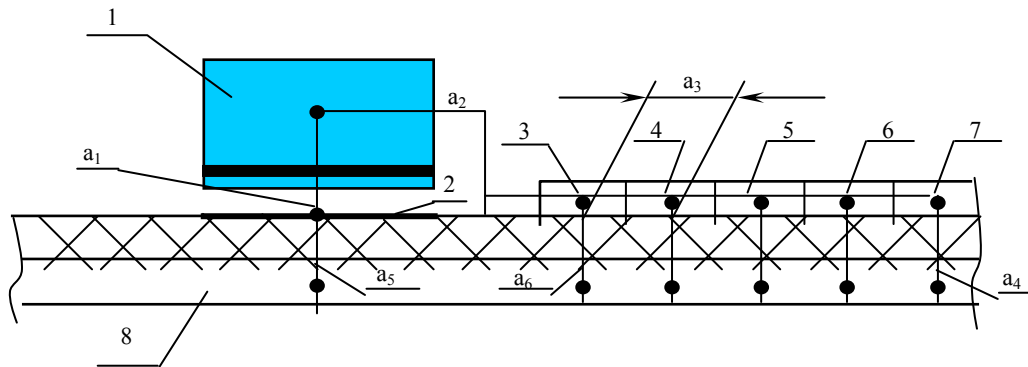


Рис. 2. Расчетная схема ЭРИ:

1 – ЭРИ; 2 – посадочное место ЭРИ; 3–7 – расчетные узлы проводника печатной платы; 8 – основание рамки. Тепловые проводимости: a_1 – между ЭРИ и посадочным местом ЭРИ через клей и подставки или излучением; a_2 – между ЭРИ и проводником печатной платы по выводам ЭРИ; a_3 – между расчетными узлами проводника печатной платы; a_4 – между расчетными узлами проводника печатной платы и основанием рамки; a_5 – между посадочным местом ЭРИ и основанием рамки через текстолит; a_6 – между контактной площадкой ЭРИ и основанием рамки через текстолит

Для проведения анализа нестационарного теплового режима приборов, использовался узловой метод конечных разностей, в котором конструкция прибора разбивается на ряд изометрических расчётных узлов. Для каждого узла записывается уравнение баланса

энергии. В результате получается система нелинейных уравнений теплового баланса следующего вида:

$$(cm)_i \frac{dT_i}{d\tau} = \sum Q_{\text{внеш}} + \sum Q_{\text{внутр}} + \sum_j \left(\frac{\lambda F}{\delta} \right)_{j-i} \cdot (T_j - T_i) +$$

$$+\sum_k \varepsilon_i \cdot H_{i-k} \cdot \sigma_0 (T_k^4 - T_i^4) - \varepsilon_i \cdot \sigma_0 \cdot F_i \cdot \Phi_{i-k} \cdot T^4. \quad (1)$$

Для ее решения используются численные методы. В результате решения, с учетом начальных и граничных условий, получаем значения температур на посадочных местах ЭРИ.

Перегрев тепловыделяющих ЭРИ относительно их посадочных мест определяется исходя из установочных параметров ЭРИ по расчетной схеме, приведенной на рис. 2.

© Танащенко Ф. В., Шевченко Ю. Н., 2013

УДК 658.26; 621.165.1

Т. А. Тасенко, И. О. Прокаев
 Научный руководитель – А. В. Делков
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПРИМЕНЕНИЕ ПРЯМЫХ СИЛОВЫХ ЦИКЛОВ НА НИЗКОКИПАЩИХ РАБОЧИХ ТЕЛАХ

Оцениваются проблемы и перспективы утилизации низкопотенциальных тепловых источников. Рассматривается цикл работы установки паротурбинной установки на низкокипящем рабочем теле.

Тенденции роста цен на энергоносители и сокращение их запасов определяют необходимость поиска путей разработки и эффективного использования новых и альтернативных источников энергии. По результатам анализа отечественной и зарубежной литературы возможно выделить 4 типа источников тепла, являющихся перспективными для освоения и требующих разработки специфического подхода к их использованию в качестве энергетических ресурсов [1; 2]:

- геотермальное тепло;
- тепловая мощность солнечного излучения;
- тепловые выбросы промышленности;
- тепловые потоки от двигателей и бортовой аппаратуры транспортных систем, в том числе автомобилей, морского транспорта, космических аппаратов.

Особенность вышеприведенных источников – наличие отличной от окружающей среды температуры, которой, впрочем, не достаточно для организации традиционных паросиловых циклов на водяном паре. Температурный напор, – разница между температурой теплового источника и окружающей средой, – для этих источников лежит в диапазоне 60–200 °С. В литературе такие источники получили название низкопотенциальных.

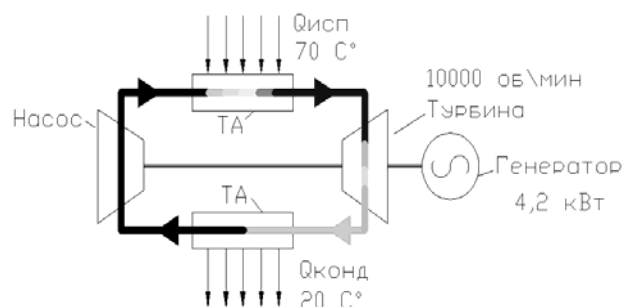
Перспективными и наиболее распространенными методами трансформации тепловой энергии в механическую и электрическую являются паросиловые циклы на турбомашинах. Такие циклы функционируют по принципу переноса тепла от источника к области теплосброса с выработкой энергии. При указанных температурных напорах паросиловой цикл возможно осуществить только с помощью специфических рабочих тел – органических (этанол, фреон, изобутан и т. д.).

Актуальность исследования и разработки вышеприведенных энергетических ресурсов заключена в том, что, не смотря на их перспективность, до сих пор отсутствуют адекватные и оптимальные методы их использования. Инженерные разработки подобных паротурбинных установок (ПТУ) на органических

рабочих телах (ОРТ), представленные на мировом рынке (Turboden (Italy), Infinity Turbine LLC (USA)), имеют эффективный КПД в диапазоне 10–12 % и ограниченные диапазоны применения. Эффективных методов проектирования и оптимизации подобных установок еще не разработано.

Принципиальная структурная схема ПТУ на ОРТ (рис. 1) включает в себя следующие элементы:

1. Турбина – используется активная осевая турбина для превращения энергии рабочего тела в работу.
2. Циркуляционный насос – предназначен для повышения давления рабочего тела и подачи его в испаритель.
3. Испаритель – предназначен для передачи тепла от источника к рабочему телу.
4. Конденсатор – предназначен для передачи тепла рабочего тела источнику холода и перевода рабочего тела в жидкую фазу.
5. Электрогенератор.



Структурная схема установки и цикл работы

Принцип работы установки следующий. Рабочее тело получает тепло от источника в испарителе, за счет чего он испаряется и нагревается. После этого рабочее тело поступает на турбину, где расширяется с отводом энергии. Давление и температура рабочего тела при этом снижаются. Далее рабочее тело поступает в конденсатор, где конденсируется за счет взаи-

модействия с источником холода. Жидкое рабочее тело сливается в ресивер, откуда отбирается циркуляционным насосом и подается в конденсатор.

На сегодняшний день это направление энергетики сдерживается отсутствием эффективных энергетических установок, позволяющих утилизировать тепловую энергию с низкотемпературными параметрами теплоносителя. Проблема эта связана со сложностью проведения проектировочных расчетов, – термодинамические параметры органических рабочих тел в установке меняются весьма существенно, определяя ее энергетические параметры. Очевидно также, оптимизацию установки в подобных условиях проводить затруднительно.

Между тем, любая установка представляется совокупностью ее элементов, функционирующих в заданных граничных и начальных условиях. При такой постановке становится возможным применить к энерго-

силовым установкам принципы системного математического моделирования, обозначив в качестве целевой функции оптимизацию конструкции и параметров цикла.

Библиографические ссылки

1. Brasz Joost J. Power Production from a Moderate – Temperature Geothermal Resource // Joost J. Brasz, Bruce P. Biederman, Gwen Holdmann. Paper presented at the Geothermal Resources Council Annual Meeting September 25-28th, 2005; Reno, NV, USA.

2. Sotirios Karellas, Andreas Schuster Supercritical Fluid Parameters in Organic Rankine Cycle Applications Int. J. of Thermodynamics Vol. 11 (No. 3), pp. 101–108, September 2008.

© Тасенко Т. А., Прокаев И. О., 2013

УДК 621.57

А. А. Ходенков, В. В. Мокеев
Научный руководитель – А. А. Кишкин
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ТЕПЛООБМЕНА В ДВУХФАЗНЫХ ПОТОКАХ

Рассматриваются вопросы расчета характеристик теплообмена при двухфазном течении в аппаратах систем терморегулирования. Приводится описание экспериментальных исследований.

Современные темпы развития космических аппаратов, выводимых на орбиту для обеспечения связи и зондирования, обуславливают необходимость размещения на борту большого количества оборудования, работа которого характеризуется значительными тепловыделениями. Соответственно возникает необходимость применения эффективных систем терморегулирования, обеспечивающих отвод необходимого тепла при возможно меньших массо-габаритных параметрах [1].

Таким требованиям соответствуют двухфазные системы терморегулирования, например, в составе контурных тепловых труб, которые позволяют получить значительный массо-энергетический выигрыш по сравнению с системами, использующими только теплоемкостный механизм.

Эффективность двухфазного теплообменника определяется степенью интенсивности теплообмена и площадью распространения фазового перехода [2]. Оценка эффективности обычно производится на этапе проектировочного расчета. Однако в настоящее время вопрос достоверного расчета таких систем остается открытым. Это обусловлено особенностями работы двухфазных СТР:

- изменение свойств сред в зависимости от степени фазового перехода по длине канала (рис. 1);
- наличие различных режимов течения в трубах теплообменного аппарата;
- изменение скорости, числа Рейнольдса и коэффициента теплоотдачи по длине фазового перехода.

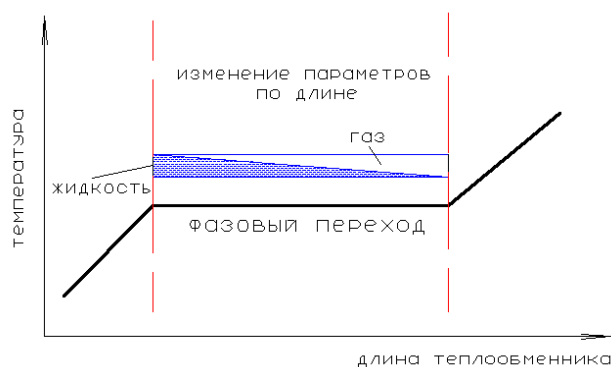


Рис. 1. Картина течения с фазовым переходом в теплообменнике системы терморегулирования

В настоящем исследовании ставится задача унифицировать расчетный аппарат для создания универсальных алгоритмов, подходящих для произвольной системы СТР КА, позволяющих существенно повысить энергоэффективность и снизить массо-габаритные параметры. Первая часть исследования включает в себя моделирование движения двухфазного потока в трубах малых диаметров.

Для этих целей был спроектирован экспериментальный стенд, позволяющий снимать температуры, давления, массовые расходы, с возможностью визуализации движения двухфазного потока.

Была проведена серия экспериментальных исследований с целью определения длины фазового пере-

хода и коэффициентов теплоотдачи. Для проведения этой серии экспериментов собрана холодильная установка, работающая по обратному циклу Карно с необходимым диаметром труб (5-10 мм), размещенная в климатической камере объемом 10 м³.



Рис. 2. Температурное поле двухфазного теплообменника

На основе проведенных экспериментов по температурному полю (рис. 2) двухфазного теплообменника можно определить длину фазового перехода без разрыва первого рода.

Обработка экспериментальных данных будет служить основой верификации алгоритма расчета и проектирования системы терморегулирования космических аппаратов. На основе алгоритма планируется создать эффективный инструмент оптимизации подобных систем.

Библиографические ссылки

1. Гуцин В. Н. Системы терморегулирования // Основы устройства космических аппаратов : учебник для вузов. М. : Машиностроение, 2003. С. 197–216.
2. Данилова Г. Н., Богданов С. Н., Иванов О. П. и др. Теплообменные аппараты холодильных установок / под ред. Г. Н. Даниловой. 2-е изд., перераб. и доп. Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1986. 303 с. : ил.

© Ходенков А. А., Мокеев В. В., 2013

УДК 658.26; 621.165.1

Д. В. Чикирда, Н. И. Степанов, Т. А. Тасенко, А. А. Ходенков
 Научный руководитель – А. А. Кишкин
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М.Ф. Решетнева, Красноярск

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК НА ОРГАНИЧЕСКИХ РАБОЧИХ ТЕЛАХ

Рассматриваются вопросы моделирования рабочего процесса паротурбинной установки на органическом рабочем теле. Приводится цикл работы установки и его термодинамический анализ. Представлены методы расчета и проектирования подобных установок. Описывается экспериментальная установка.

В настоящее время все большее значение приобретают паросиловые циклы на органических рабочих телах (ОРТ) – фреоне, аммиаке, этаноле, изобутане и т. д. Такие циклы получили название Organic Rankine Cycle (ORC) [1]. С помощью таких циклов возможно использование низкопотенциальных тепловых источников в производстве механической и электрической энергии.

На сегодняшний день это направление энергетики сдерживается отсутствием эффективных методов расчета и проектирования паротурбинных установок (ПТУ), позволяющих утилизировать тепловую энергию с низкотемпературными параметрами теплоносителя. Такие методы возможно разработать с применением математического моделирования тепловых технических систем [2].

Авторами была разработана математическая модель ПТУ ОРТ, был составлен алгоритм расчета и проведены численные исследования рабочих режимов установки и энергетического баланса турбины. Алгоритм расчета характеризуется следующими параметрами. Исходные данные: температура нагревателя, температура холодильника, геометрия рабочих элементов (профиль соплового аппарата, площадь теплообмена испарителя и конденсатора, диаметр колеса турбины и т.д.). Рассчитываемые параметры: массо-

вый расход рабочего тела, адиабатная мощность турбины, потери в турбине, термодинамические параметры рабочего тела на входе и на выходе из турбины, скорости рабочего тела в проточной части турбины, потребная мощность насоса, КПД турбины.

Результаты расчета баланса турбины по модели приведены на рис. 1.

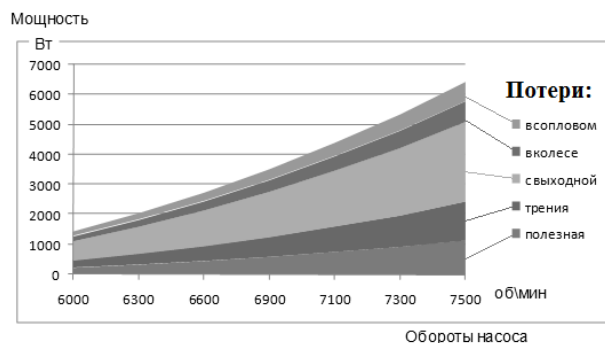


Рис. 1. Баланс мощностей турбины

Установлена тенденция увеличения КПД с наращиванием адиабатной мощности турбины. Это связано с перестройкой треугольников скоростей и уменьшением потерь с выходной скоростью. Оптимальны-

ми по КПД получаются решения с большими напорами насоса.

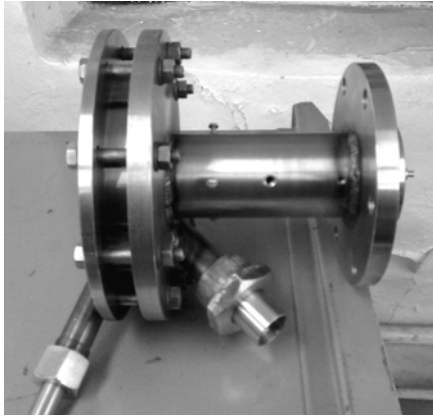


Рис. 2. Паровая турбина экспериментальной установки

Для верификации модели был спроектирован испытательный стенд установки. Для испытаний изго-

товлена активная осевая турбина (рис. 2). Измерение эффективной мощности турбины производится пневмотермометрическим методом на потребителе – гидротормозе. В качестве него используется центробежный насос, перекачивающий воду.

Проведение экспериментальных исследований на опытной установке, обработка и анализ результатов эксперимента и верификация модели на эксперименте еще предстоят авторам.

Библиографические ссылки

1. Quoilin S., Lemort V., Lebrun J., *Experimental study and modelling of organic Rankine cycle using scroll expander*, *Applied energy*, 87 (2010). P. 1260–1268.

2. Попырин Л. С. *Математическое моделирование и оптимизация теплоэнергетических установок*. М. : Энергия, 1978. 416 с.

© Чикирда Д. В., Степанов Н. И., Тасенко Т. А., Ходенков А. А., 2013

УДК 629.76

В. Д. Бакаенко

Научный руководитель – А. В. Лопатин

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, КрасноярскМОДЕЛИРОВАНИЕ СЕТЧАТЫХ КОМПОЗИТНЫХ СПИЦ ЗОНТИЧНЫХ АНТЕНН
КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Космические антенны зонтичного типа представляют собой конструкции со сравнительно невысокой стоимостью и приемлемыми электродинамическими характеристиками. В последнее время в качестве спиц зонтичных антенн космических аппаратов используются сетчатые цилиндрические оболочки большого удлинения. В данной работе разработана параметрическая модель сетчатой спицы круглого сечения в ANSYSWorkbench.

Сетчатые композитные цилиндрические оболочки состоят из системы спиральных и кольцевых ребер, выполненных из однонаправленного композиционного материала, обладающего высокой удельной жесткостью и прочностью [1–2]. В сетчатых оболочках ребра являются основными несущими элементами, которые обеспечивают одновременную мембранную и изгибную жесткость конструкции. В настоящее время для проектирования спиц используются так называемые феноменологические модели. Эти модели рассматривают сетчатую структуру как однородную и ортотропную. Вместе с тем развитие вычислительной техники дает возможность использовать для анализа таких конструкций дискретные конечно-элементные модели.

Алгоритм создания сетчатой спицы написан с помощью раздела **ParametrManager** геометрического модуля **DesignModeler** пакета конечно-элементного моделирования ANSYS [3]. В качестве исходных данных использовались длина спицы L , диаметр спицы D , угол наклона спиральных ребер ϕ . Спиральные ребра располагаются под углами $+\phi$ и $-\phi$ к образующей. Кольцевые ребра проходят через середины отрезков, расположенных между узлами пересечения спи-

ральных ребер. Все ребра конструкции моделировалась балочными элементами прямоугольного сечения, при этом учитывалось естественное закручивание спиральных ребер.

Модель сетчатой спицы, изображенная на рис. 1, может быть использована при проектировании зонтичных антенн космических аппаратов. Использование дискретных моделей спиц обусловлено вычислительной мощностью современных компьютеров и важной для проектирования возможностью автоматизировать операции по построению конечно-элементных моделей сетчатых структур (рис. 2).

Предложенный и реализованный алгоритм позволяет в автоматическом режиме создавать конечно-элементные модели сетчатых спиц с различными геометрическими параметрами, а также проводить параметрический синтез массовых и жесткостных характеристик модели.

Разработанный алгоритм создания геометрических и конечно-элементных моделей сетчатых спиц зонтичных антенн используется при реальном проектировании этих конструкций в ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнева (рис. 3).

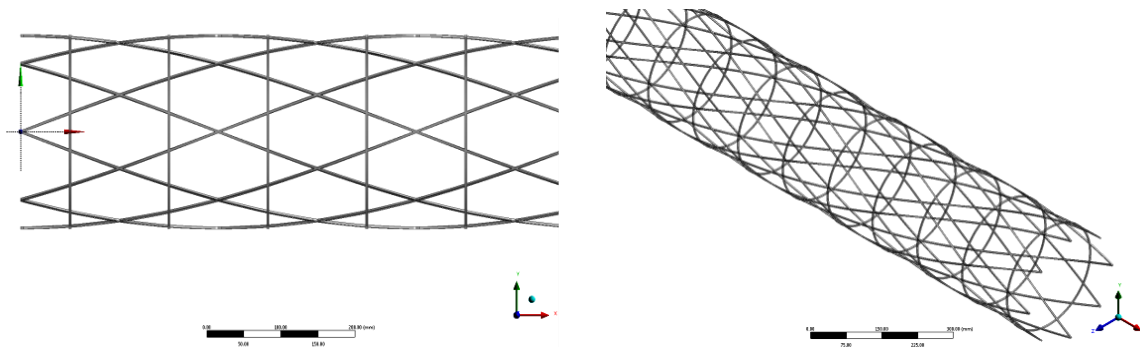


Рис. 1. Геометрическая модель сетчатой спицы

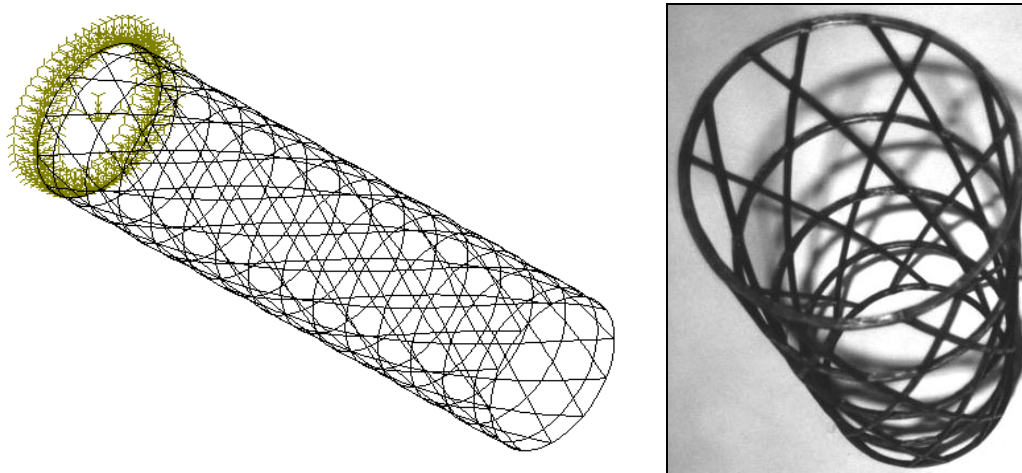


Рис. 2. Конечно-элементная модель сетчатой спицы

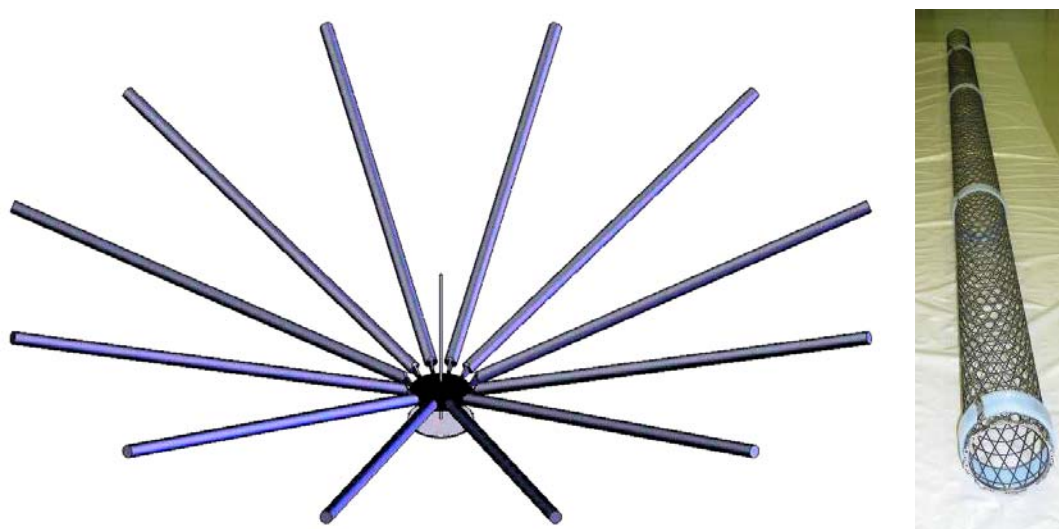


Рис. 3. Спицы зонтичной антенны

Библиографические ссылки

1. Vasiliev V., Barynin V., Rasin A. *Anisogrid Lattice Structures – Survey of Development and Application*, *Composite Structures*, 54 (2001) 361–370.

2. Totaro G., Gürdal Z., *Optimal design of composite lattice shell structures for aerospace applications*, 13 (2009) 157–164.

3. *ANSYS user's guide*.

© Бакаенко В. Д., 2013

УДК 539.3

В. В. Болгов, А. В. Быков
Научный руководитель – Р. А. Сабиров
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ПЛОСКОЙ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ ВАРИАЦИОННО-РАЗНОСТНЫМ МЕТОДОМ В ПЕРЕМЕЩЕНИЯХ И НАПРЯЖЕНИЯХ

Рассмотрены интегральные формулировки для плоской задачи теории упругости в перемещениях и напряжениях с учетом изменения температуры. Для решения задач вариационно-разностным методом предлагается единый алгоритм формирования коэффициентов системы уравнений и правых частей с использованием второй и первой вариаций функционалов для обеих формулировок. Ключевые слова: плоская задача теории упругости, функционалы Лагранжа и Кастилиано, изменение температуры, вариационно-разностный метод.

Интегральные формулировки для краевых задач обладают определенным преимуществом относительно формулировок дифференциальных. Так в теории пластин порядок производных функций перемещений или функций напряжений вдвое меньше при интегральных формулировках. Физические постоянные материала находятся под интегралом, являясь функциями, что упрощает учет переменной жесткости конструкции. Имеются некоторые преимущества при учете граничных условий.

Рассмотрим интегральные (вариационные) формулировки в перемещениях и напряжениях для плоской задачи теории упругости. Запишем дифференциальные уравнения равновесия [1]

$$\begin{aligned} \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial y} + X &= 0, \\ \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + Y &= 0, \end{aligned} \quad (1)$$

в символической форме [2]

$$\iint_S \left[\left(\frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial y} + X \right) \delta u + \left(\frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + Y \right) \delta v \right] dx dy = 0, \quad (2)$$

имеющее место для всех значений вариаций перемещений δu и δv в области пластинки. Интегрирование внутреннего произведения в (2) понижает порядок производных функций напряжений [3], и с учетом линейных геометрических зависимостей, связывающие компоненты тензора деформаций с компонентами вектора перемещений, дает вариационное уравнение

$$\begin{aligned} - \iint_S (\sigma_x \delta \epsilon_x + \tau_{xy} \delta \gamma_{xy} + \sigma_y \delta \epsilon_y) dx dy + \iint_S [X \delta u + Y \delta v] dx dy + \\ + \int_{y=0}^{y=b} (\sigma_x^* \delta u + \tau_{xy}^* \delta v) dy \Big|_{x=0}^{x=a} + \int_{x=0}^{x=a} (\sigma_y^* \delta v + \tau_{yx}^* \delta u) dx \Big|_{y=0}^{y=b} = 0. \end{aligned} \quad (3)$$

Здесь $\sigma_x^*, \tau_{xy}^*, \sigma_y^*, \tau_{yx}^*$ – заданные на контуре напряжения. Внесем в (3) закон Гука [1]:

$$\begin{aligned} \sigma_x &= \frac{E}{1-\mu^2} [\epsilon_x + \mu \epsilon_y - (1+\mu) \alpha T], \\ \sigma_y &= \frac{E}{1-\mu^2} [\epsilon_y + \mu \epsilon_x - (1+\mu) \alpha T], \\ \tau_{xy} &= \frac{E}{2(1+\mu)} \gamma_{xy}, \end{aligned} \quad (4)$$

что позволит уравнение (3) представить в виде $\delta \mathcal{E}_n = 0$, где

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_n(u, v) &= - \frac{E}{2(1-\mu^2)} \times \\ &\times \iint_S \left[\left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial y} \right)^2 + 2\mu \frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{1-\mu}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right)^2 - \right. \\ &\left. - (1+\mu) \alpha T \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) \right] dx dy + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} + \iint_S (X u + Y v) dx dy + \\ + \int_{y=0}^{y=b} (\sigma_x^* u + \tau_{xy}^* v) dy \Big|_{x=0}^{x=a} + \int_{x=0}^{x=a} (\sigma_y^* v + \tau_{yx}^* u) dx \Big|_{y=0}^{y=b} \end{aligned} \quad (5)$$

– функционал Лагранжа.

Преобразуем функционал (5) в функционал Кастилиано, который с учетом температурного члена имеет вид

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_K(\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}) &= \frac{1}{2E} \iint_S [\sigma_x^2 - 2\mu \sigma_x \sigma_y + \\ &+ \sigma_y^2 + 2(1+\mu) \tau_{xy}^2 + E \alpha T (\sigma_x + \sigma_y)] dx dy. \end{aligned} \quad (6)$$

Внесение в (6) функции Эри [1], дает

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_K(\varphi(x, y)) &= \frac{1}{2E} \iint_S \left[\left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} \right)^2 - 2\mu \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} \right)^2 + \right. \\ &+ 2(1+\mu) \left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x \partial y} \right)^2 + E \alpha T \left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} \right) dx dy \Big]. \end{aligned} \quad (7)$$

Принципы минимума полной потенциальной энергии и дополнительной энергии можно найти в [1] – [4]. Для решения краевой задачи в перемещениях, при формировании коэффициентов системы уравнений используем вторую вариацию функционала Лагранжа

$$\begin{aligned} \delta_2(\delta_1 \mathcal{E}_n) &= - \frac{E}{(1-\mu^2)} \iint_S \left[\delta_2 \frac{\partial u}{\partial x} \delta_1 \frac{\partial u}{\partial x} + \right. \\ &+ \delta_2 \frac{\partial v}{\partial y} \delta_1 \frac{\partial v}{\partial y} + \mu \left(\delta_2 \frac{\partial u}{\partial x} \delta_1 \frac{\partial v}{\partial y} + \delta_1 \frac{\partial u}{\partial x} \delta_2 \frac{\partial v}{\partial y} \right) + \\ &+ \frac{1-\mu}{2} \left(\delta_2 \frac{\partial u}{\partial y} + \delta_2 \frac{\partial v}{\partial x} \right) \left(\delta_1 \frac{\partial u}{\partial y} + \delta_1 \frac{\partial v}{\partial x} \right) + \\ &+ \left. \frac{1-\mu}{2} \left(\delta_2 \frac{\partial u}{\partial y} + \delta_2 \frac{\partial v}{\partial x} \right) \left(\delta_1 \frac{\partial u}{\partial y} + \delta_1 \frac{\partial v}{\partial x} \right) \right] dx dy. \end{aligned} \quad (8)$$

Первая вариация функционала позволяет вычислять правые части системы уравнений с учетом изменения температуры

$$\begin{aligned} \delta \mathcal{E}_n &= \frac{E}{(1-\mu^2)} \iint_S (1+\mu) \alpha T \left(\delta \frac{\partial u}{\partial x} + \delta \frac{\partial v}{\partial y} \right) dx dy + \\ &+ \iint_S (X \delta u + Y \delta v) dx dy + \end{aligned}$$

$$+ \int_{y=0}^{y=b} (\sigma_x^* \delta u + \tau_{xy}^* \delta v) dy \Big|_{x=0}^{x=a} + \int_{x=0}^{x=a} (\sigma_y^* \delta v + \tau_{yx}^* \delta u) dx \Big|_{y=0}^{y=b}. \quad (9)$$

К уравнениям (8) и (9) добавляются главные граничные условия.

При решении краевой задачи в напряжениях, при формировании коэффициентов системы уравнений выгодно с позиции организации вычислений использовать вторую вариацию функционала Кастилиано

$$\delta_2(\delta_1 \mathcal{E}_K) = \frac{1}{E} \iint_S \left[\delta_2 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} \delta_1 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} - \right.$$

$$-\mu \left(\delta_2 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} \delta_1 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \delta_2 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} \delta_1 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} \right) + \delta_2 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} \delta_1 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + 2(1+\mu) \delta_2 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x \partial y} \delta_1 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x \partial y} \Big] dx dx. \quad (10)$$

Правые части системы уравнений формируются коэффициентами известных на контуре функций $\delta\varphi$ и температурными нагрузками, вычисляемые из первой вариации функционала

$$\delta \mathcal{E}_K = \frac{1}{E} \iint_S \left[E \alpha T \left(\delta \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \delta \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} \right) \right] dx dx. \quad (12)$$

Функции φ и $\delta\varphi$ на контуре предполагается вычислять с помощью «рамной аналогии» [1; 4]. Дейст-

вующие на пластинку внешние нагрузки должны быть уравновешенными.

Библиографические ссылки

1. Тимошенко С. П., Гудьер Дж. Теория упругости. М.: Наука, 1975. 576 с.
2. Якоби К. Лекции по динамике / пер. с нем. М.-Л.: Гл. ред. общетехнич. лит., 1936. 271 с.
3. Ланцош К. Вариационные принципы механики: пер. с англ. М.: Мир, 1965. 408 с.
4. Васидзу К. Вариационные методы в теории упругости и пластичности: пер. с англ. М.: Мир, 1987. 542 с.

© Болгов В. В., Быков А. В., 2013

УДК 539.3

М. А. Большаков, П. Е. Ерошенко
 Научный руководитель – Р. А. Сабиров
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ОБОБЩЕННОГО ЗАКОНА ГУКА, СОСТАВЛЕННОГО НА ГЛАВНЫХ ПЛОЩАДКАХ, В ЗАКОН ГУКА ДЛЯ ПЛОЩАДОК ПРОИЗВОЛЬНОГО НАПРАВЛЕНИЯ

Три уравнения закона Гука для изотропного материала, записанные для главных площадок преобразуются в шесть уравнений в произвольной системе координат.

В книге по сопротивлению материалов [1] для изотропного материала составляются три уравнения обобщенного закона Гука для растяжения и сжатия на главных площадках. Затем рассматривается состояние чистого сдвига, выражая зависимость между касательным напряжением и относительным сдвигом равенством

$$\gamma = \tau / G, \quad (1)$$

где G – постоянная, зависящая от свойств материала. Эту постоянную определяют из геометрических построений, мысленно сдвигая вырезанный из пластинки элемент конечных размеров в виде квадрата. Вычисляя удлинение и укорочение диагоналей искаженного элемента, учитывая равновесие элемента при чистом сдвиге и соотношения закона Гука при растяжении, определяют искомую константу изотропного материала

$$G = E / [2(1+\mu)], \quad (2)$$

называемую модулем упругости второго рода или модулем сдвига. На наш взгляд эти геометрические выкладки в определенной степени сложны, имеют приближенный характер, потому как рассматриваются малые углы, что предопределяет замену синуса и тангенса углов самими углами. Однако, выражение (2) – точное выражение.

Методы сопротивления материалов должны обеспечивать прочность, жесткость и устойчивость конструируемых деталей и конструкций. Формы представления учебного материала, базируются на физических

экспериментах и моделях деформирования, которые должны быть надежными и опираться на нормативы и опыт. Видимо, поэтому, в сопротивлении материалов и существуют определенные традиции. К примеру, данная методика выписывания формулы (1) и вывода формулы (2) в соответствие с [1] дошла до наших дней. Назовем книги: [2]–[9], рекомендуемые в учебном процессе.

Преобразуем три уравнения закона Гука записанные на главных площадках в систему шести уравнений для произвольной системы координат. В книге [10, с. 77] находим способ преобразования тензора при повороте системы координат

$$\begin{bmatrix} T'_{11} & T'_{12} & T'_{13} \\ T'_{21} & T'_{22} & T'_{23} \\ T'_{31} & T'_{32} & T'_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} & T_{13} \\ T_{21} & T_{22} & T_{23} \\ T_{31} & T_{32} & T_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{11} & a_{21} & a_{31} \\ a_{12} & a_{22} & a_{32} \\ a_{13} & a_{23} & a_{33} \end{bmatrix}, \quad (3)$$

где тензоры T_{ij} и T'_{ij} – объекты (деформации или напряжения) в исходной и повернутой системах координат. Тензор a_{ij} – объект, связывающий исходную систему координат и повернутую системы координат; повороте осей вокруг оси z на угол α , коэффициенты приобретают значения:

$$a_{11} = a_{22} = \cos \alpha = c, \quad a_{12} = \sin \alpha = s, \\ a_{21} = -\sin \alpha = -s, \quad a_{33} = 1, \quad a_{13} = a_{23} = a_{31} = a_{32} = 0.$$

Преобразуем главные деформации $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$ ориентированные в осях $O123$, в компоненты тензора деформаций $\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z, \varepsilon_{xy}, \varepsilon_{yz}, \varepsilon_{zx}$, расположенные в осях $Oxyz$:

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_x & \varepsilon_{xy} & \varepsilon_{xz} \\ \varepsilon_{xy} & \varepsilon_y & \varepsilon_{yz} \\ \varepsilon_{xz} & \varepsilon_{yz} & \varepsilon_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c & s & 0 \\ -s & c & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_1 & 0 & 0 \\ 0 & \varepsilon_2 & 0 \\ 0 & 0 & \varepsilon_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c & -s & 0 \\ s & c & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 c^2 + \varepsilon_2 s^2 & (\varepsilon_2 - \varepsilon_1)sc & 0 \\ (\varepsilon_2 - \varepsilon_1)sc & \varepsilon_1 s^2 + \varepsilon_2 c^2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}. \quad (4)$$

Подставим сюда три уравнения Гука записанные в системе главных осей координат $O123$:

$$\begin{aligned} \varepsilon_1 &= [\sigma_1 - \mu(\sigma_2 + \sigma_3)]/E, \\ \varepsilon_2 &= [\sigma_2 - \mu(\sigma_3 + \sigma_1)]/E, \\ \varepsilon_3 &= [\sigma_3 - \mu(\sigma_1 + \sigma_2)]/E, \end{aligned} \quad (5)$$

где E – модуль упругости, а μ – коэффициент Пуассона. Тогда из (4) имеем

$$\begin{aligned} \varepsilon_x &= [\sigma_1 c^2 + \sigma_2 s^2 - \mu(\sigma_1 s^2 + \sigma_2 c^2) - \mu\sigma_3]/E, \\ \varepsilon_y &= [\sigma_2 c^2 + \sigma_1 s^2 - \mu(\sigma_2 s^2 + \sigma_1 c^2) - \mu\sigma_3]/E, \\ \varepsilon_{xy} &= (1 + \mu)(\sigma_2 - \sigma_1)sc/E, \end{aligned} \quad (6)$$

$$\varepsilon_z = \varepsilon_3 = [\sigma_3 - \mu(\sigma_1 + \sigma_2)]/E, \quad \varepsilon_{xz} = 0, \quad \varepsilon_{yz} = 0.$$

Повернем площадки, на которые действуют главные напряжения на угол α

$$\begin{bmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} & \tau_{xz} \\ \tau_{xy} & \sigma_y & \tau_{yz} \\ \tau_{xz} & \tau_{yz} & \sigma_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c & s & 0 \\ -s & c & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_1 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_2 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c & -s & 0 \\ s & c & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_1 c^2 + \sigma_2 s^2 & (\sigma_2 - \sigma_1)sc & 0 \\ (\sigma_2 - \sigma_1)sc & \sigma_1 s^2 + \sigma_2 c^2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix},$$

где

$$\begin{aligned} \sigma_x &= \sigma_1 c^2 + \sigma_2 s^2, \quad \sigma_y = \sigma_2 c^2 + \sigma_1 s^2, \quad \sigma_z = \sigma_3, \\ \tau_{xy} &= (\sigma_2 - \sigma_1)sc, \quad \tau_{xz} = 0, \quad \tau_{yz} = 0. \end{aligned} \quad (7)$$

Подставив правые части из (7) в уравнения (6), получаем искомые шесть уравнений в произвольной системе координат, повернутой вокруг оси z :

$$\begin{aligned} \varepsilon_x &= [\sigma_x - \mu(\sigma_y + \sigma_z)]/E, \\ \varepsilon_y &= [\sigma_y - \mu(\sigma_z + \sigma_x)]/E, \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_z &= [\sigma_z - \mu(\sigma_x + \sigma_y)]/E, \\ \varepsilon_{xy} &= (1 + \mu)\tau_{xy}/E, \\ \varepsilon_{xz} &= 0, \quad \varepsilon_{yz} = 0. \end{aligned} \quad (9)$$

Учет зависимости $\varepsilon_{xy} = \gamma_{xy}/2$ в пятом соотношении уравнений (9), дает формулу $\gamma_{xy} = \tau_{xy}/G$, в котором значение постоянной материала равно $G = E/[2(1 + \mu)]$. Выполняя поворот системы координат вокруг оси x , получим $\gamma_{yz} = \tau_{yz}/G$; поворот вокруг оси y – обеспечивает $\gamma_{xz} = \tau_{xz}/G$.

Таким образом, искомые зависимости (8) и (9) найдены без геометрических схем, применяемых в основной литературе по сопротивлению материалов.

Библиографические ссылки

1. Тимошенко С. П. Сопротивление материалов. Т. 1. Элементарная теория и задачи. М.; Л.: ОГИЗ : Гостехиздат, 1945. 320 с.
2. Беляев Н. М. Сопротивление материалов. М. : Гостехиздат, 1956. 856 с.
3. Феодосьев В. И. Сопротивление материалов. М. : Наука, 1974. 560 с.
4. Писаренко Г. С., Агарев В. А., Квитка А. Л., Попков В. Г., Уманский Э. С. Сопротивление материалов. Киев : Вища школа, 1986. 776 с.
5. Писаренко Г. С., Яковлев А. П., Матвеев В. В. Справочник по сопротивлению материалов. Киев : Наук. думка, 1988. 736 с.
6. Александров А. В., Потапов В. Д., Державин Б. П. Сопротивление материалов. М. : Высш. шк., 1995. 560 с.
7. Биргер И. А., Мавлютов Р. Р. Сопротивление материалов. М. : Наука, 1986. 560 с.
8. Работнов Ю. Н. Сопротивление материалов. М. : Физматгиз. 1962. 456 с.
9. Горшков А. Г., Трошин В. Н., Шалашилин В. И. Сопротивление материалов. М. : Физматлит, 2002. 544 с.
10. Мейз Дж. Теория и задачи механики сплошных сред. М. : Мир. 1974. 319 с.

© Большаков М. А., Ерошенко П. Е., 2013

УДК 539.3

Е. В. Ежикова, М. О. Лобков, А. В. Оськин
 Научный руководитель – Р. А. Сабиров
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

**К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ РАВНОВЕСНЫХ ФОРМ
 ДЕФОРМИРОВАННЫХ ЛИНИЙ СТЕРЖНЯ МОДЕЛИРОВАНИЕМ ЧИСТОГО
 ИЗГИБА ПРИ ДЕЙСТВИИ ПРОДОЛЬНОЙ СИЛЫ**

Записаны уравнения, моделирующие чистый изгиб стержня по деформируемой схеме. Получены решения для тонкого стержня.

«Область, где очень важны продольно изгибающие силы, – это космические ракеты. С одной стороны ракета должна выдерживать свой вес на стартовой площадке и вынести напряжения во время ускорения, а с другой - очень важно свести вес всей конструкции до минимума, чтобы полезная нагрузка и полезная мощность двигателей были как можно больше» [6]. Антенны, в том числе и развертывающиеся антенны, являются основными элементами радиокомплекса космических систем. В качестве примеров назовем конструкции зонтичной антенны (патент 2447550) и развертываемого крупногабаритного космического рефлектора (патент 2442249). Создание антенн диаметром в десятки и сотни метров при необходимости обеспечения высокой точности поверхности – проблема, которая должна быть решена в перспективных космических программах недалекого будущего. Стержневые системы, ферменные силовые модули – представляют конструкции, состоящие из десятков и сотен тысяч сжатых или растянутых элементов [7]. Проблема совершенствования расчетных схем, их уточнение с целью приближения к реальной конструкции – актуальна.

Краткий обзор работ. Ньютон И. (в Англии) и Лейбниц (в Европе) заложили основы исчисления бесконечно малых [1]. Якобом Бернулли была получена формула для защемленного с одного торца балки $f = Pl^3 / (3C)$. Пользуясь своим вариационным исчислением, Л. Эйлер получает дифференциальное уравнение Я.Бернулли, которое имеет вид $Cy'' / (1 + y'^2)^{3/2} = Px$. В 1757 г. Эйлер опубликовал работу о продольном изгибе колонн, в которой, используя *упроценную* формулу $Cy'' = -Py$, вычисляет критическую нагрузку. В современных книгах по сопротивлению материалов $C = EJ$ и формула Эйлера выглядит так $P_k = \pi^2 EJ / l^2$. Важнейшим вкладом, внесенном Ж. Луи Лагранжем в теорию упругих кривых является его мемуар «О форме колонн» [1]. Решения по *упроценной* формуле Эйлера он отыскивает в виде $y = A \sin(m\pi x / l)$, что дает множество упругих линий (форм потери устойчивости) для заданного числа $m = 1, 2, 3, \dots$ и множество значений критических сил (собственных чисел). С. Д. Пуассон использовал тригонометрические ряды для исследования кривых прогиба стержней. Ученый Ле мар ле (E. Lemarle),

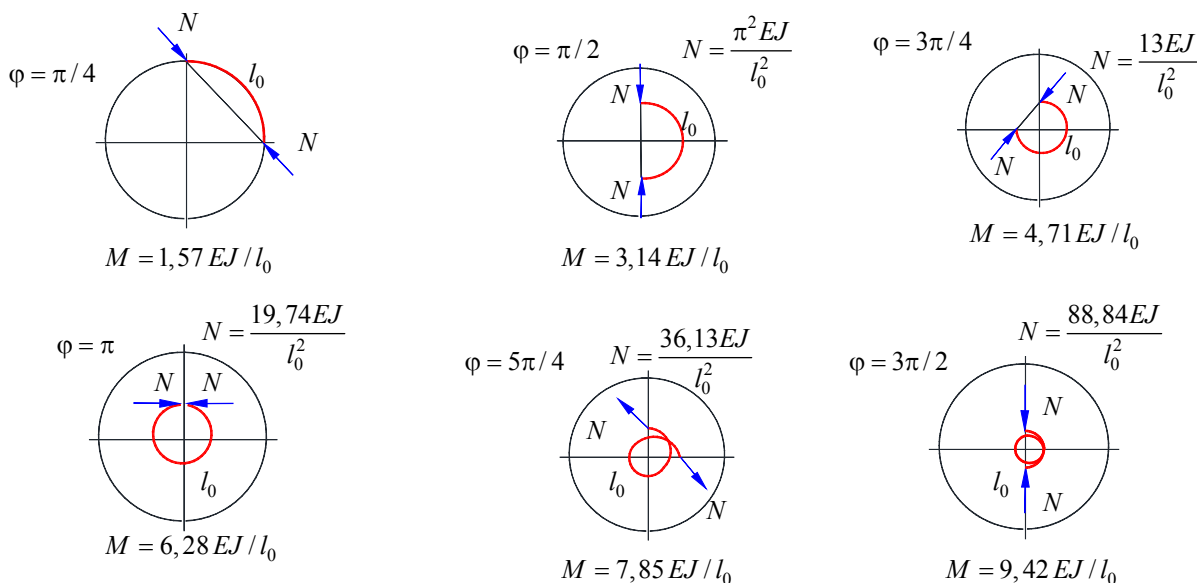
первым установил предел, до которого допустимо пользоваться формулой Эйлера: «пока значение критического напряжения $\sigma_{кр}$ не превышает предела упругости материала». До этого предела следует полагаться лишь на показания эксперимента. По рассматриваемой проблеме, а также проблемам расчета пластин, оболочек, стержневых систем, фундаментальны работы С. П. Тимошенко, например [2]. В работе [3] приведены точные геометрически нелинейные уравнения равновесия упругой линии, нагруженной поперечной нагрузкой, справедливые при больших упругих перемещениях изогнутого стержня в одной плоскости. Следуя заданной хронологии, отметим работу [6], посвященную нелинейным изгибам пространственных стержней, и работу [4]. Среди многочисленных работ современных ученых обозначим работу [9], в которых развивается геометрически нелинейная теория изгиба тонких стержней. Эта работа позволяет найти точные аналитические решения задач об изгибе стержня силами, следящими и постоянном направлении.

Постановка задачи о прогибах гибких стержней. Обратимся к работе [5], где говорится, что: - «Вместо того, чтобы описывать кривую через переменные x и $v(x)$ ($d^2v / dx^2 = (N / EJ)v(x)$, здесь $v(x)$ – прогиб), можно воспользоваться двумя новыми переменными: s - расстоянием вдоль кривой и θ - наклоном касательной к кривой. Решается полученное уравнение $d^2\theta / ds^2 = (N / EJ)\sin\theta$ немного сложнее, однако для разных значений N / EJ получаются различные кривые».

Самостоятельно составим точное уравнение равновесия по деформированной схеме в рамках теории чистого изгиба. Получаем следующую *формулу*

$$N(\varphi) = \frac{4EJ}{l_0^2} \frac{\varphi^2}{(1 - \cos\varphi)}. \quad (1)$$

Отметим, что если в (1) принять $\varphi = \pi / 2$, тогда получаем формулу Эйлера. Кривые линии, дающие возможные формы равновесия тонкого стержня длиной l_0 покажем на рисунке. Там же приведены значения критических сил и изгибающих моментов.



Из (1) следует, что тривиальное решение $\varphi = 0$ исключается – усилие неопределено.

Библиографические ссылки

1. Тимошенко С. П. История науки о сопротивлении материалов с краткими сведениями из истории теории упругости и теории сооружений. М. : Гос. изд-во технико-теоретич. лит., 1957. 536 с.
2. Тимошенко С. П. Устойчивость упругих систем. М.;Л. : ОГИЗ : Гостехиздат, 1946. С. 532.
3. Попов Е. П. Нелинейные задачи статики тонких стержней. Л. ; М. : ОГИЗ, 1948. 170 с.

4. Вольмир А. С. Устойчивость упругих систем. М. : Физматгиз. 1963. 880 с.
5. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Т. 7, М. : Мир 1977. С. 288.
6. Светлицкий В. А. Механика стержней. Ч. 1. Статика. М. : Высш. шк. 1987. 320 с.
7. Усюкин В. И. Строительная механика конструкций космической техники. М. : Машиностроение, 1988. 288 с.
8. Захаров Ю. В., Охоткин К. Г. Нелинейный изгиб тонких упругих стержней // ПМТФ. 2002. Т. 43, № 5. С. 124–131.

© Ежикова Е. В., Лобков М. О., Оськин А. В., 2013

УДК 621.891

В. А. Казанкин
 Научный руководитель – М. М. Матлин
 Волгоградский государственный технический университет, Волгоград

МЕТОД КОНТРОЛЯ ДЕТАЛЕЙ ВЫСОКОЙ ТВЕРДОСТИ

Предложен способ определения пластической твердости материала образца, который может быть применён для деталей, изготовленных из твёрдых материалов.

Известные способы определения твёрдости деталей (например, [1; 2]) не всегда позволяют точно определить твёрдость материала, в частности в случае, когда твердости материалов индентора и детали близки (отличаются менее чем в 2 раза). При этом на поверхности стального сферического индентора в процессе определения твердости может возникнуть остаточное смятие. В этой связи нами был разработан универсальный способ определения пластической твердости материала образца, который был бы справедлив как для низких, так и высоких значений пластической твердости материала образца.

Существенным отличием предлагаемого способа

является то, что определяют пластическую твердость материала сферического индентора и определяют коэффициент полноты фактической глубины остаточного отпечатка на поверхности материала образца k_h . Это позволяет учесть при определении пластической твердости материала образца реальные условия контактного взаимодействия сферического индентора и материала образца:

$$k_h = \frac{h}{h_{np}}$$

при значениях $k_h \leq 1$ пластическую твердость материала образца определяют по формуле

$$НД = \frac{1,75НД_{инд}}{1 + 1,25k_h \frac{НД_{инд}}{НД_{пр}}},$$

где k_h – коэффициент полноты остаточного отпечатка на поверхности материала образца; h – глубина остаточного отпечатка на поверхности материала образца; $h_{пр} = F/(\pi \cdot D \cdot НД_{пр})$ – предельная глубина остаточного отпечатка на поверхности материала образца, соответствующая предельной пластической твердости материала образца; $НД$ – пластическая твердость материала образца; $НД_{инд}$ – пластическая твердость материала сферического индентора; $НД_{пр}$ – предельная пластическая твердость материала образца.

При значениях $k_h > 1$ пластическую твердость материала образца определяют по известной зависимости [1].

Отметим, что предложенный способ обладает достаточно высокой точностью определения пластической твердости материала образца: погрешность не превышает 2–3 %, а также является универсальным, поскольку пригоден для определения пластической твердости материала образца во всем возможном диапазоне её изменения.

Библиографические ссылки

1. Дрозд М. С., Матлин М. М., Сидякин Ю. И. *Инженерные расчеты упругопластической контактной деформации*. М. : Машиностроение, 1986. 221 с.
2. Григорович В. К. *Твердость и микротвердость металлов*. М. : Наука, 1976. 230 с.

© Казанкин В. А., 2013

УДК 519.876.2

Д. А. Климовский, А. Н. Мелконян
Научный руководитель – Н. А. Смирнов
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ МИКРОРОБОТА С ВИБРАЦИОННЫМ ПРИВОДОМ И АНИЗОТРОПНЫМ ТРЕНИЕМ КОНТАКТНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

С помощью математического пакета «Maple» создана программа для моделирования и исследования движения платформы микроробота с инерционным приводом и ворсистой контактной поверхностью.

В настоящее время одной из основных тенденций развития современных технологий является уменьшение размеров компонентов, устройств и машин, входящих в технологические процессы и выполняющих производственные операции. Особое значение имеет место рассмотрение движения существующих и перспективных систем, например таких, как мобильные миниатюрные роботы и автоматизированные группы миниатюрных устройств, созданных на основе достижений микроэлектроники, мехатроники, информационных и других технологий [1].

Известны различные микророботы на основе инерционного движения в ограниченном и на свободном пространстве [2]. Один из микророботов основан на использовании анизотропии трения для упоров и представляет собой платформу с ворсистой поверхностью. Электромеханический привод с неуравновешенной массой создает движущую силу (рис. 1).

Математическую модель такого механизма можно описать следующим образом. Зададимся двумя система координат: неподвижной XOY и связанной с центром масс модели $X'O'Y'$ (рис. 3).

Основные дифференциальные уравнения движения модели в системе $X'O'Y'$

$$M \frac{dV_x'}{dt} = F_x \quad M \frac{dV_y'}{dt} = F_y$$

Положение модели в системе XOY :

$$X = X_0 + \int_{t_1}^{t_2} (V_x' \cos \theta + V_y' \sin \theta) dt;$$

$$Y = Y_0 + \int_{t_1}^{t_2} (V_y' \cos \theta + V_x' \sin \theta) dt;$$

$$\frac{d^2 \theta}{dt^2} = \frac{M_{вр}}{I},$$

где M – масса модели, V_x' – скорость в направлении оси $O'X'$; V_y' – скорость в направлении оси $O'Y'$; F_x – сумма сил по оси $O'X'$; F_y – сумма сил по оси $O'Y'$; $M_{вр}$ – момент сил относительно точки O' ; θ – угол между осями X' и X .

Аналитическое решение данных уравнений затруднительно за счет наличия анизотропного трения, значение которого зависит от направления движения модели. Численное моделирование в пакете «Maple» помогает решить эту задачу. В процессе работы создана следующая исследовательская программа (рис. 2). Основная часть представляет собой область визуализации результатов (положение в пространстве, мгновенное значение скорости и направления) и регуляторы скорости вращения двигателей. Одно из достоинств данной программы возможность регулировать скорость вращения двигателей в процессе расчета, что позволяет моделировать различные режимы движения.

Созданная программа позволяет анализировать поведение модели при различных значениях угловых скоростей двигателей, визуализирует движение ЦМ модели в плоскости движения, позволяет строить графики изменения основных параметров.

Данное устройство также может быть смоделировано в пакете SimMechanic [3].

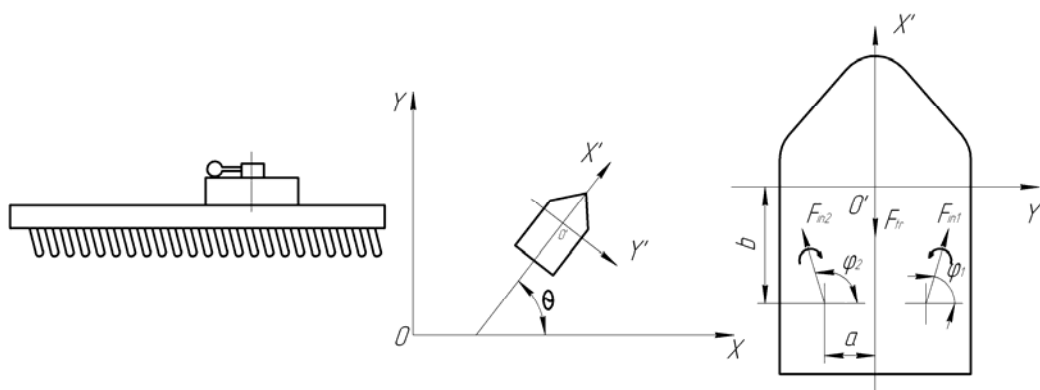


Рис. 1. Модель микробота с вибрационным приводом и ворсистой контактной поверхностью

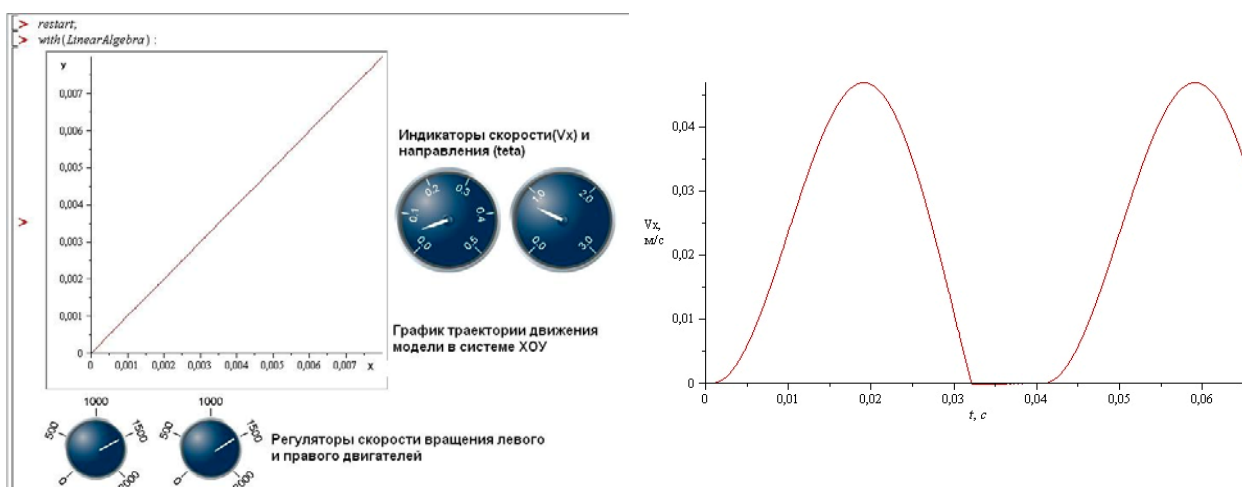


Рис. 2. Область визуализации результатов

Механизмы подобного типа при изменении конструкции могут использоваться для исследования труб небольшого диаметра или, при уменьшении размера ворсинок до микроскопического, для перемещение по различным поверхностям в условиях невесомости за счет наличия адгезивного притяжения .

Библиографические ссылки

1. Подураев Ю. В. *Мехатроника: основы, методы, применение.* М. : Машиностроение, 2006. 255 с.
2. *Механика миниатюрных роботов* / В. Г. Градецкий, М. М. Князьков, Л. Ф. Фомин и др. ; Ин-т ме-

ханики им. А. Ю. Ишлинского РАН. М. : Наука, 2010. 271 с.

3. Мирзаев Р. А. Климовский Д. А. Смирнов А. Н. *Математическое моделирование механических устройств с помощью пакета SimMechanics // Актуальные проблемы авиации и космонавтики: материалы VIII Всерос. науч. практ. конф. творческой молодежи : в 2 т. Т. 1. Технические науки. Информационные технологии. Сообщения школьников / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2012. С. 83–84.*

© Климовский Д. А., Мелконян А. Н., 2013

УДК 539.3

А. Н. Кожевников
 Научные руководители – Д. А. Красноруцкий, В. Е. Левин
 Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОНТАКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГИБКОЙ СПИЦЫ РЕФЛЕКТОРА

Иногда возникает необходимость создавать принципиально новую конструкцию. Для ее анализа удобно использовать уже известную математическую модель, но эту модель необходимо адаптировать для возможности проведения требуемых расчетов. Для такой модификации зачастую приходится вносить коррективы в уже разработанные алгоритмы и дополнять их. В данной работе в исходную модель были введены силы контактного взаимодействия, которые позволяют устранить самопересечения витков стержня друг с другом.

При создании новых типов сложных конструкций практически в любых областях техники на этапе проектирования широко используются математические модели для анализа как принципиальной возможности создания, так и оптимизации параметров создаваемой конструкции. Для моделирования механики специальных объектов, один линейных размер которых значительно больше двух других, зачастую хорошо подходит математическая модель тонкого стержня. В данной работе рассмотрена простейшая модель контактного взаимодействия осевой линии стержня, адаптируемого для моделирования динамики гибкой спицы крупногабаритного трансформируемого рефлектора.

Исходная модель стержня [1] не предусматривает «перехлестов» осевой линии. В процессе нелинейного динамического деформирования упругого стержня [2], такая ситуация возможна и в некоторых задачах её не избежать. Контактные усилия реальных объектов обусловлены деформацией материалов контактирующих объектов. В зависимости от силы и скорости контактного взаимодействия, а также свойств материалов деформации могут быть как упругие, так и пластические. Пластические деформации поглощают кинетическую энергию взаимодействующих тел, при этом материал в зоне контакта упрочняется, либо разрушается. Простейшая модель контактного взаимодействия должна учитывать только упругие деформации,

при которых возникающая сила контактного взаимодействия пропорциональна некоторому расстоянию проникновения тел друг в друга, и если возникающие контактные усилия превышают некоторый максимум (предел пропорциональности), тогда возникают необратимые пластические деформации и такая модель непригодна для анализа.

На первый взгляд может показаться, что это тривиальная задача – добавить в математическую модель стержня силы воздействия одной части осевой линии на другую часть. На самом деле эта задача обладает рядом тонкостей, которые не сразу очевидны и их необходимо учитывать при выборе приемлемой расчетной схемы из числа возможных.

При составлении алгоритма расчета контактных усилий необходимо проследить, чтобы возникающие усилия на одной части автоматически компенсировались равными по модулю и противоположными по направлению усилиями другой контактирующей части, то есть чтобы соблюдался третий закон Ньютона.

На данной работе разработана и протестирована модель плоского контактного упругого взаимодействия осевой линии стержня, то есть она может взаимодействовать сама с собой, только если находится в плоскости.

На рисунке представлена принципиальная схема учета контактного взаимодействия.

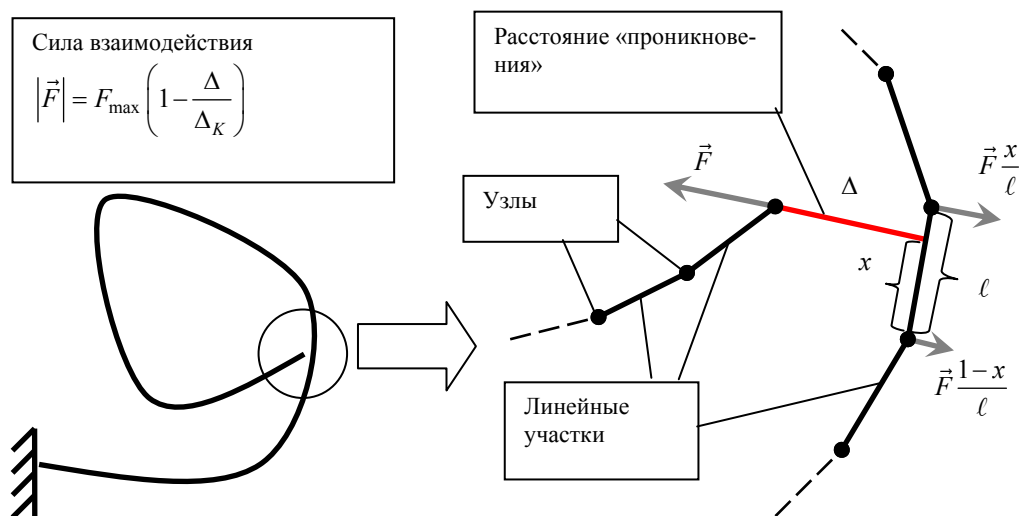


Схема плоского контактного взаимодействия

Предлагается следующий алгоритм:

1. Вычисляя правую часть системы дифференциальных уравнений движения [2, 3] для некоторого участка конечной длины (после дискретизации задачи по длине стержня), на рисунке обозначаемого точкой (узел) производим расчет расстояний от текущего узла до всех остальных линейных участков и выбираем наименьшее, так как один узел может находиться на расстоянии проникновения с несколькими линейными участками.

2. Контактной соответствует сила

$$\vec{F} = F_{\max} \left(1 - \frac{|\vec{\Delta}|}{\Delta_K}\right) \cdot \frac{\vec{\Delta}}{|\vec{\Delta}|},$$

где Δ_K – максимальное расстояние контакта, F_{\max} – максимальная величина контактных усилий (после которого появляется пластичность); $\vec{\Delta}$ – вектор перпендикуляра, опущенного из узла на линейный участок.

3. Определяем аналогичные усилия как показаны на рисунке пришедшие от прилежащих к узлу линейных участков (на которые воздействуют другие узлы).

4. Суммируем все контактные усилия и добавляем их к вектору внешних распределенных усилий, действующих на текущий узел (элемент стержня). Конец алгоритма.

Таким образом, в каждой точке стержня удастся получить силу, действующую на элемент конечной длины, при этом не нарушается третий закон Ньютона. При контакте, часть осевой линии приближается к

другой части осевой линии стержня на столько, чтобы обеспечить равновесие при заданном, по сути, модуле упругости материала стержня.

Представленный алгоритм контактного взаимодействия моделирует абсолютно упругий контакт, однако, используемый дифференциальный подход определения нелинейной динамики тонкого криволинейного стержня [2; 3] позволяет ввести дополнительные силы, чтобы моделировать динамическое контактное воздействие.

Библиографические ссылки

1. Левин В. Е., Пустовой Н. В. *Механика деформирования криволинейных стержней: монография*. Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2008. 208 с.
2. Красноуцкий Д. А., Левин В. Е., Пустовой Н. В. *Нелинейные колебания упругих стержней // Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте : сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф. Т. 8. Физика и математика. Химия. Одесса : Черноморье, 2011. С. 50–55*
3. Пустовой Н. В. *Применение геометрически нелинейных уравнений стержня к расчету статики и динамики тросов. Ч. 1 / Н. В. Пустовой, В. Е. Левин, Д. А. Красноуцкий // Научный вестник НГТУ, 2012. № 1 (46). С. 83–92.*

© Кожевников А. Н., 2013

УДК 629.7

А. А. Козырева

Научный руководитель – А. В. Лопатин

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПОЗИТНОГО БАКА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ЭЛЛИПТИЧЕСКОЙ ФОРМЫ

Рассматривается задача конечно-элементного моделирования композитного бака высокого давления эллиптической формы. Приведена методика моделирования композитного бака и определения его напряженно-деформированного состояния. Выполнено сравнение полученных результатов с результатами эксперимента.

В настоящее время в космической промышленности широко применяются конструкции, изготовленные из композитных материалов [1–3]. Для анализа напряженно-деформированного состояния таких конструкций используется метод конечных элементов.

В работе рассматривается задача конечно-элементного моделирования композитного бака высокого давления эллиптической формы, изготовленного методом непрерывной намотки и нагруженного внутренним давлением. Бак состоит из титанового лайнера и нескольких слоев композиционного материала, образующих стенку переменной толщины. Бак крепится к цилиндрическому сетчатому корпусу космического аппарата с помощью системы ребер, изготовленных методом непрерывной намотки (рис. 1)

Исходными данными, необходимыми для анализа, являются геометрические параметры бака, свойства используемых материалов и расчетное давление. Ми-

нимальная толщина семи слоев композита на экваторе равна 3,4 мм и изменяется обратно пропорционально радиусу. Учитывая симметричность конструкции, была создана ее конечно-элементная модель, вид которой показан на рис. 2. Патрубок в полной части для упрощения расчета имитировался жесткой стальной пластиной. Влияние ребер соединительного отсека на напряженно-деформированное состояние бака принимается пренебрежимо малым.

Моделирование бака осуществлялось в следующей последовательности:

1. По вычисленным координатам строились средние линии титанового лайнера и композитного слоя, а также средняя линия стальной пластины.
2. Поворотом вокруг центра симметрии образованы средние плоскости титанового и композитного слоев оболочки и стальной пластины.

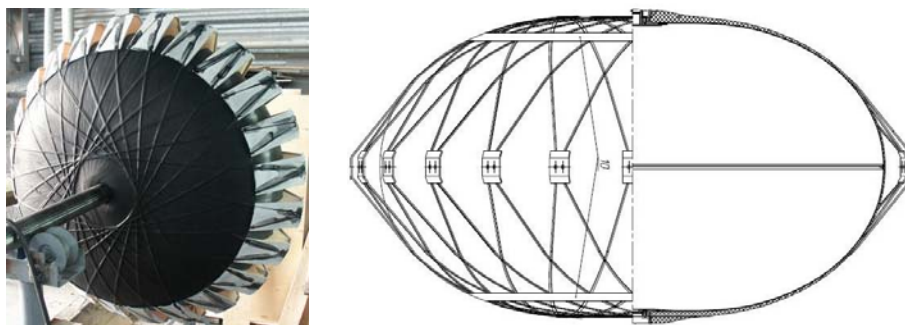


Рис. 1. Бак эллиптической формы

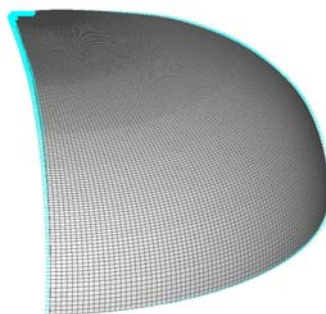


Рис. 2. Конечно-элементная модель

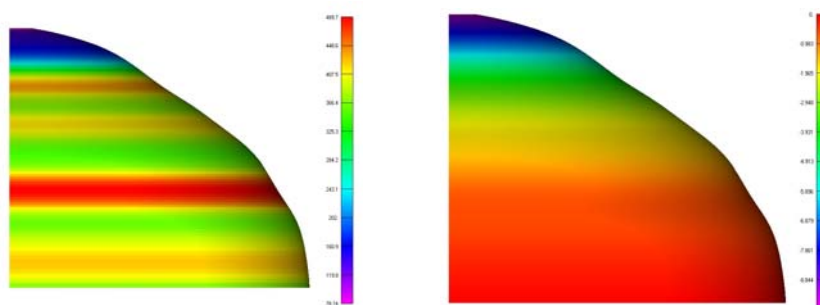


Рис. 3. Напряжения и перемещения

3. Элементами типа PLATE выполнена разбивка полученных плоскостей на конечные элементы.

4. От экватора к полюсу задано изменение толщины оболочек.

5. Полученные конечные элементы копировались с поворотом, чтобы создать сектор оболочки (рис. 2).

6. Связь между узлами лайнера и композитного слоя выполнена жесткими элементами типа RIGIT.

7. Граничные условия представляют собой закрепление, моделирующее симметрию данной оболочки.

8. К титановому слою прикладывалось внутреннее давление 120 атм.

Линейный расчет конструкции бака показал наличие больших перемещений возле полюса, равных 14.4 мм. В соответствии с результатом испытаний, максимальные перемещения на полюсе бака равны 7.7 мм. Таким образом, полученные в линейном расчете данные расходятся с экспериментальными данными на 87 %. Результатом уточненного нелинейного анализа являются перемещения полюса, равные 9.82 мм. Расхождение с результатами эксперимента составляет 27 %. Напряжения и перемещения бака показаны на рис. 3. В ситуации, когда известны лишь тео-

ретические свойства применяемого композита, полученные результаты являются достаточными для того, чтобы делать предварительные выводы о прочности конструкции.

Созданная конечно-элементная модель и методика нелинейного анализа будут использованы при проектировании реальной конструкции бака.

Библиографические ссылки

1. Комков М. А., Тарасов В. А. *Технология намотки композитных конструкций ракет и средств поражения* : учеб. пособие. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. 431 с. : ил. Сер. Технологии ракетно-космического машиностроения.

2. Образцов И. Ф., Васильев В. В., Бунаков В. А.. *Оптимальное армирование оболочек вращения из композиционных материалов*. М. : Машиностроение, 1977. 144 с.

3. Vasiliev V. V. *Composite pressure vessels: design, analysis and manufacturing*. Bull Ridge Publishing, Blacksburg, Virginia, USA, 2009.

Е. Д. Крылов
 Научный руководитель – А. В. Лопатин
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Рассматривается процесс создания планеров беспилотных самолетов из композиционных материалов с применением средств оптимизации.

Весовое, технологическое и экономическое совершенство конструкции беспилотных летательных аппаратов в настоящий момент может быть достигнуто [1]:

- Широким применением волокнистых полимерных композиционных материалов (ПКМ);
- Выбором рациональных типов конструкции;
- Применением эффективного процесса изготовления конструкции, который бы объединял изготовление деталей со сборкой конструкции в целом;
- Применение методов проектирования, позволяющих быстро оценивать механические характеристики создаваемых конструкций.

Процесс проектирования конструкции планера беспилотного самолета из композиционных материалов состоит из этапов, указанных на рис. 1. Он начинается с получения исходных данных в виде:

- трехмерных моделей внешнего обвода планера и внутренней компоновки;
- матрицы аэродинамических и массовых нагрузок на планер;
- документа, в котором описывается назначение и особенностей функционирования аппарата.

Далее выполняется предварительная компоновка силовой конструкции планера в САД системе. При этом моделируется расположение и конфигурация основных силовых узлов, задаются свойства металлических и композитных материалов. Для материалов с неизвестными свойствами производят изготовление трех образцов для испытания на разрывной машине.

На основе разработанной компоновки выполняется конечно элементная модель конструкции каждого узла, задаются связи между узлами и нагрузки. Осуществляется механический анализ самолета для различных вариантов нагружения. По результатам механического анализа определяются зоны с недостаточным запасом прочности и жесткости. При этом учитываются следующие особенности ПКМ:

- Растрескивание поперечных слоев в том случае, когда достижения продольные слои достигают предельной деформации;
- Низкую прочность между слоями ПКМ;
- Низкую ударную вязкость;
- Высокую чувствительность к концентраторам напряжения;
- Насыщение влагой и в связи с этим уменьшение механических свойств;
- Высокое сопротивление усталости.

В случае недостаточного запаса прочности или жесткости проводится корректировка модели конструкции, и выполняются повторные анализы механических характеристик. Большинство изменений конструкции можно автоматизировать с помощью программных средств оптимизации и ассоциативности моделей. На основе оптимизированной модели компоновки конструкции выполняется рабочее проектирование конструкции планера (рис. 2).



Рис. 1. Процесс проектирования конструкции из ПКМ



Рис. 2. Конструкция беспилотного композитного самолета

Для подтверждения норм прочности и жесткости выполняется статическое нагружение конструкции изготовленного планера. Полученный опыт накапливается в базе знаний и используется при разработке последующих проектов.

Библиографическая ссылка

1. Акименко А. А. *Инженерная методика проектирования авиационных конструкций из композиционных материалов*. М., 1997.

© Крылов Е. Д., 2013

УДК 620.22

Д. А. Литовка, Е. Д. Крылов
Научный руководитель – А. В. Лопатин
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ТЕХНОЛОГИЯ ИНЖЕКЦИОННОГО ЛИТЬЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ СМОЛ В ВАКУУМЕ

Рассмотрена технология изготовления высококачественных изделий из полимерных композиционных материалов. Предложена установка, реализующая данную технологию.

В настоящее время, благодаря своим свойствам, широкое распространение получили конструкции из композиционных материалов с полимерной матрицей. Изготовление таких изделий сопряжено с рядом проблем, основными из которых являются [1]:

- пористость полимерной матрицы, которая отрицательно влияет на механические, физические и эстетические свойства детали;
- токсичность полимерных смол;
- трудоемкость процесса формования армирующих материалов, пропитываемых связующими смолами.

Одним из способов массового изготовления композитных деталей является технология инъекционного литья в вакууме. Эта технология предъявляет высокие требования к точности выполнения технологического процесса, что в свою очередь приводит к необходимости использования специального оборудования. На рис. 1 показан пример детали, изготовленной с помощью технологии инъекционного литья в вакууме.



Рис. 1. Образец детали изготовленной методом инъекционного литья

Установка для инъекционного литья деталей из полимерных смол в вакууме позволяет точно соблюдать весь технологический процесс и получать детали заданных свойств без прямого участия человека в процессе работ с токсичными материалами.

Принцип работы установки основан на автоматическом смешивании смолы в закрытой емкости с одновременной дегазацией. Далее смола насосом высокого давления с заданным расходом, подается в формообразующую оснастку с уложенным армирующим материалом. Формообразующая оснастка подключается к установке с помощью быстроразъемных фитингов. По окончании процесса пропитки материала, включаются нагревательные элементы, которые увеличивают скорость полимеризации смолы. Процесс размешивания и заливки смолы происходит в среде вакуума (при давлении не более 5 Па). Данный подход позволяет снизить пористость детали, по сравнению с технологией литья при атмосферном давлении. Принципиальная схема установки показана на рис. 2.

Система автоматического управления контролирует все этапы технологического процесса, позволяя уменьшить трудоемкость производства. Кроме того, использование в качестве инжектируемого материала смолы, со временем жизни не менее 6 часов и температурой полимеризации около 1000 °С, позволяет осуществлять непрерывное литье деталей. Также предусматривается наличие системы автоматической промывки установки, позволяющей минимизировать влияние токсичных компонентов. Благодаря возможности быстрой смены формообразующей оснастки для заливки повышается эффективность использования установки.

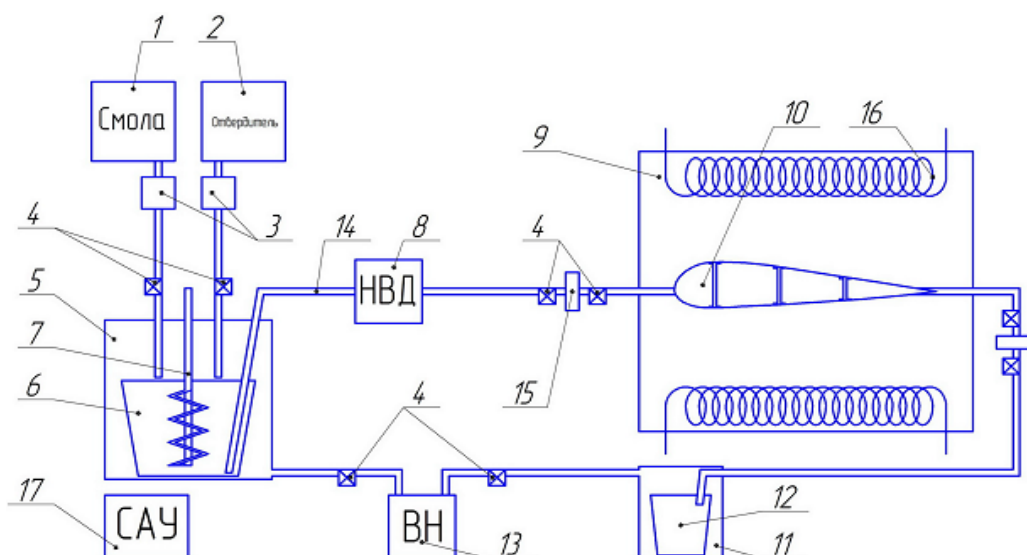


Рис. 2. Принципиальная схема установки:

- 1 – резервуар со смолой; 2 – резервуар с отвердителем; 3 – перистальтический насос-дозатор; 4 – шаровые краны; 5 – камера смешивания; 6 – емкость для смешивания; 7 – миксер; 8 – насос-дозатор высокого давления; 9 – формообразующая оснастка; 10 – полость с армирующим материалом; 11 – камера для сепарации полимерных материалов от воздуха; 12 – емкость для излишков полимерных материалов; 13 – вакуумный насос; 14 – пластиковые трубки; 15 – быстроразъемный фитинг; 16 – нагреватель; 17 – система автоматизированного управления

Библиографическая ссылка

1. Sanjay K. Mazumdar. *Composites manufacturing*. CRC Press LLC, 2002.

© Литовка Д. А., Крылов Е. Д., 2013

УДК 539

И. А. Лопатин

Научный руководитель – А. В. Лопатин

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

НЕЛИНЕЙНОЕ ДЕФОРМИРОВАНИЕ ТОНКОСТЕННОГО КОМПОЗИТНОГО СТЕРЖНЯ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ПОПЕРЕЧНОЙ ИНЕРЦИАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ

Получены уравнения обобщенного метода Галеркина, описывающие нелинейное деформирование тонкостенного композитного стержня, нагруженного поперечными массовыми силами.

В конструкциях современных космических аппаратов часто используются тонкостенные стержни, изготовленные из композиционных материалов. При выведении космического аппарата на орбиту эти стержни испытывают действие перегрузки, в том числе и поперечной. В тонкостенных стержнях большого удлинения в процессе деформирования происходит изменение исходной геометрии. Это обстоятельство необходимо учитывать при анализе таких конструкций.

В нелинейной модели деформирования стержня вариационное уравнение, соответствующее принципу Лагранжа, имеет вид [1]

$$\int_0^l (N\delta\varepsilon + M\delta k + Q\delta\psi) dx + \int_0^l (Q\omega\delta\varepsilon + N\omega\delta\omega) dx -$$

$$- \int_0^l (q\omega\delta u + q\delta w) dx = 0, \tag{1}$$

где x – продольная координата; δ – знак вариации; N , Q – продольная и поперечная сила; M – изгибающий момент; ε – продольная деформация; k – изменение кривизны; ψ – сдвиговая деформация; ω – угол поворота касательной к продольной оси стержня; q – погонная массовая нагрузка.

Для стержня справедливы следующие физические и геометрические соотношения

$$N = B\varepsilon \quad M = Dk \quad Q = S\psi \quad \varepsilon = \frac{du}{dx} \\ k = \frac{d\theta}{dx} \quad \psi = \theta - \omega \quad \omega = -\frac{dw}{dx}. \tag{2}$$

Здесь u – продольное перемещение; w – прогиб; θ – угол поворота поперечного сечения; B, D, S – продольная, изгибная и сдвиговая жесткости стержня.

Подставляя равенства (2) в вариационное уравнение (1) и выполняя варьирование, получим

$$\int_0^l \left[\frac{d}{dx} (N + Q\omega) - q\omega \right] \delta u dx - [(N + Q\omega)\delta u]_0^l = 0. \quad (3)$$

$$\int_0^l \left[\frac{d}{dx} (Q - N\omega) - q \right] \delta w dx - [(Q - N\omega)\delta w]_0^l = 0,$$

$$\int_0^l \left(\frac{dM}{dx} - Q \right) \delta \theta dx - [M\delta \theta]_0^l = 0.$$

Соотношения (3) являются уравнениями обобщенного метода Галеркина, позволяющие решать задачи нелинейного деформирования стержня при произвольных граничных условиях.

Библиографическая ссылка

1. Vasiliev V. V. *Mechanics of composite structures*. Taylor & Francis. 1993.

© Лопатин И. А., 2013

УДК 539.3:669

Д. П. Подлеснова, А. Д. Игнатовский, А. В. Агаповичев
 Научный руководитель – Ю. И. Кольцун
 Самарский государственный аэрокосмический университет
 имени академика С. П. Королева (национальный исследовательский институт), Самара

РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ЦИКЛОВ ДО РАЗРУШЕНИЯ ПРИ ИЗГИБЕ ДЕТАЛИ ИЗ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА Д16Т

Важнейшей характеристикой детали в момент ее эксплуатации является количество машинных циклов ее безопасной работы, благодаря ее определению, можно предсказать развитие трещины и, до достижения ею критической величины, исключить деталь из эксплуатации. В серии работ представлена методика прогнозирования безопасного количества циклов многоциклового усталости, в данной же работе рассматривается ее применение на примере образца из алюминиевого сплава Д16Т.

Методика прогнозирования для алюминиевого сплава Д16Т заключается в исследовании трещин, образованных при переменном изгибе по симметричному циклу образцов цилиндрической формы (рис. 1), с кольцевым надрезом глубиной 0,3 мм, с частотой 19,5 Гц на базе 3 миллионов циклов. Выстоявшие заданную базу испытаний образцы при нагрузке соответствующей пределу выносливости детали, были доведены до разрушения в другой плоскости. На рис. 1 представлен типичный излом образца из алюминиевого сплава Д16Т.

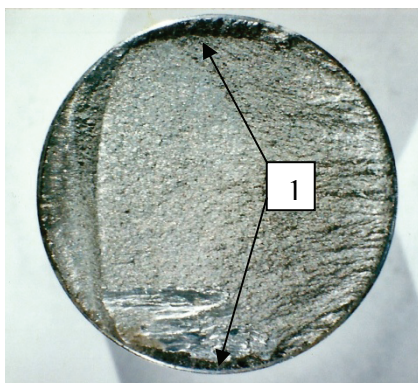


Рис. 1. Поперечное сечение исследуемого образца из сплава Д16Т

На рис. 1 видны серповидные медленно растущие усталостные трещины 1, максимальная глубина которых равна 1,8 мм при центральном угле равным

90 градусов. Аналитическая обработка геометрии серповидной медленно растущей усталостной трещины позволяет прогнозировать рост трещины от зарегистрированного значения до критической глубины, что дало возможность создания соответствующей методики, основанной на стали 45. Данная методика была разработана Кольцуном Юрием Ивановичем.

В ходе работы были определены значения глубин серповидной усталостной трещины в пределах половинного центрального угла. Равного 45°, через 3°, как в плоскости поперечного сечения, так и под углом 45° к продольной оси образца. Также значения нормальных напряжений и коэффициентов интенсивности напряжений по типу I и типу III. Значения касательных напряжений определялись через нормальные, исходя из плоской деформации.

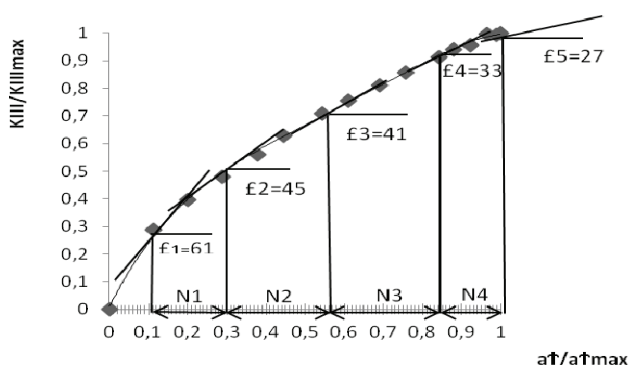
Используя уже определенные данные, была построена безразмерная зависимость между $K_{III}/K_{III\max}$ и a_i/a_{\max} (рис. 2). Аппроксимация данных значений с выводом закона функции, позволяет нам разделить кривую на 4 участка, а формулу поиска количества безопасных машинных циклов (1) – упростить путем замены тангенсов углов, образованных касательной к кривой и осью абсцисс, на границе каждого из участков, на производные функции в точках границ выбранных участков.

$$N = \frac{a_{\text{пред}}}{(m-1) \cdot k_{\text{пред}} \cdot C} \cdot \left[\left(\frac{1}{K_0^{m-1} \text{tg} L_0} \right) + \left(\frac{1}{K_0^{m-1} \text{tg} L} \right) - \left(\frac{1}{K_{\max}^{m-1} \text{tg} L_0} \right) \right]. \quad (1)$$

Таким образом, в формуле (2) происходит замена tgL_0 и tgL , соответственно на $y'_{нач}$ и $y'_{кон}$.

$$N = \frac{a_{пред}}{(m-1) \cdot k_{пред} \cdot C} \cdot \left[\left(\frac{1}{K_0^{m-1} y'_{нач}} \right) + \left(\frac{1}{K_0^{m-1} y'_{кон}} \right) - \left(\frac{1}{K_{max}^{m-1} y'_{кон}} \right) \right]. \quad (2)$$

Формула (2) имеет две неизвестных формулы Пэриса: показатель степени m и опытную характеристику свойств материала C . Причем m изменяется на каждом из участков рис. 2, поэтому дальнейший этап прогнозирования безопасного количества циклов многоциклового усталости для алюминиевого сплава Д16Т состоит именно в их поиске.



Для большинства конструкционных материалов $m \approx 5$, поэтому, исключив из уравнения одну неизвестную, определяем численное выражение опытной характеристики C , для этого подставим в формулу (2) все известные нам данные для каждого из четырех участков. Стоит заметить, что N – количество машинных циклов равно 3 миллионам, поскольку именно за такое количество циклов происходил рост исследуемой серповидной трещины. Результаты поиска представлены в таблице, где: $N1...N4$ – количество циклов при выбранной C , \sum – сумма.

Определив, что для данного сплава опытная характеристика $C = 5,4 \cdot 10^{-14} [м^{-1} \cdot МПа^{-4}]$, приступаем к поиску m . Аналогичные операции поиска дают нам следующие результаты: для участка $N1$ $m = 7.8$, $N2$ $m = 4.2$, $N3$ $m = 3.6$, $N4$ $m = 3.5$.

Таким образом, найденные значения m и C позволяют успешно использовать формулу (2) для расчета количества циклов многоциклового усталости до разрушения детали из алюминиевого сплава с медленно растущей усталостной трещиной на любом этапе её регистрации и рассчитывать остаточную долговечность. Данную методику можно использовать для любых алюминиевых сплавов.

© Подлеснова Д. П., Игнатовский А. Д., Агаповичев А. В., 2013

УДК 539.3

Р. А. Сабиров

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

К ФОРМИРОВАНИЮ И РЕШЕНИЮ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ В ЗАДАЧАХ РАСЧЕТА ОБОЛОЧЕК И ПЛАСТИН ВАРИАЦИОННО-РАЗНОСТНЫМ МЕТОДОМ

Для вариационно-разностной формулировки краевой задачи теории оболочек и пластин рассматривается алгоритм формирования систем линейных алгебраических уравнений дающий ленточный способ хранения матрицы разрешающих уравнений, разложение которой выполнено LL^T -методом, с реализацией в системе программирования Delphi.

При решении краевых задач теории тонкостенных конструкций вариационно-разностным методом, применим универсальный алгоритм формирования матриц коэффициентов систем линейных алгебраических уравнений, с использованием вариаций функционала Лагранжа. Пусть $\mathcal{E}(\vec{u})$ – функционал Лагранжа в дискретной форме, где $\vec{u} = (u_1, u_2, \dots, u_n)$ – вектор перемещений для n переменных. Для вычисления коэффициентов системы линейных или линеаризованных уравнений, выгодно использовать вторую вариацию функционала Лагранжа $\delta^2 \mathcal{E}(\vec{u}, \delta_1 \vec{u}, \delta_2 \vec{u})$, содержащую вариации $\delta_1 \vec{u} = (\delta_1 u_1, \delta_1 u_2, \dots, \delta_1 u_n)$ и $\delta_2 \vec{u} = (\delta_2 u_1, \delta_2 u_2, \dots, \delta_2 u_n)$ вектора перемещений. То-

гда элемент a_{ij} с индексами (i, j) матрицы системы уравнений вычисляется как

$$a_{ij} = \delta^2 \mathcal{E}(\vec{u}, \delta_1 \vec{u}, \delta_2 \vec{u}) = \delta_2 (\delta_1 \mathcal{E}(\vec{u}, \delta_1 \vec{u}, \delta_2 \vec{u})) = \sum_{k=1}^n \frac{\partial}{\partial u_k} \left(\sum_{l=1}^n \frac{\partial \mathcal{E}(\vec{u}, \delta_1 \vec{u}, \delta_2 \vec{u})}{\partial u_l} \delta_1 u_l \right) \delta_2 u_k, \quad (1)$$

$$i = 1, 2, \dots, n; \quad j = 1, 2, \dots, n; \quad \aleph = 1; \quad (2)$$

$$\delta_2 u_k = \begin{cases} 1, & \text{при } k = i, \\ 0, & \text{при } k \neq i, \end{cases} \quad \delta_1 u_l = \begin{cases} 1, & \text{при } l = j, \\ 0, & \text{при } l \neq j. \end{cases} \quad (3)$$

Цикл (2) из соотношений (1) формирует квадратную матрицу симметричную относительно главной диагонали. Заменяв цикл (2) на цикл

$$i = 1, 2, \dots, n, \quad j = i, i+1, \dots, n; \quad \aleph = k, \quad (4)$$

получаем алгоритм формирования верхнего треугольника матрицы коэффициентов системы уравнений.

Обозначим символом H ширину ленты системы уравнений. Пусть в число H входят «полулента» и диагональный элемент. Из (1) можно сформировать матрицу общего вида хранения, если применить

$$i = 1, 2, \dots, n;$$

$$j = \begin{cases} i, \dots, H-1+i, & \text{при } i \leq (n-H+1) \\ i, \dots, n, & \text{при } i > (n-H+1) \end{cases}, \aleph = k. \quad (5)$$

Для компактного хранения матрицы, каждую нижнюю строку сдвинем относительно предыдущей на одну позицию вниз со сдвигом, при каждом смещении, влево и перенумеруем индексы в столбцах, что приводит к следующему алгоритму

$$i = 1, 2, \dots, n;$$

$$j = \begin{cases} 1, 2, \dots, H & \text{при } i \leq (n-H+1) \\ n+1-i & \text{при } i > (n-H+1) \end{cases}; \aleph = k. \quad (6)$$

Получаем прямоугольную матрицу размерностью $n \times H$ с диагональной схемой хранения.

Вариационная формулировка задачи дала относительно простую схему хранения матриц, причем ненулевые элементы группируются возле главной диагонали, что не требует дополнительного переупорядочения коэффициентов. Для сравнения, способы хранения матриц, количество операций решения уравнений приведены в [1; 2].

Процедура решения системы уравнений $LL^T x = b$ реализуется последовательно по схеме: $Ly = b$ и $L^T x = y$ [3].

Приведем фрагменты программ для формирования коэффициентов системы уравнений и решения системы уравнений в системе *Delphi*.

Процедура формирования системы линейных уравнений: NN – число шагов конечно-разностной сетки на области конструкции по оси «у»; MM – число шагов конечно-разностной сетки на области конструкции по оси «x»; u – вектор перемещений; du – вектор вариаций перемещений $\delta_1 u_k$; – tu – вектор вариаций перемещений $\delta_2 u_k$; A – матрица коэффициентов размерностью $n \times H$; n – число уравнений; H – ширина ленты системы уравнений.

```

procedure SVariation(const NN,MM: integer; VAR
u:TMatrU; VAR A:AMatr; VAR Nur,HL:
integer);Nur:=0; HL:=0; {HL – ширина ленты СЛАОУ}
jBEGIN:=2 {Начало цикла по строкам при состав-
лении системы уравнений}
jEND:=N2-1 {Конец цикла по строкам }
iBEGIN:=2 {Начало цикла по столбцам при составле-
нии системы уравнений} {iEND:=M2-1 Конец цикла
по столбцам }
{Цикл вариаций перемещений 1}
for j2:=jBEGIN to jEND do begin {30} for
i2:=iBEGIN to iEND do begin {20} for k2:=1 to 3 do
begin {10}
Nur:=Nur+1; Nkf:=0; tu[k2,j2,i2]:=1.0;
for j1:=j2 to jEND do begin if (j1-j2)>2 then goto
metka4; i1N:= i2; if j1 > j2 then i1N:= iBEGIN;
{Цикл вариаций перемещений 2}

```

```

for i1:=i1N to iEND do begin if (((j1-j2)>2) AND
((i1-i2)>2)) then goto metka3; kk:=1; if ((j1=j2) and
(i1=i2)) then kk:=k2; for k1:=kk to 3 do begin {6} if is-
vaz(NN, MM, i1, j1, k1)=1 then goto metka1;
Nkf:=Nkf+1; if Nkf>HL then HL:=Nkf;
du[k1,j1,i1]:=1.0;

```

```

{Вычисление коэффициента
уравнения;} A[Nur,Nkf]:= energ2(NN, MM, i2,j2,k2,
i1,j1,k1, u, du, tu);
metka1: end; {6} metka3: end; metka4: end;
tu[k2,j2,i2]:=0.0; metka2: end; {10} end; {20} end;
{30} end; {конец процедуры формирования системы
линейных уравнений}

```

Процедура решения системы уравнений методом Холесского: A – матрица коэффициентов размерностью $n \times H$; R – вектор правой части, при возвращении содержит решение системы уравнений; n – число уравнений в системе; H – ширина ленты.

```

procedure HOLESS(VAR A:AMatr; VAR R: RMatr;
n,H:integer);
var i,j, i1,j1,i2,i3, jH, k, L: integer;
var a1,a2, R1: real; label metka1;
begin a[1,1]:=sqrt(a[1,1]);
for i:=2 to H do begin [1,i]:= a[1,i]/a[1,1]; end;
for j:=2 to n do begin i1:=1; {вычисляем диагональ-
ные элементы; они в столбце i1} a1:=0.0;
if j<H then jH:=1 else jH:=j-(H-1); i1:=1;
for j1:=j-1 downto jH do begin i1:=i1+1;
a1:=a1+a[j1,i1]*a[j1,i1]; end; if (a[j,1]-a1)< 0.0 then goto
metka1;
a[j,1]:=sqrt(a[j,1]-a1);
for i2:=2 to H do begin k:=j; a2:=0.0; L:=1; for
i3:=i2+1 to H do begin L:=L+1; k:=k-1; if k>=1 then
a2:=a2+a[k,L]*a[k,i3];
end; a[j,i2]:=(a[j,i2]-a2)/a[j,1]; end; end; metka1:
{обратный ход} R[1]:=R[1]/a[1,1]; for j:=2 to n do
begin L:=j; R1:=0.0; for i:=2 to H do begin L:=L-
1; {номер уравнения} if L>=1 then R1:=R1+a[L,i]*R[L];
end; R[j]:=(R[j]-R1)/a[j,1]; end; R[n]:=R[n]/ a[n,1];
for j:=n-1 downto 1 do begin R1:=0.0; for i:=2 to H
do begin R1:= R1+ a[j,1]* R[j+i-1]; end; R[j]:=(R[j]-
R1)/a[j,1]; end; end; {конец процедуры решения сис-
темы уравнений методом Холесского}

```

Заметим, что заимствование *FORTRAN*-программы из [4], к успеху не привела, что обусловлено различными стилями программирования.

Библиографические ссылки

1. Писсанецки С. Технология разреженных матриц / пер. с англ. М. : Мир, 1988. 410 с.
2. Джордж А, Лю Дж. Численное решение больших разреженных систем уравнений / пер. с англ. М. : Мир, 1984. 334 с.
3. Молчанов И. Н. Машинные методы решения прикладных задач. Алгебра, приближение функций. Киев : Наук. думка, 1987. С. 288.
4. Сборник научных программ на Фортране. Вып. 2 Матричная алгебра и линейная алгебра. Нью-Йорк, 1960–1971, (США). М. : Статистика, 1974. 224 с.

А. Н. Смирнов, Р. А. Мирзаев
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КООРДИНАТ РАБОЧЕГО ЗВЕНА МЕХАНИЗМА ДЛЯ ФИНИШНОЙ ОБРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ

Для механизма параллельной структуры (дельта-механизма) решена прямая задача кинематики и получено решение в виде зависимости координат выходного звена от обобщенных координат и размеров звеньев.

В течение последних двух десятилетий активно развиваются исследования и разработки различного оборудования на основе механизмов параллельной структуры. В частности, разработано большое количество кинематических схем, моделей и реальных высокопроизводительных станков для механической обработки. Опыт разработки методов расчета и проектирования механизмов параллельной структуры имеется не только за рубежом [1], но и в исследованиях отечественных ученых [2; 3].

В настоящей работе приведено решение прямой кинематической задачи для механизма параллельной структуры, представляющего собой «дельта-механизм». Данное устройство может быть применено в операциях финишной обработки пресс-форм, заменив ручную доводку поверхностей. Задача состоит в определении координат выходного звена. Решая обратную задачу кинематики можно получить законы изменения координат и планировать траекторию рабочего инструмента.

На рисунке приведена кинематическая схема дельта-механизма, который состоит из неподвижной платформы $A_0B_0C_0$, подвижной платформы $A_2B_2C_2$ и шести звеньев с постоянными длинами A_0A_1 , A_1A_2 , B_0B_1 , B_1B_2 , C_0C_1 , C_1C_2 . Кинематические пары A_0 , B_0 , C_0 представляют собой цилиндрические шарниры с одной степенью свободы, остальные – двойные цилиндрические шарниры с двумя степенями свободы. Координаты положения подвижной платформы $A_2B_2C_2$ определим с помощью метода однородных преобразований координат [4; 5].

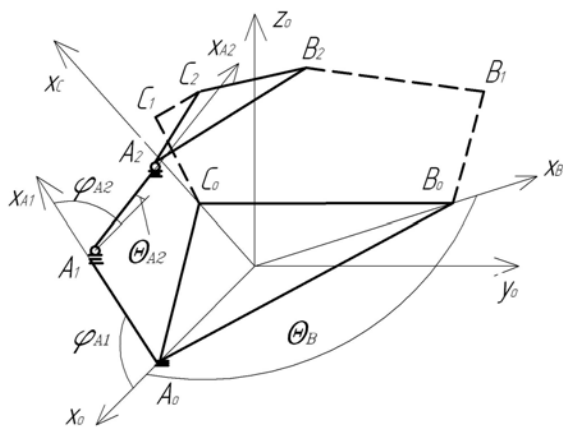


Схема дельта-механизма

На примере одной кинематической цепочки, состоящей из двух звеньев A_0A_1 и A_1A_2 покажем распо-

ложение дополнительных специальных осей координат, связанных со звеньями. Первую систему координат связываем со звеном A_0A_1 : начало координат в точке A_0 , ось x_1 совпадает со звеном A_0A_1 , ось x_1 повернута относительно x_0 на угол φ_{A1} . Для следующего звена переносим начало координат в точку A_1 , ось x_2 совпадает с осью звена A_1A_2 и повернута относительно x_1 на углы φ_{A2} и θ_{A2} . Взаимное расположение систем координат при сдвиге по осям или при повороте относительно осей записываем в виде расширенных матриц перехода. Затем, после перемножения соответствующих матриц, получаем результирующую матрицу, из которой находим значения направляющих косинусов и координат подвижной платформы относительно базовой системы координат.

Координаты подвижной платформы определены выражениями:

$$x_{A2} = \cos(\varphi_{A1} + \varphi_{A2}) \cdot \cos \theta_{A2} \cdot l_{A2} + \cos \varphi_{A1} \cdot l_{A1} + R_A,$$

$$y_{A2} = -\sin \theta_{A2} \cdot l_{A2},$$

$$z_{A2} = -\sin(\varphi_{A1} + \varphi_{A2}) \cdot \cos \theta_{A2} \cdot l_{A2} - \sin \varphi_{A1} \cdot l_{A1},$$

$$x_{B2} = (\cos \theta_B \cdot \cos \theta_{B2} \cdot \cos(\varphi_{B1} + \varphi_{B2}) - \sin \theta_B \cdot \sin \theta_{B2}) \cdot l_{B2} + \cos \theta_B \cdot (\cos \varphi_{B1} \cdot l_{B1} + R_B),$$

$$y_{B2} = (-\sin \theta_B \cdot \cos \theta_{B2} \cdot \cos(\varphi_{B1} + \varphi_{B2}) - \cos \theta_B \cdot \sin \theta_{B2}) \cdot l_{B2} - \sin \theta_B \cdot (\cos \varphi_{B1} \cdot l_{B1} + R_B),$$

$$z_{B2} = -\sin(\varphi_{B1} + \varphi_{B2}) \cdot \cos \theta_{B2} \cdot l_{B2} - \sin \varphi_{B1} \cdot l_{B1},$$

$$x_{C2} = (\cos(\theta_B + \theta_C) \cdot \cos \theta_{C2} \cdot \cos(\varphi_{C1} + \varphi_{C2}) - \sin(\theta_B + \theta_C) \cdot \sin \theta_{C2}) \cdot l_{C2} + \cos(\theta_B + \theta_C) \cdot (\cos \varphi_{C1} \cdot l_{C1} + R_C),$$

$$y_{C2} = (-\sin(\theta_B + \theta_C) \cdot \cos \theta_{C2} \cdot \cos(\varphi_{C1} + \varphi_{C2}) - \cos(\theta_B + \theta_C) \cdot \sin \theta_{C2}) \cdot l_{C2} - \sin(\theta_B + \theta_C) \cdot (\cos \varphi_{C1} \cdot l_{C1} + R_C),$$

$$z_{C2} = -\sin(\varphi_{C1} + \varphi_{C2}) \cdot \cos \theta_{C2} \cdot l_{C2} - \sin \varphi_{C1} \cdot l_{C1}.$$

Ввиду того, что точки A_2 , B_2 и C_2 принадлежат подвижной плоскости и расположены в углах треугольника, между их координатами существует следующая взаимосвязь:

$$(x_{A2} - x_{B2})^2 + (y_{A2} - y_{B2})^2 + (z_{A2} - z_{B2})^2 = D^2,$$

$$(x_{A2} - x_{C2})^2 + (y_{A2} - y_{C2})^2 + (z_{A2} - z_{C2})^2 = D^2,$$

$$(x_{C2} - x_{B2})^2 + (y_{C2} - y_{B2})^2 + (z_{C2} - z_{B2})^2 = D^2,$$

где D – расстояние между точками A_2 , B_2 и C_2 или длина стороны треугольника $A_2B_2C_2$.

Решая совместно полученные четыре системы уравнений возможно получить зависимости обобщенных координат, углов положения подвижной платформы относительно базовой системы координат.

Библиографические ссылки

1. Merlet J. P. *Parallel Robots. Solid Mechanics and its Application*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.
 2. Буцуев В. В., Хольшев И. Г. *Механизмы параллельной структуры в машиностроении // СТИН, 2001. № 1. С. 3–8.*
 3. Рыбак Л. А. *Эффективные методы решения задач кинематики и динамики робота-станка параллельной структуры*. М. : Физматлит, 2011. 148 с.

4. Воробьев В. И., Попов С. А., Шевелева Г. И. *Механика промышленных роботов : в 3 кн. Кн. 1: Кинематика и динамика*. М. : Высш. шк., 1988. 304 с.
 5. Смирнов П. Н, Смирнов Н. А. *Методы однородного преобразования координат при выполнении кинематического анализа плоского механизма // Решетневские чтения : материалы XVI Междунар. науч. конф. : в 2 ч. ; СибГАУ. Красноярск, 2012. Ч. 1. С. 274–275.*

© Смирнов А. Н., Мирзаев Р. А., 2013

УДК 621

В. А. Сорокин
 Научный руководитель – М. В. Кубриков
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнёва, Красноярск

ПРИМЕНЕНИЕ ПНЕВМОРЕКУПЕРАТОРА В ВЕТРОГЕНЕРАТОРЕ С ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОСЬЮ ВРАЩЕНИЯ ТИПА ДАРЬЕ

Рассматриваются более выгодное применение вращательного момента поступающего с оси вращения лопастей ветрогенератора.

В настоящее время всё большее распространение начинают получать ветрогенераторы. И мы задумались над тем, как повысить их автономность.

В прошлом году нами была выдвинута идея использования рекуперационного устройства, для того чтобы запастись частью затраченной на вращение оси генератора, вращательной энергии, чтобы в дальнейшем, когда прекратится ветер эта энергия была возвращена. Само рекуперационное устройство работало на основе гравитационного аккумулятора . то есть энергия запасалась в виде высоты поднятого груза.

За прошедший год мы более глубоко рассмотрели данную схему и доступные модели ветряных генераторов и аккумуляторов. Было принято решение переделать схему данного устройства, так как:

Во-первых, ветрогенераторы с горизонтальной осью вращения имеют ряд ограничений в изменении конструкции и более дорогие по сравнению с ветрогенератором с вертикальной осью вращения.

Во-вторых, рекуперационное устройство с гравитационным аккумулятором как раз очень требовательно к конструкции ветрогенератора.

Ну а теперь подробно рассмотрим нашу новую схему.

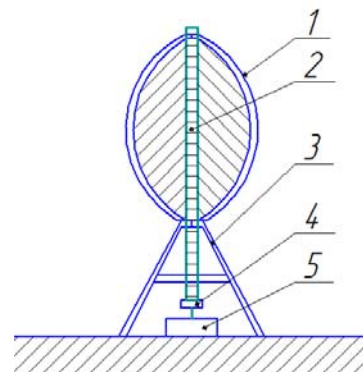
В связи с перпендикулярным направлением действия ветра на ветрогенераторы с горизонтальной осью вращения потребовалось применение системы ориентации и сравнительно сложных способов съема мощности. Это снизило их эффективность и усложнило конструкцию ветродвигателей, то есть применить ветрогенератор данного типа в нашей схеме невозможно. Ветрогенератор с вертикальной осью вращения типа Дарье вследствие своей геометрии при любом направлении ветра находятся в произвольном положении. Кроме того, такая схема позволяет за счет удлинения вала расположить редуктор с генератором

и рекуператором в основании башни.

Для включения рекуператора в ветрогенератор все так же используется механический дифференциал. Рекуператор в нашей схеме изменен и теперь запасает энергию в виде сжатого газа.

В общем виде наша схема работает следующим образом.

Дует ветер, начинается вращение оси механического дифференциала, главная ось дифференциала начинает крутить генератор, при достижении определенного количества оборотов в движение приходит вторая полуось дифференциала, приводя в работу накопительный компрессор, начинается закачка газа в емкость для хранения, а следовательно и повышение давления.



Конструктивная схема ветрогенератора с вертикальной осью вращения типа Дарье:

- 1 – рабочая лопасть; 2 – вертикальная ось; 3 – рама,
 4 – редуктор; 5 – генератор

В тот момент, когда ветер перестает дуть, открывается электропневмоклапан и избыток газа выходит из ёмкости и приводит в действие турбину, которая в свою очередь снова начинает вращать генератор.

На данный момент эта технология рассмотрена чисто теоретически без подробных расчетов и практических опытов, но в ближайшее будущее мы планируем это исправить.

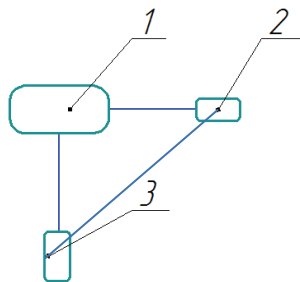


Схема включения рекуператора:
1 – механический дифференциал;
2 – пневмоаккумулятор; 3 – генератор

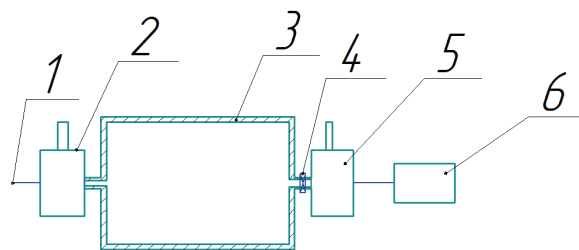


Схема пневмоаккумулятора:
1 – ось генератора; 2 – нагнетающий компрессор;
3 – емкость накопления газа; 4 – электропневмоклапан;
5 – собирающая турбина; 6 – генератор

© Сорокин В. А., 2013

УДК 621

О. Б. Фисенко

Научный руководитель – М. В. Кубриков
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск, Россия

ОБЗОР НАКОПИТЕЛЕЙ (АККУМУЛЯТОРОВ) ЭНЕРГИИ

Рассматриваются возможные способы накопления электроэнергии с помощью различных накопителей (аккумуляторов).

Целый ряд областей человеческой жизнедеятельности потенциально может значительно перемениться в лучшую сторону при замещении нынешних энергоносителей на электроэнергию, либо при изменении существующих способов её передачи и хранения. При производстве электроэнергии необходимыми составляющими в цепочке являются накопитель энергии и электрогенератор. Для создания запаса электроэнергии или ее распределения вне сети (например, для питания мобильных электронных устройств или запуска двигателя автомобиля) она должна быть преобразована в другие виды энергии. Наиболее популярным является использование для этой цели химических вторичных источников тока – электрохимических аккумуляторов, в которых происходит преобразование электрической энергии в химическую энергию связи веществ и соединений (заряд аккумулятора) или обратное преобразование (разряд). Например, вода, запасенная в водохранилище гидроэлектростанции, обладает гравитационной энергией и может расходоваться по мере надобности для вращения турбин электрогенератора. На тепловой электростанции энергия вначале запасается в виде угля, мазута или газа, которые также используются в соответствии с потребностями. На атомных электростанциях роль накопителя выполняет ядерное топливо. Вышеприведенные электростанции могут работать в режиме постоянной мощности, изменяя ее только при изменении энергопотребления. При производстве электрической энергии с использованием так называемых альтернативных ис-

точников (например, ветер, солнце) возникает проблема непостоянства их мощности, которая отсутствует при производстве энергии традиционными способами. Поэтому необходимо энергию источника вначале запасти в накопителе энергии, а затем уже расходовать энергию накопителя, преобразуя ее, например, в электрическую энергию в необходимом количестве.

Накопители электрической энергии являются важнейшим элементом активно-адаптивных сетей будущего. Они выполняют ряд функций:

- выравнивание графиков нагрузки в сети (накопление электрической энергии в периоды наличия избыточной (дешевой) энергии и выдачу в сеть в периоды дефицита);
- обеспечение повышения надежности сети;
- отсрочка расширения мощности сети;
- обеспечение бесперебойного питания особо важных объектов, собственных нужд электростанций и подстанций;
- сглаживание колебаний мощности, стабилизации работы малоинерционных систем распределенной генерации.

1. Конденсаторный накопитель:

Если использовать электролитические конденсаторы, то их масса может составить 120 кг. Удельная энергия накопителя при этом 0,26 кДж/кг. При работе накопитель может в течение часа обеспечивать нагрузку не более 9 Вт. Срок службы электролитических конденсаторов может достигать 20 лет. Достоин-

ства: накопленная энергия может быть использована в течение короткого промежутка времени.

2. Гравитационные накопители

Копрового типа. При работе накопитель может в течение часа обеспечивать нагрузку не более 28 Вт. Срок службы накопителя может составлять 20 и более лет. Достоинства: накопленная энергия может быть использована в течение короткого промежутка времени.

Гидравлический. При работе накопитель может в течение часа обеспечивать нагрузку не более 280 Вт. Срок службы накопителя может составлять 20 и более лет. Достоинства: при использовании ветродвигателя последний может непосредственно приводить в движение водяной насос, вода из емкости на вышке может использоваться для других нужд.

3. Маховик.

Для стального цилиндрического маховика максимальная удельная энергия составляет приблизительно 10 кДж/кг. При работе накопитель может в течение часа обеспечивать нагрузку не более 280 Вт. Срок службы маховика может составлять 20 и более лет. Достоинства: накопленная энергия может быть использована в течение короткого промежутка времени, характеристики могут быть существенно улучшены.

4. Химическая аккумуляторная батарея.

Свинцово-кислотная аккумуляторная батарея емкостью 190 А · час с выходным напряжением 12 В

при 50 % разрядке может выдавать ток величиной 10 А примерно 9 часов. При работе аккумулятор может в течение часа обеспечивать нагрузку не более 1080 Вт. Срок службы аккумулятора составляет 3-5 лет. Достоинства: от аккумулятора можно получать непосредственно электрическую энергию, выходной ток может достигать величины порядка тысячи ампер, выходное напряжение 12 В соответствует автомобильному стандарту, имеется множество устройств, работающих непосредственно от источника постоянного напряжения 12 В, имеются преобразователи 12/220 В различной мощности.

5. Пневматический накопитель

При работе пневматический накопитель может в течение часа обеспечивать нагрузку не более 5.5 кВт. Срок службы пневматического накопителя может составлять 20 и более лет. Достоинства: накопительный резервуар может быть расположен под землей, в качестве резервуара могут использоваться стандартные газовые баллоны в требуемом количестве с соответствующим оборудованием, при использовании ветродвигателя последний может непосредственно приводить в действие насос компрессора, имеется достаточно большое количество устройств, напрямую использующих энергию сжатого воздуха.

Ниже приведена таблица с параметрами рассмотренных накопителей энергии [2].

Накопитель энергии	Характеристики возможной реализации накопителя	Запасенная энергия, кДж	Удельная запасенная энергия, кДж/кг	Максимальное время работы на нагрузку 100 Вт, минут	Срок службы, лет
Конденсаторный	Батарея емкостью 1 Ф, напряжением 250 В, масса 120 кг	31.25	0.26	5.2	до 20
Копровый	Масса копра 2 т, высота подъема 5 м	100	0.05	16.7	более 20
Гидравлический гравитационный	Масса воды 10 т, высота перекачки 10 м	1000	0.1	167	более 20
Маховик	Стальной маховик массой 100 кг, диаметр 0.4 м, толщина 0.1 м	1000	10	167	более 20
Свинцово-кислотный аккумулятор	Емкость 190 А · час, выходное напряжение 12 В, масса аккумулятора 70 кг	3900	56	650	3 ... 5
Пневматический	Стальной резервуар объемом 1 м ³ массой 250 кг со сжатым воздухом под давлением 50 атмосфер	20000	80	3300	более 20

Помимо рассмотренных существуют и другие накопители энергии, например, индукционные, пружинные, тепловые [1].

Библиографические ссылки

1. Бухаров А. И., Емельянов И. А., Судаков В. П. Средства заряда аккумуляторов и аккумуляторных

батарей : справочник. М. : Энергоатомиздат, 1988. 288 с. : ил.

2. Яворский Б. М., Детлаф А. А. Справочник по физике : для инженеров и студентов вузов. 7 изд., испр. М. : Наука, 1978. 944 с. : ил.

© Фисенко О. Б., 2013

УДК 539

А. В. Шатов
 Научный руководитель – А. В. Лопатин
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕТЧАТОГО ЦИЛИНДРА С ЭЛЛИПТИЧЕСКИМ ПОПЕРЕЧНЫМ СЕЧЕНИЕМ

Рассмотрена задача моделирования композитного сетчатого цилиндра с эллиптическим поперечным сечением.

Сегодня в авиации и космонавтике нашли широкое применение сетчатые композитные конструкции [1], обладающие высокими жесткостными характеристиками. Наибольшее распространение получили сетчатые цилиндры с круглым поперечным сечением. Они используются как силовая основа конструкции современных космических аппаратов, а так же как переходные отсеки ракетносителей.

В представленной работе рассмотрена задача моделирования композитного сетчатого цилиндра с эллиптическим поперечным сечением (рис. 1). Эта конструкция в обозримом будущем может обрести популярность как в самолетостроении в качестве силовой основы фюзеляжа (рис. 2), так и в космическом машиностроении в качестве силового корпуса космического аппарата.



Рис.1. Сетчатый цилиндр

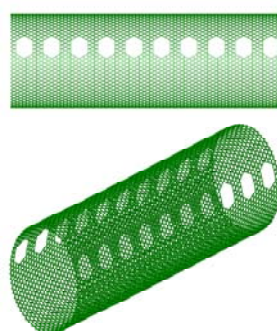


Рис. 2. Сетчатый фюзеляж

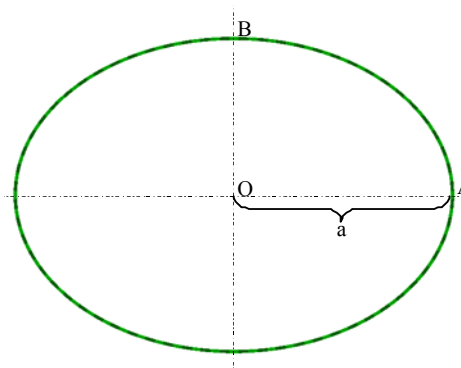
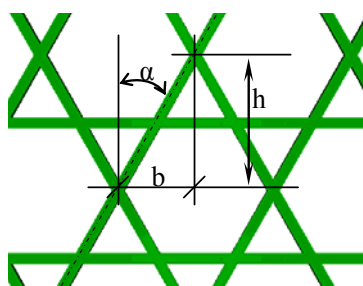


Рис. 3. Параметры сетчатой структуры

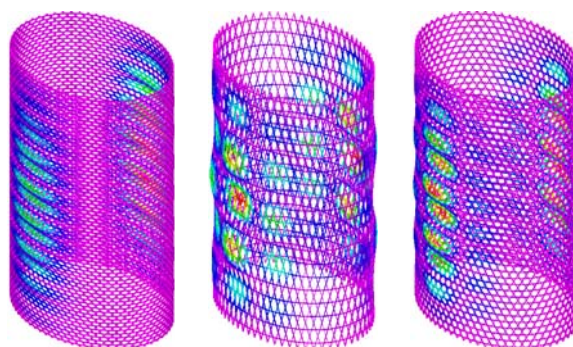


Рис. 4. Формы потери устойчивости сетчатого эллиптического цилиндра при осевом сжатии

Основными параметрами, формирующими облик сетчатого цилиндра с эллиптическим поперечным сечением, являются α – угол наклона спиральных ребер; N – количество спиральных ребер. Расчет параметров b и h (рис. 3), необходимых для алгоритма построения сетчатой структуры может быть выполнен по следующим формулам:

$$b = \frac{BA}{2n}, \quad n = \frac{N}{4}, \quad (1)$$

$$BA = \int_0^A \sqrt{1 + f'(x)} dx - f(x) = K \sqrt{a^2 - x^2},$$

$$K = \frac{OB}{OA}, \quad (2)$$

$$BA = \int_0^A \sqrt{1 + \frac{K^2 x^2}{a^2 - x^2}} dx, \quad h = \frac{b}{\operatorname{tg}(\alpha)}. \quad (3)$$

Здесь n – количество спиральных ребер на одной четвертой части эллипса; BA – длина одной четвертой части эллипса (рис. 3); K – отношение малой полуоси эллипса к большой полуоси.

Предложенный алгоритм позволяет в автоматическом режиме создавать конечно-элементные модели сетчатых цилиндрических оболочек с эллиптическим поперечным сечением, обладающих различными геометрическими параметрами, а также проводить анализ устойчивости таких конструкций (рис. 4).

Библиографическая ссылка

1. Vasiliev V., Barynin V., Rasin A. *Anisogrid Lattice Structures – Survey of Development and Application, Composite Structures*, 54 (2001) 361–370.

© Шатов А. В., 2013

УДК 621.791

А. А. Бобоед, И. С. Фролченков
 Научный руководитель – Л. Г. Семичева
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА НАГРЕВА ПРИ ДИФФУЗИОННОЙ СВАРКЕ ФТОРОПЛАСТА-4 С МЕТАЛЛАМИ

Разработана математическая модель процесса нагрева при диффузионной сварке в вакууме фторопласта-4 с металлами, которая позволяет производить расчет температурных полей при сварке различных материалов со значительной разницей ТКЛР и снизить трудоемкость расчета.

Для получения качественных сварных соединений, полученных диффузионной сваркой, необходимо, чтобы температура во всех точках сечения в плоскости сварки деталей достигла температуры сварки. При сварке разнородных материалов, имеющих значительную разность в ТКЛР необходимо выдерживать сборку определенное время, необходимое для выравнивания температуры по сечению, которое зависит от геометрических размеров деталей и теплопроводности свариваемых материалов [1]. Экспериментальное определение времени выдержки для большого количества сочетаний материалов, свариваемых ДСВ, является трудоемкой задачей, которая усложняется при использовании дополнительных источников нагрева таких как УЗК.

В связи с этим целью работы является разработка математической модели процесса нагрева фторопласта-4 со сплавом алюминия АМгб при ДСВ с наложением УЗК частотой 2 МГц.

Из-за значительного различия ТКЛР свариваемых материалов и низкой теплопроводности фторопласта-4 значительная разность температуры на поверхности и в среднем сечении деталей является главной причиной снижения прочности соединения. Экспериментально установлено, что при разности температур $\Delta T \geq 30 \text{ K}$ предел прочности соединения $\sigma_B \leq 0,3 \sigma_{B \text{ max}}$.

Для определения температуры по радиусу и толщине свариваемых деталей рассмотрим уравнение теплопроводности с внутренними источниками тепла для двумерного случая:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a_{2i} \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) + \omega(x, z, t), \quad (1)$$

где T – температура; t – время; a_{2i} – коэффициент температуропроводности для соответствующего материала, $\omega(x, z, t)$ – приращение температуры от воздействия УЗК, определяемое по формуле

$$\omega(x, z) = I_{0x} (1 - e^{-2\alpha_i z / c_i}) \times S / c_{pi}, \quad (2)$$

где I_{0x} – интенсивность звука в исследуемой точке с координатой x ; c – скорость звука; α_i – коэффициент поглощения звука; S – площадь детали; c_{pi} – удельная теплоемкость. Для решения уравнения (1) заданы начальные и граничные условия в соответствии с реальным технологическим процессом.

Решение уравнения на ЭВМ проводили методом конечных разностей с использованием явной схемы со стабилизацией. Для численного решения задачи строили разностную сетку.

Для этого определяли шаг h_x по оси X , соответствующей радиусу деталей; h_z по оси Z , соответствующей толщине пакета и по времени.

Уравнение (1) с помощью соответствующих преобразований можно привести к виду:

$$\frac{T^{k+1} - T^k}{\tau} = A_1 (T^k) + A_2 T + \omega(x_i, z_j, t_k) \quad (3)$$

$$A_1 = a_{2i} \frac{T_{i+1,j}^{k+1} - 2T_{i,j}^{k+1} + T_{i-1,j}^{k+1}}{h_x^2},$$

$$A_2 = a_{2i} \frac{T_{i,j+1}^{k+1} - 2T_{i,j}^{k+1} + T_{i,j-1}^{k+1}}{h_z^2}, \quad (4)$$

$$a_{2i} = a_{2i}(x_i, z_j, t_k) \quad A = A_1 + A_2.$$

Расчет температуры ведется от слоя t_k к слою t_{k+1} .

Используя метод Лапласа при $\tau = \frac{h_x^2}{2a_{2i}}$ получим

$$T_i^{k+1} = 0,5(T_{i+1}^k + T_{i-1}^k), \quad T_j^{k+1} = 0,5(T_{j+1}^k + T_{j-1}^k). \quad (5)$$

Температура в анализируемой точке будет равна

$$T_{ij}^{k+1} = 0,5(T_i^{k+1} + T_j^{k+1}). \quad (6)$$

Вычисления выполняли с применением пакета «MATCAD». Для расчета были заданы исходные данные:

$$\begin{aligned} -9 \leq x \leq 9; \quad 0 \leq z \leq 67,7; \\ \delta_1 = 1,7 \text{ мм}, \quad \delta_2 = 3,4 \text{ мм}, \quad \delta_3 = 12,6 \text{ мм}, \quad \delta_4 = 50 \text{ мм}; \\ 1 \leq i \leq 8; \quad 1 \leq j \leq 44, \quad v_{н1} = 0,05 \text{ К/с}, \quad v_{н2} = 0,09 \text{ К/с}, \\ v_{н3} = 0,14 \text{ К/с}, \quad I_{узк} = (0 \dots 3) \cdot 10^5 \text{ Вт/м}^2. \end{aligned}$$

Для оценки адекватности модели определяли ошибку модели сопоставлением расчётных результатов с экспериментальными данными. Проводили нагрев образцов с наложением УЗК частотой 2 МГц, интенсивностью $I_{\text{узк}} = 2 \cdot 10^5 \text{ Вт/м}^2$ из сплава алюминия АМг6 и фторопласта-4 диаметром 18 мм, толщиной фторопласта-4 $\delta_1 = 1,7 \text{ мм}$, толщиной металлического корпуса $\delta_2 = 3,4 \text{ мм}$ со скоростью $v_n = 0,09 \text{ К/с}$. Запись температуры вели с помощью потенциометра КСП-4. Эксперименты повторяли 5 раз при неизменных параметрах режима сварки.

Различие расчетных и экспериментальных значений температуры не превышало 12 %. Значимость расхождения оценивали по критерию Фишера, значение которого равно 3,217 и соответствует доверительной вероятности ($P \geq 0,95$) того, что расхождение результатов расчетов с экспериментальными данными незначимо.

Расчеты показали, что наложение УЗК вызывает заметное уменьшение времени прогрева. Полученные

зависимости позволяют расчетным путем определять необходимое время прогрева при изменении геометрических размеров свариваемых деталей и параметров процесса.

Разработанная математическая модель позволяет определить с высокой точностью изменение температуры по всему сечению свариваемых поверхностей деталей при одновременном приложении высокочастотных УЗК, производить расчет температурных полей при сварке различных сочетаний материалов, управлять процессом нагрева и снизить трудоемкость расчета.

Библиографическая ссылка

1. Бачин В. А., Квасницкий В. Ф., Котельников Д. И. и т. д. Теория, технология и оборудование диффузионной сварки / под общ. ред. В. А. Бачина. М.: Машиностроение, 1991. 352 с.

© Бобоед А. А., Фролченков И. С., 2013

УДК 621.791.763

Д. С. Ковалев, А. С. Мухин
 Научный руководитель – В. В. Богданов
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАДИАЦИОННО-АКУСТИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИМПУЛЬСНЫХ ПУЧКОВ ЭЛЕКТРОНОВ С МЕТАЛЛАМИ

Рассмотрен механизм генерации акустических волн в твердых телах импульсными пучками электронов. Указаны условия возбуждения акустических колебаний в металлах.

Основную роль в генерации акустического излучения в металлах при умеренных плотностях тока заряженных частиц играет термоупругий эффект. Поэтому источником некогерентного акустического излучения является область тепловых источников, обусловленная ионизационными потерями энергии электронами в результате их взаимодействия с металлами, которая описывается макроскопической функцией $D(\vec{r}, t)$, являющейся плотностью распределения поглощенной энергии.

Значительная разница между временем диссипации энергии релятивистской заряженной частицы в конденсированной среде ($10^{-11} \div 10^{-12} \text{ с}$) и длительностью импульса тока большинства ускорителей электронов ($10^{-6} \div 10^{-9} \text{ с}$) позволяет разделить пространственные и временные переменные в функции $D(\vec{r}, t)$ и представить ее в следующем виде [1]:

$$D(\vec{r}, t) = I_0 D_0(\vec{r}) \int_0^t j(\tau) d\tau$$

где $D_0(\vec{r})$ – пространственное распределение плотности поглощенной энергии; \vec{r} – радиус-вектор в зоне взаимодействия пучка заряженных частиц с мишенью; t – текущее время; $j(\tau)$ – функция, описывающая изменение импульса тока ускорителя во времени; I_0 – среднее значение плотности тока.

Теоретическое рассмотрение процесса генерации УЗ колебаний в твердом теле удобно проводить в терминах механических смещений частиц среды в акустической волне. Известно, что в общем случае вектор смещения частиц конденсированной среды можно представить в виде:

$$\vec{U}(\vec{r}, t) = \vec{U}_e(\vec{r}, t) + \vec{U}_t(\vec{r}, t)$$

где \vec{U}_e – вектор смещения частиц среды в продольной акустической волне; \vec{U}_t – вектор смещения частиц среды в поперечной акустической волне.

Вектор \vec{U}_e смещения частиц среды в продольной акустической волне можно выразить через скалярный потенциал $\phi(\vec{r}, t)$:

$$\vec{U}_e(\vec{r}, t) = \text{grad}(\phi, t)$$

а вектор смещения частиц среды в поперечной акустической волне – через векторный потенциал $\vec{\psi}(\vec{r}, t)$:

$$\vec{U}_t(\vec{r}, t) = \text{rot } \vec{\psi}$$

В большинстве практических ситуаций можно пренебречь диффузией тепла из зоны взаимодействия в необлученную область. Это возможно в том случае, когда длительность импульса облучения, равная дли-

тельности импульса тока ускорителя заряженных частиц τ_0 , много меньше характерных «тепловых времен», определяемых следующим образом:

$$\tau_T^e = l_0 / 4\chi, \quad \tau_T^a = a^2 / 4\chi,$$

где l_0 – максимальная глубина проникновения частиц пучка в материал мишени, однозначно связанная с энергией заряженных частиц; a – характерный радиус пучка заряженных частиц.

Для большинства современных ускорителей длительность импульса тока τ_0 лежит в интервале $10^{-9} \div 10^{-6}$ с, в то же время, как τ_T^a и τ_T^e находятся в пределах $10^{-6} \div 10^{-4}$ с и таким образом, условие $\tau_0 \ll \tau_T^a$ и τ_T^e заведомо выполняется. В случае, когда $\tau_0 \gg \tau_T^a$

и τ_T^e эффективность возбуждения акустических колебаний резко падает и рассматриваемый процесс сводится к обычному тепловому расширению твердого тела [2].

Библиографические ссылки

1. Бирюкова Н. П., Жуков В. К., Симанчук В. И. и др. Генерация ультразвуковых колебаний в металлах импульсными электронными пучками наносекундной длительности // *Технология : науч.-техн. сб. ЦНТИ «Поиск»*, 1989. Вып. 7, С. 63–66.
2. Ляшнев Л. М. *Радиационная акустика*. М. : Наука : Физматлит, 1996. 304 с.

© Ковалев Д. С., Мухин А. С., 2013

УДК 621.791.763

Д. С. Ковалев, П. В. Тимошев
 Научный руководитель – В. В. Богданов
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ РАДИАЦИОННО-АКУСТИЧЕСКИХ ИМПУЛЬСОВ

Приведено описание экспериментальной установки и результаты исследования по генерации акустических колебаний в металлах импульсными пучками электронов.

Для экспериментальных исследований параметров акустического излучения генерируемого импульсными пучками электронов в металлах была разработана установка, блок-схема которой приведена на рис. 1. В качестве источника заряженных частиц использовался малогабаритный сильноточный импульсный ускоритель, смонтированный на базе рентгеновского аппарата МИРА-2Д. Для получения наносекундных импульсов быстрых электронов использовалась промышленная малогабаритная трубка ИМАЗ-150Э, отличительной особенностью которой, по сравнению с рентге-

новскими трубками, является тонкостенное (0,1–0,2 мм) бериллиевое окно, предназначенное для выпуска электронов в атмосферу.

Установка работает следующим образом. Электронный импульс, генерируемый сильноточным ускорителем 1, сбрасывается на мишень 2 в виде диска, выполненного из токопроводящего немагнитного металла. Диаметр мишени выбирался из условия устранения влияния на результаты измерений краевых эффектов, возникающих при переотражении акустических сигналов у краев мишени.

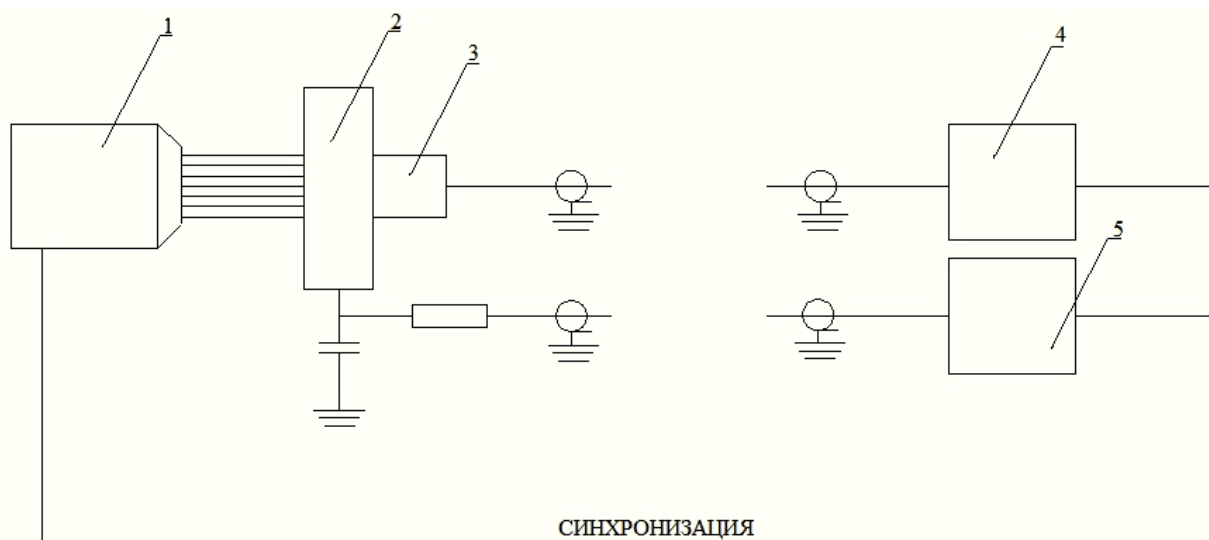


Рис. 1. 1 – ускоритель; 2 – мишень; 3 – пьезодетектор; 4, 5 – осциллографы

Акустические импульсы, возбуждаемые при взаимодействии пучка электронов с материалом мишени, регистрируются на ее тыльной поверхности с помощью широкополосного аперриодического пьезопреобразователя 3, выполненного на основе пьезокерамики ЦТС-19 с полосой пропускания 50–60 МГц. Сигналы, снимаемые с детектора акустических колебаний по согласованному коаксиальному кабелю подаются на вход регистрирующего устройства - запоминающего широкополосного осциллографа С8-12 с рабочей полосой частот 50 МГц.

Импульс тока термализованных электронов пучка, поглощенных в мишени, одновременно являющейся коллектором цилиндра Фарадея, интегрируется на емкости известной величины, представляющую собой коаксиальную распайку проходных конденсаторов. Ступенчатый импульс электрического напряжения, снимаемый с конденсаторов через согласующее сопротивление R_S по коаксиальному кабелю подается на высокоомный вход запоминающего осциллографа С8-13. Такое включение обеспечивает отсутствие переходного электрического процесса, обусловленного несогласованностью кабеля на приемном конце. Высокоомная нагрузка позволяет пренебречь разрядом конденсаторов за временной интервал измерения, равный десяткам микросекунд, в то время как постоянная времени составляет величину порядка единиц миллисекунд. Амплитуда импульса электрического напряжения связана с полным числом электронов в пучке N_e следующим образом:

$$U_m = N_e g_e / C_{\text{экв}}, \quad (1)$$

где $C_{\text{экв}}$ – эквивалентная емкость конденсаторов; g_e – заряд электрона.

С помощью выражения (1) при известном значении $C_{\text{экв}}$ и измеренной амплитуде U_m можно найти

число электронов в импульсе. Типичная осциллограмма акустического импульса давления, генерируемого наносекундным пучком электронов в мишени, выполненной из сплава АМг-6, приведена на рис. 2.

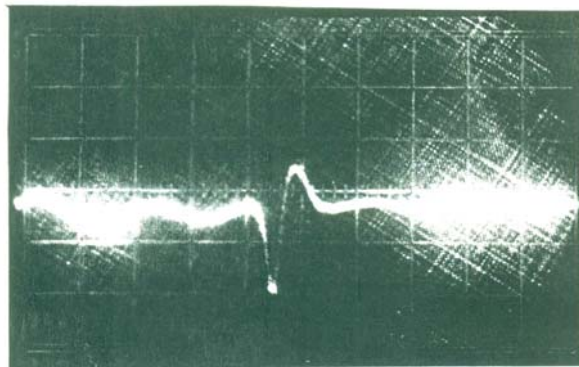


Рис. 2. Осциллограмма акустического импульса, генерируемого пучком заряженных частиц в мишени из алюминиевого сплава. Масштаб по вертикали – 100 мВ/дел; по горизонтали – 100 нс/дел

Из рис. 2 видно, что акустический импульс имеет биполярную структуру, состоящую из областей сжатия и разряжения, это согласуется с теоретическими выводами о форме акустического сигнала, возбуждаемого электронным пучком при свободной границе накачки энергии [1].

Библиографическая ссылка

1. Лямиев Л. М. Радиационная акустика. М.: Наука: Физматлит, 1996. 304 с.

© Ковалев Д. С., Тимошев П. В., 2013

УДК 621.791.763

Ю. В. Колодкин, И. В. Онтужев, М. Г. Голубкина
Научный руководитель – С. Н. Козловский
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

УЛУЧШЕНИЕ СТАБИЛИЗАЦИИ ВЗАИМНОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПОЛОЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОДОВ ПРИ ТОЧЕЧНОЙ СВАРКЕ

Разработан способ стабилизации пространственного положения электродов в машинах для точечной сварки и устройство для его осуществления на машинах разных типов, которые позволяют повысить эффективность стабилизации пространственного положения электродов, а следовательно и качество сварных соединений, а также расширить возможности сварочных машин путем увеличения вылета электродов.

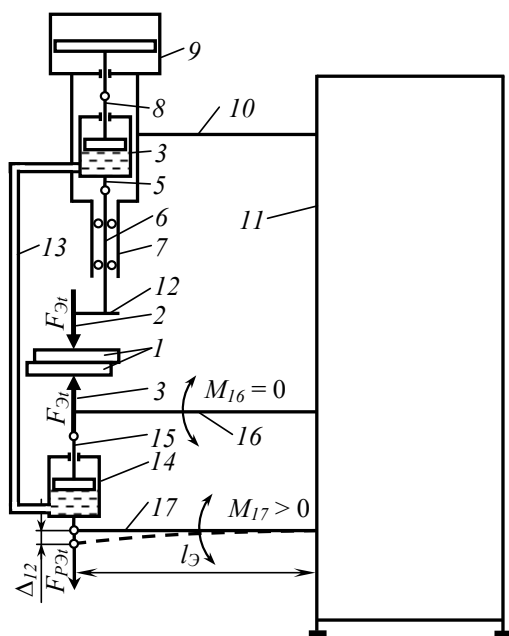
Общеизвестно, что усилие сжатия электродов всегда приводит к упругим деформациям элементов силового контура, в первую очередь, консольных балок и электрододержателей. Следствием этого является осевое и радиальное смещение электродов, а также поворот их осей, что является причиной коробления деталей [1], образования выплесков, повышенного износа электродов и т. д. И основной мерой предот-

вращения этого является повышение жесткости силовых контуров машин и ограничение вылета электродов. Но это позволяет лишь уменьшить параметры смещения электродов и сужает технологические возможности машин для точечной сварки.

Принципиально решить эту проблему позволяет разработанный способ стабилизации взаимного положения электродов и устройства для его осуществ-

ления на точечных машинах с разными приводами сжатия электродов.

Сущность разработанного способа стабилизации взаимного положения электродов заключается в том, что при сжатии деталей электродами в процессе КТС, по крайней мере, одну, соединенную с корпусом машины балку (консоль) с закрепленным на ней электродом, посредством опорного устройства разгружают от изгибающего момента, который образуется силой реакции свариваемой детали на воздействие сварочного усилия, при этом измеряют силу, воздействующую на электрод, и по ее величине задают усилие, которое передают с электрода на опорное устройство. В этом способе стабилизации взаимного положения электродов поставленная цель достигается тем, что в конструкции силового контура машины для КТС функции стабилизации пространственного положения электродов и передачи сварочного усилия на детали разделяются между балкой и опорным устройством.



Кинематическая схема машины для точечной сварки с устройством стабилизации пространственного положения нижнего электрода

Кинематическая схема силового контура машины для КТС прессового типа с устройством стабилизации положения нижнего неподвижного электрода показана на рис 1. В этом случае, машина, которая при КТС сжимает свариваемые детали 1 между подвижным 2 и неподвижным 3 электродами, снабжена средством измерения силы реакции детали 1 на воздействие подвижного электрода 2. Оно выполнено в виде гидроцилиндра 4, у которого корпус кинематически соединен посредством штока 5 с ползуном 6, установленным в направляющем устройстве 7, а поршень посредством штока 8 — с электродом сварочной машины. Привод 9 усилия сжатия электродов закреплен на корпусе направляющего устройства 7, который посредством кронштейна 10 жестко соединен с корпусом 11 сварочной машины. С ползуном 6 жестко

соединена подвижная консольная балка 12, на которой закреплен электрододержатель с установленным в нем подвижным электродом 2.

Гидроцилиндр 3 посредством трубопровода 13 соединен с силовым исполнительным механизмом, выполненным в виде гидроцилиндра 14. Поршень гидроцилиндра 14 штока 15 соединен с электрододержателем (с установленным в нем неподвижным электродом 3), который закреплен на неподвижной направляющей консольной балке 16, жестко соединенной с корпусом 11 сварочной машины. Корпус гидроцилиндра 14 закреплен на опорном устройстве, выполненном в виде балки 17, также жестко соединенной с корпусом 11 сварочной машины. Площадь рабочей камеры гидроцилиндра 3 равна площади камеры гидроцилиндра 14.

Способ стабилизации взаимного положения электродов 2 и 3 осуществляется следующим образом. Свариваемые детали 1 помещают между электродами 2 и 3 и сжимают их с усилием $F_{Эт}$ посредством привода 9 усилия сжатия электродов. При этом детали 1, в свою очередь, воздействуют на рабочие поверхности электродов 2 и 3 с силой реакции $F_{РЭт}$, в любой момент времени равной усилию воздействия электродов $F_{Эт}$ на поверхности деталей 1. В любой момент времени давление в гидравлической камере цилиндра 3 пропорционально усилию сжатия электродов $F_{Эт}$, а следовательно и $F_{РЭт}$. Таким образом осуществляется измерение силы $F_{РЭт}$ в процессе сварки. Поскольку гидравлические камеры цилиндров 3 и 14 сообщаются между собой посредством трубопровода 13, то давление в них равно. Следовательно, при равенстве площадей гидравлических камер 3 и 14 усилие $F_{РЭт}$, измеренное гидроцилиндром 3, в любой момент процесса КТС воспроизводится гидроцилиндром 14, как распирающее усилие между направляющей 16 и опорной 17 балками, и таким образом усилие $F_{Эт}$ передается с электрода 3 на опорную балку 17.

Таким образом, на направляющее устройство неподвижного электрода 3 с одной стороны действует сила $F_{РЭт}$ реакции детали 1, а с другой стороны, равная по величине, сила реакции опорной балки 17, передаваемая гидроцилиндром 14. В результате, суммарное усилие, воздействующее на направляющую балку 16 вдоль оси электродов равно нулю, т. е. эта балка в процессе сжатия деталей 1 электродами 2 и 3 не воспринимает никакой нагрузки и изгибающий момент M_{16} в ней равен нулю. Она выполняет только одну функцию — определяет пространственное положение неподвижного электрода 3. Вследствие этого при любом усилии сжатия электродов $F_{Эт}$ пространственное положение электрода 3 остается неизменным, так как прогиб направляющей балки 11 отсутствует.

От действия силы реакции $F_{РЭт}$ в балке 17 возникает изгибающий момент M_{17} , который в месте защемления балки 17 в корпусе машины равен произведению силы $F_{РЭт}$ на длину плеча балки (вылет электродов) l_3 ($M_{17} = F_{РЭт} \cdot l_3$). Вследствие действия момента M_{17} балка 17 прогибается на величину $\Delta_{Э3}$, но силовое взаимодействие между балками 16 и 17 от этого не изменяется, так как усилие, развиваемое гидроцилиндром 14 не зависит от положения его поршня.

Данный способ стабилизации пространственного положения нижнего электрода и устройство для его осуществления на машинах прессового типа проверили на экспериментальной установке, собранной на базе машины МТПУ-300.

Библиографическая ссылка

1. Сагалевич В. М. Методы устранения сварочных напряжений и деформаций. М. : Машиностроение. 1974.

© Колодкин Ю. В., Онтужев И. В., Голубкина М. Г., 2013

УДК 539.412:620.22

Г. В. Кочкина

Научный руководитель – Г. Г. Крушенко
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАСЧЕТ ПРОЧНОСТИ ВОЛОКОН АЛЮМИНИЕВОГО КОМПОЗИТА

Рассмотрен анализ оценки прочности волокнистого алюминиевого композита с точки зрения пористой структуры.

Материал, полученный с помощью запатентованной технологии [1], представляет собой композит, полученный прессованием композиции, состоящей из частиц алюминия или алюминиевых деформируемых сплавов и нанопорошков (НП) высокопрочных химических соединений. Данный материал имеет структуру в виде протяженного профиля разного сечения с волокнистой структурой и повышенными механическими свойствами (см. рисунок). Прутки, полученные таким способом, имеют тонкостенную оболочку и внутреннее волокнистое строение. Механические свойства композита выше, чем у материалов полученных таким же образом, но без использования нанопорошков. Но в отличие от существующих волокнистых композитов рассматриваемый материал не имеет матрицы. Ее роль выполняет взаимодействие волокон по боковым поверхностям. Нагрузка перераспределяется за счет сил трения от разрушенного волокна на соседние волокна. И если рассматривать данный композит как состоящий только из одних волокон, то его прочность должна превышать прочность пучка не взаимодействующих по боковым поверхностям волокон. Частицы НП обладают значительно более высокой твердостью, чем алюминиевый сплав. Поэтому в процессе деформирования они внедряются в поверхность алюминиевых волокон, в результате чего образуется механическое соединение соседствующих волокон по граничащим поверхностям.



Композит, отпрессованный из гранул сплава АД и нанопорошка карбонитрида титана TiCN

В данной работе предлагается оценить материал на прочность с точки зрения пористой структуры [2]. Механические свойства пористых металлокомпозитов тесно связаны с пористостью и размером пор, их формой и распределением. Зависимость механических свойств от пористости выражена эмпирически в уравнениях Гибсона-Эшби [3]:

$$\frac{E^*}{E_s} = C_1 \left(\frac{\rho^*}{\rho_s} \right)^{n_1} \quad (1)$$

$$\frac{\sigma^*}{\sigma_s} = C_2 \left(\frac{\rho^*}{\rho_s} \right)^{n_2} \quad (2)$$

где E , σ и ρ обозначают модуль упругости, прочности и плотности, соответственно. Индекс «*» обозначает пористый материал, и индекс «s» обозначает плотный материал. C_1 и C_2 – постоянные, связанные с материальными и экспериментальными условиями. n_1 и n_2 – экспоненты, связанные с пористой структурой. Из (1) и (2) следует, что прочность и модуль упругости пористых материалов уменьшается с увеличением пористости. Противоречие заключается в том, что низкий модуль упругости соответствует низкой прочности.

Пористость может быть получена непосредственно по формуле:

$$P = \left(1 - \frac{M}{V\rho_s} \right) \times 100\% \quad (3)$$

где M – масса образца, V – объем образца; ρ_s – плотность волокна, г/см³. Для того, чтобы определить размер пор количественно, эквивалентный диаметр пор определяется как промежуток между волокнами. Измерения могут быть выполнены под оптическим микроскопом с помощью программного обеспечения Image Pro Discovery. Таким образом, распределение размеров пор определяется с помощью математической статистики измерений.

Волокна металлокомпозита являются своего рода пористыми металлами, их механические свойства сильно зависят от пористости. Из (1)–(2) следует [3]:

$$\frac{E^*}{E_s} \approx \left(\frac{\rho^*}{\rho_s} \right)^2 \quad (4)$$

$$\frac{\sigma^*}{\sigma_s} = 0,3 \left(\frac{\rho^*}{\rho_s} \right)^{\frac{3}{2}} \quad (5)$$

Уравнения Гибсона–Эшби были получены из простого соотношения напряжений с учетом открытой клеточной структуры под давлением. Эти соотношения также применимы для линейной упругой стадии для большинства пористых материалов при растяжении [3]. Для нелинейной упругой стадии установлено изменение соотношений с учетом значения деформаций и оси вращения для одноосного растяжения [5]:

$$\frac{\sigma^*}{E_s} = 1,1 \left(\frac{\rho^*}{\rho_s} \right)^2 \varepsilon + 3,74 \left(\frac{\rho^*}{\rho_s} \right)^2 \varepsilon^2 + 0,0343 \left(\frac{\rho^*}{\rho_s} \right)^2 \varepsilon^3 \quad (6)$$

Библиографические ссылки

1. Патент № 2348488. Способ изготовления алюминиевых волокон / Г. Г. Крущенко, В. В. Москвичев, А. Е. Буров, 2009. Бюл. № 7.

2. Guo He, Ping Liu, Qingbiao Tan. Porous titanium materials with entangled wire structure for load-bearing biomedical applications // *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 2012. № 5, Issue 1. P. 16–31.

3. Gibson L. J., Ashby M. F. *Cellular Solids: Structure and Properties*, 2nd edn. UK, Cambridge: Cambridge University Press, 1997. 510 p.

4. Warren W. E., Kraynik A. M. The nonlinear elastic behavior of open-cell foams // *Appl. Mech.* 1991. № 58. P. 1147–1153.

5. Wallach J. C., Gibson L. J. Mechanical behavior of a three-dimensional truss material. // *Internat. J. Solids Struct.* 2001. № 38. P. 7181–7196.

© Кочкина Г. В., 2013

УДК 621.791

А. В. Лецковник, Е. В. Сафонова
 Научный руководитель – Л. Г. Семичева
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ШИРИНЫ ПЕРЕХОДНОЙ ЗОНЫ ДИФфуЗИОННОГО СОЕДИНЕНИЯ ФТОРОПЛАСТА-4 С МЕТАЛЛАМИ НА ПРОЧНОСТЬ СОЕДИНЕНИЯ

Исследовано влияние ширины переходной зоны диффузионного соединения фторопласта-4 с металлами на прочность неразъемных соединений и определена оптимальная ширина переходной зоны диффузионного соединения фторопласта-4 с металлами, обеспечивающая предел прочности соединения $\sigma_b > 16$ МПа.

К неразъемным соединениям фторопласта-4 с металлами, которые применяют в конструкциях ответственных узлов летательных аппаратов и работают в экстремальных условиях, предъявляются повышенные требования к прочности соединений. Предел прочности соединений σ_b должен быть не менее 16 МПа.

Качественные неразъемные соединения фторопласта-4 с металлами были получены диффузионной сваркой в вакууме с наложением ультразвуковых колебаний (УЗК), которая широко применяется для сварки разнородных материалов. В результате диффузии элементов свариваемых материалов в зоне контакта образуется переходная зона, ширина которой влияет на прочность соединения [1].

Целью работы является исследование влияния ширины переходной зоны диффузионного соединения фторопласта-4 с металлами на прочность соединений, а также определение ее оптимального значения.

Для проведения исследований сваривали образцы из фторопласта-4 и сплава алюминия АМг6. Основные параметры процесса сварки выбирались на основании теоретических положений и предварительных экспериментов [1]:

температура сварки $T_{св} = 633 \dots 693$ К;
 сварочное давление $P = 0,5 \dots 2,5$ МПа;
 частота УЗК $f_{узк} = 2$ МГц;

интенсивность УЗК $I_{узк} = (1 \cdot 10^5 \dots 3 \cdot 10^5)$ Вт/м²;
 время озвучивания УЗК $\tau_{узк} = 300 \dots 900$ с.

На этих режимах сваривали образцы-имитаторы, из которых изготавливали микрошлифы. Для выявления переходной зоны их травили в плазме высокочастотного безэлектродного разряда. Микроструктуру диффузионных соединений Ф-4 + АМг6 изучали с помощью оптического микроскопа МИМ-7. Металлографические исследования показали, что в процессе сварки наблюдается переходная зона (см. рисунок), ширина которой зависит от параметров режима процесса сварки. Значительное влияние на ширину переходной зоны оказывает температура сварки, с повышением которой ее величина увеличивается с 11 мкм до 60 мкм. При этом фторопласт-4 проникает в поры, трещины и микронеровности анодной пленки, обеспечивая плотный контакт свариваемых поверхностей.

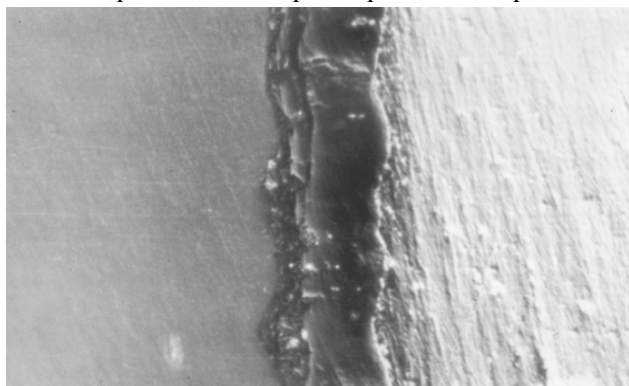
Повышение давления до 2,5 МПа не оказывает существенного влияния на ширину переходной зоны.

С увеличением интенсивности УЗК и времени озвучивания ширина переходной зоны увеличивается, но при $I_{узк} > 3 \cdot 10^5$ Вт/м² и $\tau_{узк} > 600$ с наблюдается изменение структуры фторопласта. переходной зоны.

На указанных режимах были также сварены специальные образцы для испытаний на растяжение. Результаты испытаний показали, что при температуре сварки $T_{св} = 633$ К прочность соединения σ_b состав-

ляет не более 5 МПа, при этом ширина переходной зоны равна 11 мкм. С увеличением температуры сварки до 673 К прочность соединения повышается до 18 МПа, а ширина переходной зоны достигает 60 мкм.

Ф-4 переходная зона Al_2O_3 АМг6
I I I I



Микроструктура диффузионного соединения Ф-4 + АМг6

При дальнейшем увеличении температуры сварки прочность соединения начинает снижаться, что можно объяснить частичной термодеструкцией фторопласта-4.

Для исследования влияния других параметров режима сварки на прочность соединения температуру сварки образцов принимали равной 673 К.

Сварочное давление $P = 0,5$ МПа не обеспечивает плотный физический контакт свариваемых поверхностей, в связи с чем прочность соединений не превышает 5 МПа. С увеличением давления до 1,5 МПа прочность соединения возрастает до 18 МПа, а затем практически не изменяется. При давлении свыше 2,5 МПа наблюдается выдавливание фторопласта из зоны сварки.

Существенное влияние на прочность соединения оказывают УЗК. При озвучивании зоны сварки направленными УЗК частотой 2 МГц интенсивностью $1 \cdot 10^5$ Вт/м² в течение 600 с прочность соединения составляет 8 МПа. С увеличением интенсивности УЗК до $3 \cdot 10^5$ Вт/м² прочность соединений повышается до 18 МПа, а при дальнейшем увеличении интенсивности ухудшаются условия работы УЗ-генератора. При испытании образцов, сваренных диффузионной сваркой на тех же режимах, но без наложения УЗК прочность соединений не превышает 15 МПа. При этом ширина переходной зоны составила 15 мкм.

Сопоставляя результаты испытаний на растяжение и металлографических исследований, можно сделать вывод, что прочность диффузионных соединений Ф-4+АМг6 определяется шириной переходной зоны. Оптимальное значение ширины переходной зоны составляет 40 мкм, при которой максимальная прочность $\sigma_b = 18$ МПа.

Этому значению ширины соответствуют оптимальные значения параметров режима ДСВ:

температура сварки $T_{св} = 673$ К;
сварочное давление $P = 1,5$ МПа;
частота УЗК $f_{узк} = 2$ МГц;
интенсивность УЗК $I_{узк} = 2 \cdot 10^5$ Вт/м²;
время озвучивания УЗК $\tau_{узк} = 600$ с.

Библиографические ссылки

1. Диффузионная сварка материалов / под общ. ред. Н. Ф. Казакова. М. : Машиностроение, 1981. 271 с.
2. Бачин В. А., Квасницкий В. Ф., Котельников Д. И. и др. Теория, технология и оборудование диффузионной сварки / под общ. ред. В. А. Бачина. М. : Машиностроение, 1991. 352 с.

© Лецковник А. В., Сафонова Е. В., 2013

УДК 621.791.4

А. Е. Пестов, А. А. Бобоед
Научный руководитель – С. В. Прокопьев
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПОВЫШЕНИЕ ПРОЧНОСТИ СОЕДИНЕНИЯ ПЬЕЗОКЕРАМИКИ С МЕТАЛЛОМ ПРИ ДИФФУЗИОННОЙ СВАРКЕ

Приведены результаты исследований с целью повышения прочности соединения пьезокерамики с металлами при диффузионной сварке.

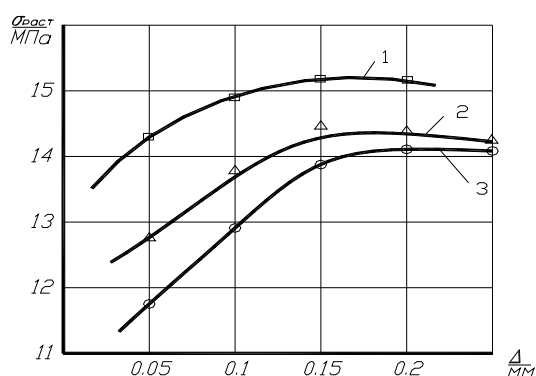
При диффузионной сварке разнородных материалов, имеющих различные коэффициенты температурного расширения прочность сварного соединения на разрыв, как правило ниже, чем в основном материале. Это объясняется наличием остаточных сварочных деформаций в сварной конструкции.

Известны работы [1; 2] по сварке металло-керамических узлов, где с целью повышения прочности соединения изменялась толщина медной проклад-

ки. В этих работах приведены исследования зависимости толщины медной прокладки от давления сварки. При низких давлениях интенсивность деформации металла, а тем более керамики мала. При этом скорость образования физического контакта и активация контактной поверхности керамики также малы. Образование физического контакта и схватывание происходят не на всей площади соединения. С увеличением давления повышение прочности соединения связано с

ростом скорости образования физического контакта и активацией контактных поверхностей. Максимальная прочность на изгиб сварных соединений соответствует давлениям, при которых для каждой исследуемой толщины меди происходит образование полного физического контакта, активация и схватывание по всей контактной поверхности керамики. Максимумы прочности соединения увеличиваются по мере уменьшения толщины медных дисков. Это результат того, что остаточные напряжения в сварных соединениях снижаются.

С целью повышения прочности соединения в экспериментальных исследованиях по диффузионной сварке пьезокерамики с металлом применяли отожженную медь (рис. 1). Повышение прочности в этих соединениях можно объяснить уменьшением релаксационной стойкости меди, а следовательно, уменьшением остаточных напряжений в зоне сварки.



$T = 1103 \text{ K}; P = 7 \text{ МПа}; \tau = 40 \text{ мин}$

Зависимость прочности соединения от толщины и марки металлической прокладки (электрода):

1 – ковар 29НК (обмедненный); 2 – медь М-1 (отожженная); 3 – медь М-1

Применение железосодержащих сплавов, у которых коэффициенты температурного расширения близки к КТЛР керамики, и которые успешно применяются при сварке стекол и алюмооксидной керамики, для сварки пьезокерамики практически непригоден. Проведенные исследования показали, что получить прочность соединения, которое удовлетворяло бы требованиям, предъявляемым к изготовлению пьезокерамических датчиков, недостаточна.

Учитывая проведенные исследования, где установлено, что медь вступает во взаимодействие с элементами пьезокерамики и в результате чего образуется переходная зона, которая определяет прочность сварного соединения – были изготовлены образцы из ковара 29НК на которые в последствии гальваническим путем наносили медь. Толщина медного покрытия на коваре составляла 3...5 мкм.

Зависимость прочности сварного соединения пьезокерамики ЦТСНВ-1 с металлом от толщины электрода и его марки (ковар 29 НК, меди М-1 и отожженной меди М-1) представлена на рис. 1.

Таким образом, исследования показали, что максимальная прочность соединения в пьезопреобразователях достигается при применении в качестве электродов обмедненного ковара и достигает $\approx 16 \text{ МПа}$.

Библиографические ссылки

1. Метелкин И. И., Павлова М. А., Поздеева Н. В. Сварка керамики с металлами. М.: Металлургия, 1977. 160 с.

2. Лямин Я. В., Мусин Р. К. Напряженно-деформированное состояние металлических прокладок при сварке давлением керамических материалов // Сварочное производство. 1999. № 4. С. 3–5.

© Пестов А. Е., Бобоед А. А., 2013

УДК 621.791.4

А. Е. Пестов, Е. В. Сафонова
 Научный руководитель – С. В. Прокопьев
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАЗРАБОТКА ПРОГРЕССИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОАКУСТИЧЕСКИХ ПЬЕЗОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ С ЗАДАНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Представлены результаты разработки технологического процесса изготовления акустических преобразователей диффузионной сварки.

Применение пьезокерамических элементов на основе сегнето- и пьезоматериалов открывает широкие перспективы в различных областях науки и техники. Пьезокерамические элементы – элементы функциональной электроники – используют в радиоэлектронике, устройствах автоматики, вычислительной и измерительной технике. Применение пьезоэлементов эффективно и вместе с тем достаточно просто решает многие проблемы измерения различных физических величин электрической и неэлектрической природы.

Пьезоэлементы широко используют в качестве экономичных преобразователей энергии сигналов.

Широко применяемые в настоящее время методы соединения металлов с пьезокерамикой пайкой и склеиванием не удовлетворяют требованиям, предъявляемым к пьезопреобразователям.

В последние годы для соединения пьезокерамики с металлами стали успешно применять способ диффузионной сварки в вакууме [1].

В настоящее время пьезоэлектрические датчики

в основном изготавливают склеиванием. Проводимые в последние годы исследования и разработки по диффузионной сварке пьезокерамики с металлами относятся в основном к так называемым «сегнетожестким» составом пьезокерамик (ЦТС-19, ТБ-3 и т. д.). Эти типы пьезокерамики обладают невысокими пьезоэлектрическими характеристиками, но довольно высокой прочностью на разрыв. Исследования по сварке «сегнетомягкой» пьезокерамики и пьезокерамики с промежуточными свойствами почти полностью отсутствуют (такой как ЦТБС-3).

Цель данной работы – разработка технологии изготовления электроакустических пьезопреобразователей с заданными свойствами.

Для изготовления пьезоэлектрического датчика стержневого типа использовалась пьезокерамика ЦТБС-3, которая сваривалась с электродом из кобальта 29НК на поверхность которого предварительно наносился слой меди. Сварку образцов-имитаторов проводили на установке СДВУ-50 с радиационным нагревом в графитовом приспособлении.

На прочность соединения и пьезоэлектрические характеристики, при диффузионной сварке, в основном большое значение оказывают следующие параметры: скорость нагрева, скорость охлаждения, температура сварки (Т), давление сварки (Р) и изотермическая выдержка (τ). На основании ранее проведенных исследований были выбраны режимы скорости нагрева и охлаждения, они соответственно имели значение 15–20 град/мин и 3–5 град/мин. Значения для Т, Р и τ были выбраны в виде интервалов (Т = 1033–1113 К; Р = 4–8 МПа; τ = 10–50 мин) и в дальнейшем исследовалось их влияние на прочностные и пьезоэлектрические характеристики.

Верхний предел температуры ограничивается нарушением стехиометрического состава и разрушением пьезокерамики даже при незначительных давлениях, а нижний, недостаточностью активации свариваемых поверхностей.

Давление выбирали в соответствии с прочностью керамики в интервале от 4 до 7 МПа. Несмотря на то что, пьезокерамика при нормальной температуре имеет довольно высокий предел механической прочности при сжатии (от 249 до 345 МПа), при нагреве до температуры сварки прочность резко падает и не превышает 8...10 МПа. Таким образом давление 7 МПа ведет к охрупчиванию пьезокерамики и значительному уменьшению прочности соединения. Давление ниже 4 МПа не обеспечивает надежный физический контакт соединяемых поверхностей.

Время изотермической выдержки изменяли в диапазоне от 20 до 40 мин. При уменьшении выдержки менее 20 мин. происходит значительное уменьшение прочности соединения из-за неполного деформирования диффузионного соединения, а увеличение более 40 мин. приводит к повышенной сублимации свинца на боковых поверхностях пьезокерамики, а также нецелесообразно с экономической точки зрения.

Проанализировав результаты проведенных экспериментов (см. рисунок), были определены оптимальные режимы сварки – это $T = 1083 \pm 5$ К, $P = 6,5 \pm 0,5$ МПа и $\tau = 35 \pm 3$ мин. Сваренные и испытанные на данных режимах образцы по прочности и пьезоэлектрическим характеристикам идентичны расчетным характеристикам.

По результатам проведенных работ можно сделать следующие выводы:

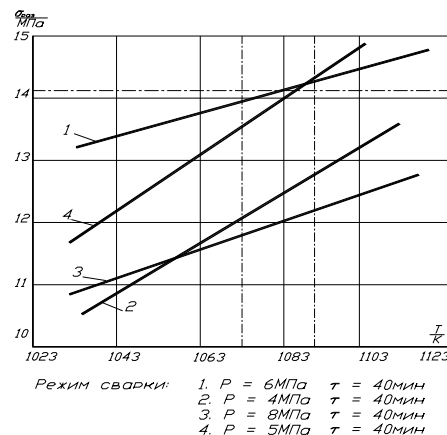
1. Разработан и экспериментально исследован способ изготовления пьезоэлектрических преобразователей из «сегнетомягкой» пьезокерамики с применением диффузионной сварки способный получать изделие с заданными свойствами.
2. Разработана методика проведения эксперимента.
3. Изучено влияние технологических параметров процесса на прочностные и пьезоэлектрические характеристики пьезопреобразователей.

4. Определены оптимальные режимы сварки пьезопреобразователей:

Сварка на этих режимах позволяет получить прочность соединения на разрыв не менее 14 МПа.

5. Разработан технологический процесс диффузионной сварки пьезокерамики ЦТБС-3 с кобальтом 29НК, который позволил:

- повысить качество соединения пьезокерамики с электродом;
- исключить применение токсичных клеев;
- получить датчики с требуемыми физическими и механическими свойствами



Зависимость прочности сварного соединения от режимов сварки

Библиографическая ссылка

1. Бачин В. А. Диффузионная сварка стекла и керамики с металлами. М. : Машиностроение, 1986. 184 с.

© Пестов А. Е., Сафонова Е. В., 2013

УДК 621.791.722

А. А. Трошин, А. С. Мухин, М. В. Шепелевич
 Научный руководитель – Н. В. Успенский
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОСОБЕННОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ СВАРКИ

Рассмотрены особенности, возможности и преимущества технологии ЭЛС по сравнению с традиционными видами сварки.

Электронно-лучевая сварка (ЭЛС) относится к методам сварки высококонцентрированными источниками энергии и обладает широкими технологическими возможностями, позволяя соединять за один проход металлы и сплавы толщиной от 0,1 мм до 400 мм. ЭЛС в вакуумных камерах выполняется преимущественно при давлении остаточных газов порядка 10^{-2} Па. Благодаря этому ЭЛС оказалась эффективной для соединения деталей из любых металлических материалов особенно сплавов на основе химически активных металлов, таких как алюминий, титан и тугоплавкие элементы. При этом обеспечиваются максимальная пластичность и вязкость сварных соединений. Наиболее перспективным является соединение деталей из термически упрочненных материалов, когда затруднена или не возможна последующая обработка. Максимальная пластичность и вязкость соединений, минимальные сварочные деформации позволяют также успешно использовать ЭЛС при изготовлении изделий после завершающей механической обработки.

Источник нагрева в виде пучка электронов сосредоточен на малом пятне диаметром в десятые и даже сотые доли миллиметра. При мощности пучка в десятки киловатт плотность энергии в нем превышает плотность энергии электрической сварочной дуги на два – пять порядков (от 10^5 до 10^9 Вт/см²). Такая концентрация энергии, достигаемая при специальной фокусировке пучка в сварочных электронных пушках, делает возможным сварку с недостижимым для электродуговых методов отношением глубины к ширине проплавления (до 50:1). Погонная энергия при ЭЛС не превышает 20 % от аналогичного показателя при дуговой сварке. Узкий шов, параллельность его границ и малая протяженность ЗТВ обуславливают незначительные линейные и угловые деформации свариваемых изделий. Практически отсутствие коробления является выдающимся критерием ЭЛС. Это позволяет применять более простые сборочно-сварочные приспособления, не требует больших усилий зажатия соединяемых деталей, а также последующей механической обработки. Погонная энергия, поперечная усадка и угловые деформации при ЭЛС лежат существенно ниже показателей для лазерной сварки. Глубокое проплавление металла при низких значениях погонной энергии ЭЛС приводит к повышенной скорости кристаллизации малой по объему сварочной ванны, благодаря чему измельчается структура сварного шва. Размеры, конфигурация и качество формирования швов при ЭЛС определяется устойчивостью, формой и размерами парового канала сварочной ванны, которые в свою очередь зависят от

мощности, эффективного радиуса, угла сходимости луча, положения фокального пятна луча, пространственного положения стыка, теплофизических свойств металла и скорости сварки.

Электронный луч (ЭЛ) является практически безинерционным источником тепловой энергии. Возможность тонкой регулировки мощности, фокусировки и положения луча на поверхности изделия позволяет широко использовать системы управления лучом и программирования режимов сварки. Сварку можно вести отдельными импульсами с различной скважностью. А также сканируя луч вдоль и (или) поперек стыка, что позволяет сваривать с наименьшими производственными затратами крупные серии однотипных деталей. Спектр ЭЛС распространяется от деталей, изготавливаемых из фольги, до деталей толщиной более 100 мм, соединяемых за один проход, от деталей микромеханики до сегментов корпусов самолетов и подводных лодок, от отдельных частей космических аппаратов до крупных серий в электро-и автомобилестроении.

Электронно-лучевым способом можно сварить соединения тех же типов, что и дуговой сваркой: стыковые, нахлесточные, по отбортованным кромкам. Однако ЭЛС позволяют выполнять соединения принципиально новых видов, например, соединения элементов конструкций, расположенных на разной высоте, прорезными швами. С помощью ЭЛ можно производить сварку в труднодоступных местах и в узких раздельках – щелях, можно также выполнять соединение обечаек внедренным лучом через ребро жесткости.

В ряде случаев, например, при сварке элементов из весьма тонкого металла или металлов, имеющих низкую температуру плавления и легко испаряющихся (магний, алюминий), необходимо использовать импульсный режим. Такая сварка импульсно-модулированным пучком производится с помощью специальных автоматических прерывателей при частоте до 300 имп/с и продолжительностью импульса 0,01–0,00005 с.

В целом при конструировании и выборе способа сварки изделий следует учитывать следующие преимущества ЭЛС, по сравнению, с другими способами сварки плавлением:

- широкий диапазон толщин свариваемых деталей – от долей миллиметра до 100 мм и более;
- возможность получения узких швов с глубоким проплавлением;
- возможность регулирования отношения глубины проплавления к ширине шва;
- уменьшение роста зерна в шве и ЗТВ сварки;

- небольшие линейные размеры ЗТБ;
- большие скорости нагрева и охлаждения металла в вакууме, что позволяет получать максимальную степень чистоты и высокие физико-химические свойства соединения;
- резкое снижение величины деформаций сварных конструкций;
- возможность сварки соединений различных типов, в том числе принципиально новых, не выполнимых известными способами сварки плавлением;
- высокая производительность и экономичность;

- универсальность аппаратуры, позволяющая сваривать детали разных толщин;
- наличие предпосылок для комплексной автоматизации процесса.

ЭЛ наряду со сваркой может быть использован для локальной термообработки сварных соединений, наплавки, напыления, перфорации, изготовления пазов (в металлах и сверхтвердых материалах), контурной резки тонкостенных элементов, гравирования.

© Трошин А. А., Мухин А. С.,
Шепелевич М. В., 2013

УДК 621.791.722

А. А. Трошин, М. В. Шепелевич
Научный руководитель – Н. В. Успенский
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ ПРИ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ СВАРКЕ

Рассмотрены причины возникновения специфических – корневых дефектов при ЭЛС алюминиевых сплавов, предложен способ их предотвращения.

Качество шва при ЭЛС, как и при любом способе сварки плавлением, определяется совокупностью технологических и энергетических параметров процесса. Поддержание на требуемом уровне энергетических параметров процесса сварки обеспечивает при неизменных технологических условиях постоянство эксплуатационных параметров сварного соединения, геометрических размеров, структурных, прочностных и других показателей. Однако, возможность формирования проплавления уникальной «кинжальной» формы с минимальной металлоемкостью ванны вступает в противоречие с достижением стабильных эксплуатационных параметров сварного соединения, как для одного, так и для многих швов. Нарушение оптимального режима ЭЛС зачастую ведет к появлению в швах дефектов, причем даже на хорошо свариваемых материалах. Они встречаются при любых способах сварки плавлением и хорошо известны: непровары, подрезы, провисание шва, а также повышенное разбрызгивание. Однако возникают и другие, специфические дефекты: корневые дефекты, протяженные полости в объеме шва, «срединные» трещины и отклонения шва от стыка из-за остаточных или наведенных магнитных полей. Корневые дефекты шва – наиболее распространенный вид дефектов, они могут иметь место при сварке любых материалов обычно в режиме несквозного проплавления в любом пространственном положении.

Трудноуправляемым в настоящее время дефектом при ЭЛС толщин более 10 мм является корневой дефект, который формируется в корне шва как пустоты различной абстрактной формы. При рентген – контроле данный дефект смотрится как цепь пор различной формы с наложением и соприкосновением. Это явление не имеет ничего общего с привычным нам

порообразованием и зависит только от распределения энергии в пятне нагрева. Некачественное формирование луча с искаженным пятном нагрева, как правило, приводит к формированию корневого дефекта и чем хуже пятно нагрева, тем меньше свариваемая толщина, которая поражается данным дефектом. Сварка толщин свыше 12 мм не гарантируется от поражения этим дефектом различной интенсивности. Для устранения этого дефекта необходимо управлять законом распределения энергии в пятне нагрева луча и формировать форму шва таким образом, чтобы в корне шва было притупление с радиусом не менее 1...2 мм., правильное перемешивание жидкой фазы шва как по вертикали, так и по горизонтали.

Предварительные исследования по использованию этих технологических возможностей выявили перспективность новых траекторий сканирования в целях усовершенствования технологии электронно-лучевой сварки, повышения качества сварных соединений.

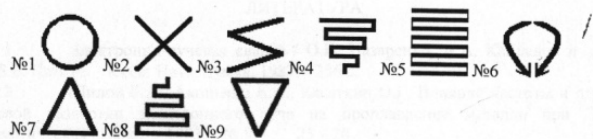
Экспериментальные исследования проводились на электронно-лучевой установке ЭЛУ – 5 с электронно-лучевым оборудованием и пушкой КЭП – 2 с таблеткой Ø4,7 мм. Сварка проводилась на кольцевых образцах Ø 300 мм толщиной 27 мм из материала АМг-6-НН. Скорость сварки – 30 м/час.

Целью экспериментальных исследований являлось изучение влияния различных форм распределения энергии по пятну на процесс формирования сварного шва и его характеристики.

Качество сварных соединений оценивалось по результатам рентгеновского контроля сварных соединений, микрошлифам поперечного и продольного разреза сварных соединений.

Для управления распределением энергии электронного пучка по пятну нагрева было запрограмми-

ровано 9 различных траекторий сканирования электронного пучка. Номера сканирований соответствуют следующим изображениям:



При этом можно было изменять и контролировать амплитуды сканирования по «х» и по «у», частоту сканирования, расфокусировку пучка по каналу точной фокусировки.

Сварку проводили при ускоряющем напряжении $U = 25$ кВ, токах электронного пучка $I_n = 100, 150, 200, 250$ мА.

Для исключения влияния нагрева образца на формирование сварного соединения очередную сварку проводили на охлажденном образце. Было сварено более 200 образцов.

Анализ проведенных исследований показал, что наилучшие результаты были получены при сканировании № 5. Эта форма сканирования позволяет полу-

чать форму сварных швов близкую к прямоугольной с почти параллельными стенками, при этом снижаются напряжения и деформация в сварных соединениях. Радиус округления при этом составляет $1 \div 2$ мм. В сварных швах полностью отсутствуют корневые дефекты, снижена пористость, что подтверждено результатами рентгеноконтроля сварных швов. Продольные разрезы сварных швов показали, что процессы формирования сварного шва протекают более стабильно. В $2 \div 3$ раза по сравнению с традиционной технологией уменьшилась нестабильность глубины проплавления, проявляющаяся в виде колебаний проплавления в корне шва.

Разработанная технология и оборудование было успешно внедрено на ОАО «Красмаш» г. Красноярск. Промышленная эксплуатация данного оборудования подтвердила правильность выбранных технических и технологических решений – были полностью исключены корневые дефекты, снизилась пористость в сварных соединениях, повысилось качество выпускаемых изделий.

© Трошин А. А., Шепелевич М. В., 2013

УДК 621.791.763

М. И. Шпигоревская, М. М. Царегородцева
 Научный руководитель – С. Н. Козловский
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОЦЕССА ТОЧЕЧНОЙ СВАРКИ ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ

Разработаны методики, основанные на измерении критических значений диаметра ядра или параметров режима сварки, которые позволяют комплексно оценить устойчивость процесса контактной точечной сварки против образования выплесков и непроваров, и тем самым позволяет уменьшить трудоемкость настройки параметров режима сварки, а также их контроль в ходе технологического процесса сварки и, в конечном итоге, повысить качество точечных сварных соединений.

При точечной контактной сварке (ТКС) параметры факторов, влияющих на процесс формирование соединения, непрерывно изменяются. Для их изменений характерны как случайные, разовые отклонения, так и закономерные. Например, к случайным изменениям параметров ТКС можно отнести отклонения электрических сопротивлений холодных контактов и зоны сварки в целом, силы сварочного тока из-за колебаний напряжения в сети, усилия сжатия деталей и др. Изменения же в процессе ТКС площадей рабочих поверхностей электродов из-за их износа при сварке сталей, электрического сопротивления контактов деталь-электрод из-за загрязнения рабочих поверхностей последних при сварке легких сплавов имеют вполне определенные закономерности. Поэтому, для предотвращения образования непроваров и выплесков важно не только правильно выбрать параметры режимов сварки, но и иметь возможность оперативно оценивать устойчивость процесса сварки, корректировать его параметры при практическом осуществлении тех-

нологии сварки конкретных изделий. Поэтому, для практики сварки важно иметь простые и надежные методики оценки устойчивости процессов ТКС, способы их корректирования, желательно в автоматическом режиме, которые бы позволили решать эти задачи.

Под понятием «устойчивость процесса ТКС» подразумевается допустимый диапазон возможных случайных отклонений параметров режима, а также других факторов процесса сварки до образования двух наиболее опасных дефектов точечных соединений – непровара или конечного внутреннего выплеска. Склонность процесса ТКС к появлению выплеска наиболее часто оценивают по величине «критического диаметра ядра – $d_{кр}$ » — диаметра ядра при котором возникает выплеск, а также по коэффициенту k_B устойчивости процесса ТКС против выплесков $k_B = d_{кр}/d_M$, где d_M – минимально допустимый диаметр ядра по ГОСТ 15878–79 [1]. Однако, практические определения коэффициента k_B показывают, что его значения не всегда корректны.

Разработана методика оценки устойчивости процесса ТКС, которая позволяет по измеренным значениям критического и номинального диаметров ядра оценить устойчивость процесса сварки не только против выплесков, но и против непроваров. Ведь по существу как критический $d_{кр}$, так и минимально допустимый d_M диаметры ядра, меньше которого уже частичный непровар, относительно номинального его диаметра d_0 оба являются критическими: первый – с точки зрения образования выплесков, второй – непроваров. Разности $(d_{кр} - d_0)$ и $(d_0 - d_M)$ показывают значения диапазонов допустимых отклонений реально полученных номинальных диаметров ядра d_0 до образования выплеска и непровара.

Для практических сравнений между собой устойчивости разных процессов сварки диапазоны возможных отклонений диаметров ядра удобнее выражать в относительных единицах, в частности, в процентах от номинального значения диаметра ядра

$$k_{вд} = \left(\frac{d_{кр}}{d_0} - 1 \right) \cdot 100\%, \quad k_{нд} = \left(1 - \frac{d_M}{d_0} \right) \cdot 100\%, \quad (1)$$

где $k_{вд}$, $k_{нд}$ — коэффициенты устойчивости процесса ТКС против образования, соответственно, выплесков и непроваров, определенные по значениям $d_{кр}$.

Однако следует отметить, что описанная выше методика оценки устойчивости процесса ТКС по критическим значениям диаметра ядра весьма трудоемка и не оперативна.

Этот недостаток в какой-то степени можно устранить, если при оценке устойчивости процессов ТКС воспользоваться их подобием и монотонностью. В этом случае в методиках оценки устойчивости процессов ТКС представляется возможным использовать не сами измеренные значения диаметров ядра, а параметры режима, имеющие с ними достаточно высокую степень корреляции. Таким образом, наличие зависимости между размерами ядра и параметрами режимов сварки позволяет при оценке устойчивости процесса ТКС не производить весьма трудоемкие операции измерения получаемых $d_{кр}$, а вместо них относительно легко измерять параметры режимов сварки. К таким параметрам режимов в первую очередь следует отнести силу сварочного тока $I_{св}$.

Зависимости для определения коэффициентов устойчивости против выплесков $k_{вд}$ и непроваров $k_{нд}$ по критическим значениям силы сварочного тока $I_{св}$ имеют вид:

$$K_{вд} = \left[\left(\frac{I_{кр}}{I_0} \right)^n - 1 \right] \cdot 100\%,$$

$$K_{нд} = \left[1 - \left(\frac{I_m}{I_0} \right)^n \right] \cdot 100\%, \quad (2)$$

где n — коэффициент аппроксимации зависимости диаметра ядра от сварочного тока, который для легких сплавов равен 1,15...1,25, для высоколегированных сталей — 0,85...0,95 и для низкоуглеродистых сталей — 0,6...0,7.

На практике значения коэффициентов рассчитанные по зависимостям (1) и (2) несколько различаются между собой и отличаются от реальных их значений. Это обусловлено как естественными случайными отклонениями измеренных параметров, так и определенной степенью неадекватности элементарных аппроксимирующих функций) реальным значениям описываемых параметров. Результаты определения коэффициентов устойчивости по описанным методикам, показывают, что их значения близки и комплексно характеризуют этот показатель процесса. При конечном выборе методики, по-видимому, следует учитывать возможности более точного и менее трудоемкого измерения критического диаметра ядра, тока, времени сварки или усилия сжатия электродов в конкретных условиях производства, а также соответствие их расчетных и истинных значений.

Таким образом, данные методики, основанные на измерении критических значения диаметра ядра или параметров режима сварки, позволяют комплексно оценить устойчивость процесса контактной точечной сварки против образования выплесков и непроваров, а предложенные зависимости — выразить это количественно.

Использование на практике методик комплексной оценки устойчивости процесса против выплесков и непроваров позволяет уменьшить трудоемкость настройки параметров режима сварки, а также их контроля в ходе технологического процесса и, в конечном итоге, повысить качество соединений.

Библиографические ссылки

1. Орлов Б. Д., Чакалев А. А., Дмитриев Ю. В. и др. *Технология и оборудование контактной сварки / под ред. Б. Д. Орлова. М. : Машиностроение, 1986. 352 с.*

© Шпигоревская М. И., Царегородцева М. М., 2013

УДК 621.791.763

М. И. Шпигоревская, В. А. Шахматова
 Научный руководитель – С. Н. Козловский
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ТОЧЕЧНОЙ СВАРКИ НА ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ КОНЕЧНОГО ВЫПЛЕСКА

Проведенные исследования позволили дополнить технологию КТС мероприятиями, повышающими устойчивость процесса КТС против образования конечных выплесков. В их основе лежит увеличение деформационной подвижности пояска и уменьшение влияния усилия сжатия электродов на величину давления расплавленного металла в ядре.

Выплески – это выброс части расплавленного металла из зоны сварки. По времени образования выплески обычно разделяют на **начальные**, которые образуются в начале процесса сварки, и **конечные**, которые образуются после появления расплавленного металла в свариваемом контакте.

Конечные внутренние выплески до сих пор являются проблемой при разработке технологий КТС и практической сварке, так как существующие технологии традиционных способов точечной сварки не гарантируют отсутствие этого дефекта, несмотря на то, что причины их образования рассматриваются в большом количестве исследовательских работ. Это особенно неприятно при изготовлении узлов изделий ответственного назначения.

Поэтому в данной работе были проведены исследования влияния технологических факторов на процесс образования внутренних конечных выплесков.

Образование конечного выплеска часто объясняют отклонением усилия сжатия электродов $F_{Эт}$ во время импульса тока от установившихся его значений до начала импульса тока, которые происходят из-за инерционности подвижных частей приводов сварочных машин и сил трения в них.

Проведенные исследования показали (рис. 1), что, отклонением усилия сжатия электродов $F_{Эт}$ во время импульса тока не могут существенно влиять на устойчивость процесса КТС против образования конечных выплесков. Так, при КТС на режимах близких к оптимальным, в первой половине процесса нагрева $F_{Эт}$ увеличивается всего на 2...7 %, а во второй — уменьшаются на 1...5 % по сравнению с его величиной до начала импульса тока.

Таким образом, даже предельные динамические отклонения $F_{Эт}$ на +7...-5 % не могут являться основной причиной образования выплесков, поскольку сварочное усилие сжатия электродов в технологии КТС задают на 15...25 % больше некоторой его величины, называемой критической, при которой выплески образуются регулярно.

При сварке на режимах, близких к оптимальным, образование выплесков носит случайный характер, поскольку являются следствием неблагоприятного сочетания нескольких возмущающих факторов процесса КТС. Вместе с тем, в зависимости склонности процесса сварки к образованию выплесков, а также момента их образования, от изменений сварочного тока $I_{СВ}$ и усилия сжатия электродов $F_{Эт}$ просматривается вполне

определенные закономерности. Так, увеличение $I_{СВ}$ (рис. 2, а и б), смещают момент образования выплеска к началу процесса КТС. Аналогично на момент образования выплесков влияет и уменьшение усилия сжатия электродов. При некоторых сочетаниях $I_{СВ}$ и $F_{Эт}$ конечные выплески могут образовываться почти сразу после начала плавления металла (рис. 2, б).

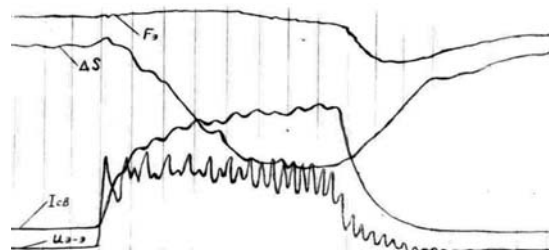


Рис. 1. Изменение сварочного тока $I_{СВ}$, напряжения на участке электрод – электрод $U_{ЭЭ}$, усилия сжатия электродов $F_{Эт}$ и осевого перемещения верхнего электрода ΔS в процессе точечной сварки без выплесков: АМг6, 1,5 + 1,5 мм, $F_{Эт} = 6,2$ кН, $t_{СВ} = 0,08$ с

Такое влияние отклонений сварочного тока $I_{СВ}$ и усилия сжатия электродов $F_{Эт}$ на устойчивость процесса против образования выплесков является типичным для процессов точечной сварки деталей любых толщин из всех конструкционных сталей и сплавов. Это является следствием того, что увеличение сварочного тока $I_{СВ}$ и уменьшение усилия сжатия электродов $F_{Эт}$ однозначно приводят к повышению жесткости режимов сварки.

В результате проведенных исследований получило подтверждение и мнение о том, что образование выплеска не связано с шириной уплотняющего пояска. В частности свидетельством того, что возникновение выплеска не определяется сопротивлением уплотняющего пояска против его «прорыва» (его прочностью), как это считалось ранее, является, например, образование выплесков и при ширине уплотняющего пояска $b_{П} \approx 2,25s$, где s – толщина деталей, а также их отсутствие при $b_{П} \approx 0,2s$. Подтверждением того, что образование таких выплесков в основном происходит путем раскрытия зазора давлением расплавленного металла в ядре подтверждается и одновременным его выбросом по всему контуру уплотняющего пояска.

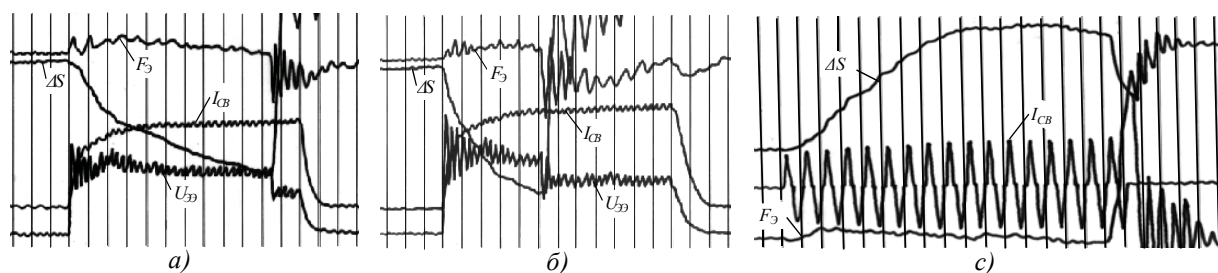


Рис. 2. Моменты образования выплесков при сварке деталей из сплава АМг6, 2 + 2 мм, $F_{CB} = 7,0$ кН, $t_{CB} = 0,12$ с (а, б) и стали 12Х18Н10Т, 1,5 + 1,5 мм, $I_{CB} = 6,8$ кА, $F_{CB} = 6,2$ кН, $t_{CB} = 0,34$ с (с):
а – $I_{CB} = 37$ кА; б – $I_{CB} = 45$ кА

Таким образом, можно считать достаточно обоснованным то, что конечный выплеск происходит вследствие раскрытия пояска давлением расплавленного металла в ядре при отклонения параметров термодформационных процессов от оптимальных их значений.

Основные технологические рекомендации по уменьшению склонности процесса к образованию конечных выплесков заключаются в следующем:

1) конечный диаметр ядра $d_{я}$ не должен чрезмерно превышать минимально допускаемых его значений $d_{я\min}$;

2) применять технологические мероприятия, понижающие давление расплавленного металла в ядре, в частности, путем уменьшения сопротивления пластической деформации металла в уплотняющем пояске и его ширины:

- уменьшением жесткости режима сварки;
- использованием предварительного подогрева деталей отдельным или модулированным импульсом тока;
- размещением между деталями пластичных прокладок;
- программированием усилия сжатия электродов во время импульса сварочного тока;

Библиографическая ссылка

1. Орлов Б. Д., Чакалев А. А., Ю. В. Дмитриев и др. *Технология и оборудование контактной сварки / под ред. Б. Д. Орлова. М. : Машиностроение, 1986. 352 с.*

© Шпигоревская М. И., Шахматова В. А., 2013

УДК 669.713.7

А. В. Алексеенко, М. А. Лалетин
Научный руководитель – М. И. Россихина
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева
Аэрокосмический колледж, Красноярск

ПРОБЛЕМА ОБРАБОТКИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Создание новых материалов, а наряду с этим разработки в области технологии изготовления деталей из этих материалов, будут играть ключевую роль в авиационных, космических и ракетных системах будущего, так как ведут к уменьшению массы конструкции, следовательно, к уменьшению объема энергоносителей и стоимости конструкции.

Свою дальнейшую работу мы планируем вести в области создания таблиц режимов резания по обработке некоторых марок композиционных материалов, используемых на базовых предприятиях.

Современный технический прогресс требует от применяемых конструкционных материалов высоких эксплуатационных свойств. На смену традиционным материалам приходят композиционные материалы (КМ).

Композиционный материал – конструкционный (металлический или неметаллический) материал, в котором имеются усиливающие его элементы в виде нитей, волокон или хлопьев более прочного материала.

КМ используется в узлах трения энергетических установок и транспортных машин, для изготовления различных деталей двигателей внутреннего сгорания, для изготовления силовых конструкций летательных аппаратов, искусственных спутников, теплоизолирующих покрытий космических аппаратов.

Процесс механической лезвийной обработки КМ имеет ряд особенностей и в настоящее время практически не изучен:

- отсутствуют методики оценки работоспособности режущего инструмента
- различие процесса резания при обработке вдоль и поперёк армирующих волокон, т.е. анизотропия свойств;
- при износе инструмента происходит расслоение материала, следовательно, сложно получить высокое качество поверхностного слоя;
- перерезание армирующих волокон приводит к разломачиванию поверхностного слоя;
- низкая теплопроводность КМ приводит к перераспределению теплоты при отводе её из зоны резания: большая её часть отводится в инструмент, следовательно стойкость режущего инструмента снижается;
- невозможность применения смазочно – охлаждающих жидкостей, так как большинство КМ обладает высоким влагопоглощением и применение СОЖ ведёт к дополнительной операции – сушке изделия – или вообще недопустимо.

Кроме этого все полученные данные по режимам обработки являются коммерческой тайной предприятия разработчика.

Процесс обработки КМ совершенно отличается от традиционных методов обработки металлов. Основными проблемами при обработке изделий из композиционных материалов являются:

- повышение производительности обработки;
- достижение требуемого качества поверхностного слоя
- обработка резанием конструкций малой жесткости;
- обеспечение стружкодробления;
- увеличение периода стойкости режущего инструмента.

Нами были изучены и проанализированы следующие методы обработки КМ резанием.

1. Метод обработки резанием с технологическим наполнителем, применительно к нежестким конструкциям из КМ.

2. Частным случаем этого метода является способ резания с заморозкой. Каркас в этом случае пропитывается в вакуумной камере водой, замораживается в криостате, заполненным жидким азотом (77 К), после чего в замороженном состоянии подвергается всем необходимым операциям резания.

3. Широколезвийная обработка: использование для удаления припуска с заготовки инструмента с длиной режущей кромки 100–300 мм и более.

4. Метод точения с предразрушением срезаемого слоя: производят предварительное деформирование срезаемого слоя дополнительным механическим устройством, например нагружающим роликом.

5. Способ резания с дополнительным технологическим покрытием: при обработке поверхности заготовки в окончательный размер образовавшийся врс связывают нанесением твердеющего технологического покрытия, которое затем удаляют при втором проходе инструмента в тот же размер.

Исследованные методы механической обработки КМ нетрудоёмкие, их реально внедрить в уже существующее производство без каких либо существенных капиталовложений.

Режимы резания при точении текстолита проходными резцами

Глубина резания t , мм	Скорость резания м/мин, для подачи S , мм/об						
	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50
0,5	1177	1135	1095	1070	1057	1022	999
1,0	730	703	678	663	655	633	620
1,5	550	530	509	499	492	476	465
2,0	450	434	416	408	404	391	381
2,5	382	369	357	345	333	331	325
3,0	–	324	313	305	301	293	286
4,0	–	–	257	252	249	240	235
5,0	–	–	213	208	206	198	195

Свою дальнейшую работу мы планируем вести в области создания таблиц режимов резания по обработке некоторых марок КМ, используемых на базовых предприятиях.

Библиографические ссылки

1. Кулезнев В. Н. Шершнев В. А. Химия и физика полимеров. 2-е изд., перераб. и доп. М.: КолосС, 2007.
2. Ильченко С. И., Гуняев Г. М., Румянцев А. Ф. и др. Изостатическое формование полимерных композиционных материалов // *Авиационные материалы и технологии*. М.: ВИАМ, 2002.

3. Батаев А. А., Батаев В. А. *Композиционные материалы: строение, получение, применение*: учебник. Новосибирск: Изд. НГТУ, 2002.

4. URL: <http://hccomposite.com/sectors/126/>.
5. URL: <http://www.rusnanonet.ru/news/61113/>.
6. URL: <http://www.aero-knowledge.com/>.
7. URL: http://www.ximicat.com/ebook.php?file=simamura_teh.djvu&page=33.

© Алексеенко А. В., Лалетин М. А., 2013

УДК 537.86

А. О. Афонин¹, А. В. Угрюмов¹

Научный руководитель – А. А. Лексиков²

¹Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

²Институт физики имени Л. В. Киренского СО РАН, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МИКРОПОЛОСКОВЫХ РЕЗОНАТОРОВ ПРИ КРИОГЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

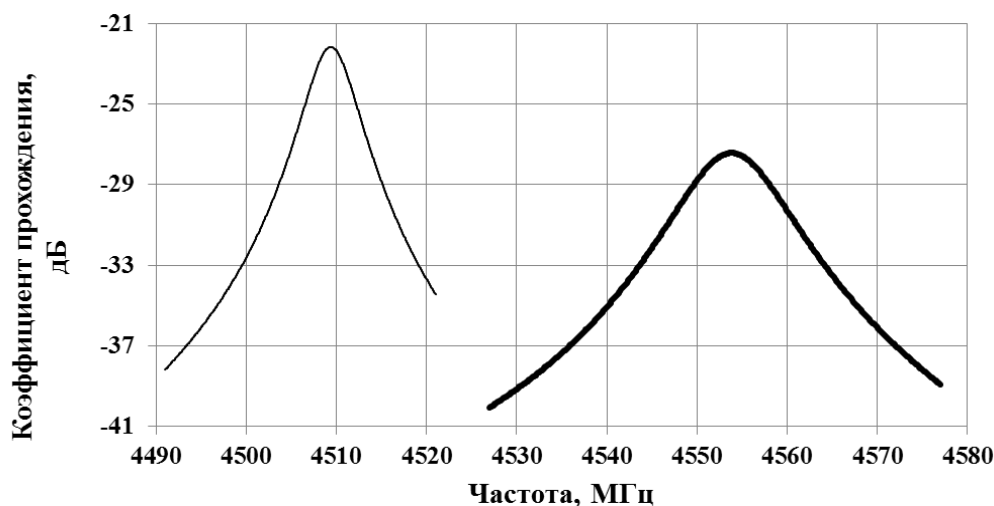
Исследовано влияние криогенных температур на свойства микрополосковых резонаторов (МПП). Установлено, что такое понижение температуры приводит к значительному увеличению собственной добротности и заметному изменению резонансной частоты МПП. Многократное термоциклирование не приводит к механическому разрушению МПП и изменению его свойств.

Микрополосковые резонаторы (МПП) – одни из наиболее универсальных и широко распространённых элементов, применяемых при реализации различных СВЧ устройств. Особенно часто они используются для реализации на их основе фильтров в радиоприёмных и радиопередающих устройствах. Они миниатюрны и имеют малый вес [1].

Важным свойством фильтров является их избирательность (селективность). Для повышения селективности увеличивают число резонаторов в фильтре, однако при этом существенно возрастают потери в полосе пропускания вследствие сравнительно невысокой собственной добротности МПП [2]. Для уменьшения потерь используют МПП на основе ВТСП пленок [3], но они дороги, а фильтры на их основе очень

сложны в настройке. Поэтому для повышения собственной добротности МПП с полосковыми проводниками из меди следует понизить температуру фильтра, например, до температуры жидкого азота, при этом еще существенно понизятся тепловые шумы фильтра, что является важным фактором при использовании его во входных цепях приемной системы.

Целью работы является разработка и изготовление микрополосковых резонаторов на подложке из RT/duroid5880 (МПП-1 и МПП-2) и поликора (МПП-3 и МПП-4), исследование их свойств (собственной добротности и резонансной частоты) при комнатной температуре и температуре жидкого азота, а также их «живучесть» при многократном термоциклировании.



Экспериментально полученные АЧХ МПР-1 ($f_0 = 4553$ МГц) при комнатной температуре (толстая линия) и температуре жидкого азота (тонкая линия)

Собственные добротности и резонансные частоты всех МПР при комнатной температуре и температуре жидкого азота

	МПР-1	МПР-2	МПР-3	МПР-4
f_0 при комнатной температуре, МГц	4 553	9 129	4 552	9 176
f_0 при температуре жидкого азота, МГц	4 509	9 053	4 604	9 301
Q_0 при комнатной температуре	350,54	425,27	362,54	430,25
Q_0 при температуре жидкого азота	771,46	941,09	860,55	638,53

Моделирование МПР осуществлялось в программном продукте AWR DESIGN ENVIRONMENT 2009 (AWRDE 2009). После изготовления МПР экспериментальное исследование их АЧХ проводилось с использованием векторного анализатора цепей фирмы ROLDE&SCHWARZ, при этом МПР включались в измерительный тракт «на проход» со слабой связью. В качестве иллюстрации на рисунке представлены измеренные АЧХ МПР-1 при комнатной температуре и температуре жидкого азота.

Остальные МПР вели себя подобным образом, отличие состояло в том, что у МПР на подложке из поликора собственная резонансная частота увеличивалась при понижении температуры. В табл. 1 приведены значения собственной добротности Q_0 и резонансной частоты f_0 всех МПР при комнатной температуре и температуре жидкого азота.

Анализ результатов, полученных экспериментально и численным моделированием, показал, что, как и следовало ожидать, охлаждение МПР до криогенных температур приводит к существенному увеличению их собственной добротности. Это связано

как с уменьшением джоулевых потерь в полосковых проводниках, так и с уменьшением $tg\delta$ подложки. Так же имеется изменение собственной частоты МПР из-за изменения диэлектрической проницаемости материала подложки. Многократное термоциклирование не привело к разрушению и изменению свойств МПР.

Библиографические ссылки

1. Беляев Б. А. и др. Исследование микрополосковых резонаторов и устройств СВЧ на их основе. Ч. I // Препринт № 415Ф ИФ СО АН СССР, Красноярск. 1987. 55 с.
2. Тюрнев В. В. Теория цепей СВЧ : учеб. пособие. Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2003. 194 с.
3. Вендик И. Б. и др. Полосно-пропускающие микрополосковые фильтры на пленках высокотемпературного сверхпроводника // ПЖТФ. СПб. : Наука. 1998. Т. 24. № 24. С. 50–54.

© Афонин А. О., Угрюмов А. В., 2013

УДК 623.273

Н. М. Ерзунова
 Научные руководители – В. С. Жигалов, В. Г. Мягков
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА МАГНИТНОЙ ПЛЕНКИ Fe_5Si_3

Исследовались магнитные и структурные свойства сплавов в системе элементов Fe-Si, а также магнитные пленки, полученные методом термического испарения на вакуумной установке. Было установлено, что сплав с концентрацией 36 ат. % Si соответствует молекулярной формуле Fe_5Si_3 , является ферромагнитным, а тонкая пленка, изготовленная из него, формируется в фазе Fe_5Si_3 и является ферромагнитной со страйповой доменной структурой.

В настоящее время большой интерес вызывают материалы, сочетающие в себе полупроводниковые и магнитные свойства, в которых могут быть реализованы идеи спиновой электроники (спинтроники). Широко известными и распространенными спинтронными устройствами являются накопители памяти и другие изделия, активно используемые в современной технике

Исследования пленок системы Fe-Si, с точки зрения практики, продолжают вызывать интерес, так как Fe является магнитным элементом, а Si – полупроводником, а пленки сплавов и соединений в этой системе являются магнитными полупроводниками, которые в настоящее время еще недостаточно изучены [1].

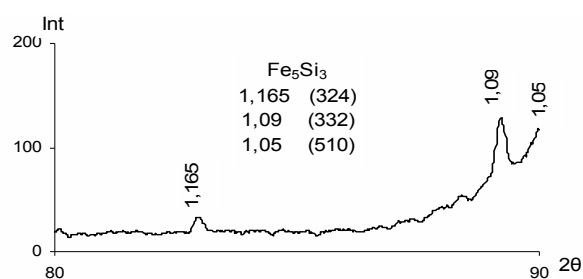
Целью данной работы является, получение сплава FeSi в пленочном состоянии, обладающие ферромагнитными и полупроводниковыми свойствами.

Пленки получались в две стадии: 1. Изготовление сплава системы Fe-Si с содержанием 36 ат. % Si методом сплавления в молибденовом тигле с алундовой вставкой, разогреваемым электронной бомбардировкой. 2. Изготовление пленки на подложках (монокристаллический MgO (200) и стекло) из синтезированного сплава методом вакуумного испарения.

Были исследованы физические свойства полученных пленочных образцов с помощью рентгеновской спектроскопии и измерения магнитных свойств.

Из рентгеновского спектра видно (см. рисунок), что пленка толщиной 120 нм, полученная из сплава с содержанием Si 36 ат. % и фазой Fe_5Si_3 формируется

также в виде того же соединения, является ферромагнитной, имеет страйповую магнитную структуру с коэрцитивной силой порядка 30 Э и полем насыщения ~230 Э.



Рентгеновский спектр пленки Fe_5Si_3

Удельное электросопротивление пленки $6 \cdot 10^{-3}$ Ом·см, что примерно в 30 раз превышает удельное электросопротивление чистого железа.

Авторы благодарят Г.Н. Бондаренко за рентгеновские исследования.

Библиографическая ссылка

1. Курганский С. И. и др. Электронная структура FeSi: физика твердого тела том 44. Вып. 4. Воронежский гос. ун-т, 2002. 52 с.

© Ерзунова Н. М., 2013

УДК 623.273

М. Ю. Есин¹, В. А. Тимофеев²
 Научный руководитель – А. И. Никифоров²
¹Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

²Институт физики полупроводников имени академика А. В. Ржанова СО РАН, Новосибирск

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РОСТА ТВЕРДОГО РАСТВОРА GeSi НА ПОВЕРХНОСТИ Si(001)

Исследован процесс роста твердого раствора GeSi на поверхности Si(001). Показано, что во время роста эпитаксиальной пленки данного состава, поверхности меняется следующим образом: смачивающий слой, hut островки, dome островки и dome островки с дислокациями несоответствия в границе раздела.

Образец получен методом молекулярно-лучевая эпитаксия в сверхвысоком вакууме при давлении 10^{-7} Па. Контролирование структуры и морфологии пленки

осуществлялась с помощью дифракция отражения быстрых электронов (ДОБЭ), толщина слоев измерялась кварцевым датчиком толщины. Источниками

напыления служили электронно-лучевые испарители (ЭЛИ).

Исследования проводились на подложке Si(001). Изначально на поверхности кремния находился химический окисел SiO₂, предназначенный для защиты поверхности от атмосферного загрязнения. Перед осаждением слоев кремневая подложка обезгаживалась при температуре 800 °С для того чтобы десорбировали слои SiO₂.

На рис. 1 представлена схема поперечного сечения полученного образца. Образец состоит из следующих слоев: 1 – подложка Si(001), 2 – буферный слой кремния, 3 – слой Ge_{0,7}Si_{0,3}. Перед ростом слоев проводилась очистка поверхности подложки Si(001), где подложку нагревали до температуры 800 °С. Затем выращивался буферный слой кремния при скорости осаждения 2 Å/с и температуре подложки 700 °С. После роста буферного слоя поверхность становится чистой и атомарно гладкой. Следующим слоем является Ge_{0,7}Si_{0,3}. Слой под номером 3 выращивался при температуре подложки 400 °С и скорости потока Si 0,32 Å/с и скорости потока Ge 0,86 Å/с. Толщина слоя Ge_{0,7}Si_{0,3} равна 150 нм.

В наших исследованиях осаждались слои твердого раствора Ge_{0,7}Si_{0,3}. По картинам ДБЭ, по мере осаждения твердого раствора, мы заметили появление смачивающегося слоя, hut островков и dome островков. Продолжая рост слоя твердого раствора до эффективной толщины 150 нм было замечено по изображению ДБЭ, что после фазы с dome островков образовывалась поверхность, имеющая реконструкцию 2×1 (рис. 2).

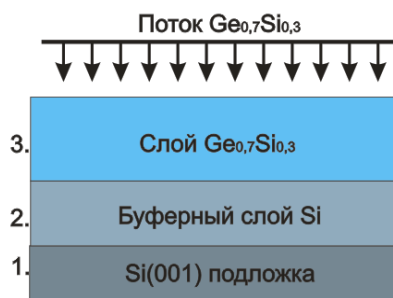


Рис. 1. Схематическая иллюстрация полученных образцов

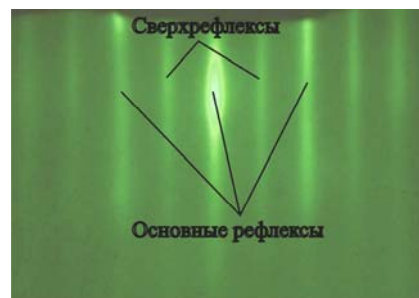


Рис. 2. Картина ДБЭ поверхности слоя Ge_{0,7}Si_{0,3} с толщиной 150 нм

На рис. 3 представлены АСМ изображения поверхности твердого раствора Ge_{0,7}Si_{0,3} с толщиной слоя 150 нм в разных областях сканирования. По АСМ изображениям видно, что поверхность имеет высокую шероховатость.

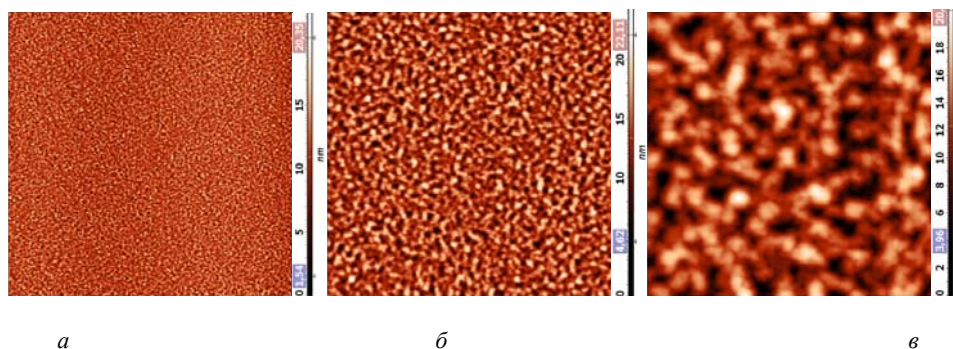


Рис. 3. Изображения АСМ поверхности твердого раствора Ge_{0,7}Si_{0,3} при толщине слоя 150 нм: а – область сканирования 30×30 мкм; б – область сканирования 10×10 мкм; в – область сканирования 3×3 мкм

© Есин М. Ю., Тимофеев В. А., 2013

УДК 623.273

К. К. Комаров
 Научный руководитель – Д. М. Дзедзисашвили
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

**ТРЕХСПИНОВЫЙ ПОЛЯРОН КАК ЭЛЕМЕНТАРНОЕ ВОЗБУЖДЕНИЕ КУПРАТНЫХ
 ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СВЕРХПРОВОДНИКОВ**

Для описания низкоэнергетических свойств купратных ВТСП проведено развитие концепции нелокального трехспинового полярона (НТСП), формируемого в CuO_2 -плоскости в результате сильной обменной связи спиновых моментов легированной дырки и двух ближайших ионов меди. Рассмотрены спектральные свойства изолированного НТСП, и рассчитан г-фактор этой квазичастицы.

За прошедшее время с момента открытия высокотемпературных купратных сверхпроводников, высказано немало предложений о природе фермиевских возбуждений. В настоящее время по этому вопросу имеется несколько точек зрения. В качестве вероятных кандидатов на роль квазичастиц в купратных ВТСП обычно рассматриваются биполароны, спиновые поляроны на основе синглетов Жанга-Райса (СЖР), а также нелокальные трехспиновые поляроны. В силу малости изотопического эффекта в купратах биполароны представляются маловероятными. Подавляющее число теоретических исследований в этой области делается в рамках концепции СЖР или ее упрощений. Значительно меньше исследований посвящено изучению роли НТСП в низкотемпературной физике медно оксидных ВТСП.

Целью данной работы является теоретическое исследование низкотемпературных спектральных свойств купратных ВТСП в рамках концепции формирования нелокального трехспинового полярона в CuO_2 -плоскости.

В работе [1] был предложен реалистичный Гамильтониан описывающий главные особенности кристаллического строения и электронных взаимодействий в CuO_2 -плоскости купратных ВТСП. В рамках этой модели, в работе [2], в качестве квазичастицы, был предложен НТСП, образующийся при учете

сильной обменной связи между спином дырки на ионе кислорода и двумя спинами на ближайших ионах меди (рис. 1).

В рамках модели купратных ВТСП, предложенной в работе [1], нами был выведен эффективный низкоэнергетический гамильтониан в режиме сильных электронных корреляций. При типичных значениях параметров исходной модели самым большим энергетическим параметром эффективного гамильтониана оказался параметр p-d-обменного взаимодействия. Именно это взаимодействие приводит к формированию нелокального трехспинового полярона.

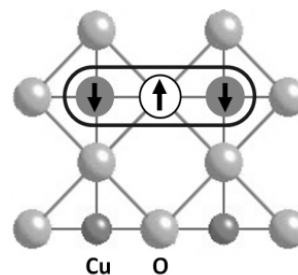


Рис. 1. Нелокальный трехспиновый полярон

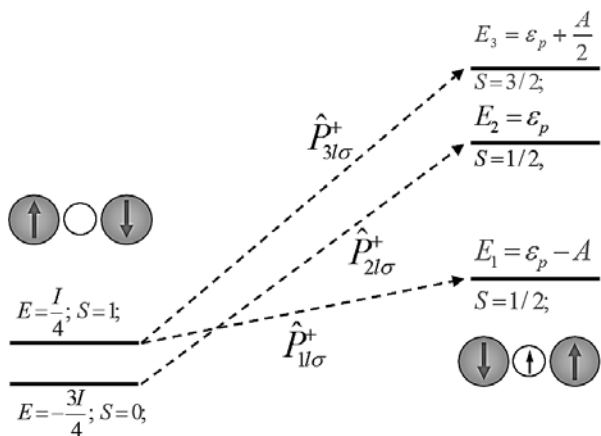


Рис. 2. Спектр НТСП

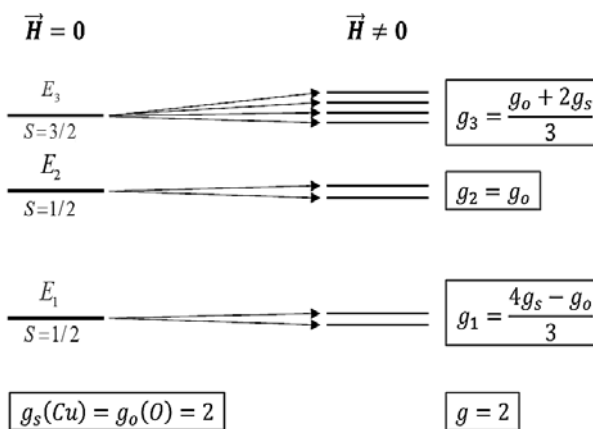


Рис. 3. g-Фактор НТСП

Для начального исследования мы рассмотрели изолированный НТСП, состоящий из двух ионов меди со спином $s = 1/2$ и ионом кислорода между ними. В отсутствие дырки на ионе кислорода имеется четыре состояния для двух ионов меди: одно синглетное и три триплетных. При появлении дырки на ионе кислорода, возникает 8 состояний, которые благодаря р-d-обменному взаимодействию разбиваются на два дублета и один квартет (рис. 2). Все эти состояния есть полярные состояния и рождение дырки на кислороде должно описываться переходом системы в одно из состояний полярнов.

Все эти переходы можно описать математически строго, если ввести операторы рождения изолированного НТСП, удовлетворяющих уравнению движения с гамильтонианом р-d-обменной связи:

$$\hat{P}_{l\sigma}^+ = \left[1 + \frac{4}{3}(\vec{S}_{l1}\vec{S}_{l2}) - \frac{4}{3}2\sigma S_l^z \right] X_l^{\sigma 0} - \frac{4}{3}S_l^{2\sigma} X_l^{\bar{\sigma} 0},$$

$$\hat{P}_{l\sigma}^+ = \left[1 - 4(\vec{S}_{l1}\vec{S}_{l2}) \right] X_l^{\sigma 0},$$

$$\hat{P}_{l\sigma}^+ = \left[1 + \frac{4}{3}(\vec{S}_{l1}\vec{S}_{l2}) + \frac{2}{3}2\sigma S_l^z \right] X_l^{\sigma 0} + \frac{2}{3}S_l^{2\sigma} X_l^{\bar{\sigma} 0}.$$

Из этих выражений явно видно перепутывание спиновых (операторы спина) и зарядовых (операторы Хаббарда) степеней свободы.

В магнитном поле верхний уровень вырожден четырехкратно, а два нижних двухкратно, при включении магнитного поля они расщепляются, расщепление определяется g-фактором (рис. 3). По теории возмущения получаем выражения для g-фактора каждого из этих мультиплетов, через g-факторы исходных состояний на ионах меди и кислорода. Если взять самый простейший случай, когда g-фактор на меди и кислороде равен 2, то получается, g-фактор НТСП равен 2.

Библиографические ссылки

1. V. J. Emery, PRL, v. 58, 2794 (1987).
2. V. J. Emery, G.Reiter, PRB, 38, 4547 (1988).

© Комаров К. К., 2013

УДК 541.124.16 + 662.612

В. А. Коньков¹, В. Г. Мягков^{1,2}, В. С. Жигалов^{1,2}

¹ Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

² Институт физики им. Л. Киренского СО РАН, Красноярск

МАГНИТНЫЕ И СТРУКТУРНЫЕ СВОЙСТВА ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ Fe₃Ge(001) ПЛЕНОК

Представлены экспериментальные исследования твердофазных реакций в пленках Ge/Fe. Первой фазой, формирующейся на интерфейсе Fe/Ge при температуре отжига 300 °С, является фаза β-Fe_{1,6}Ge. При температуре выше 550 °С возникает фаза Fe₃Ge с магнитными характеристиками K₁ = 1,35·10⁵ эрг/см³ и M_S = 1 080 Гс.

Получение материалов, которые одновременно обладают полупроводниковыми и магнитными свойствами, интенсивно исследуются для будущих элементов спинтроники. В настоящее время ферромагнитные полупроводники Fe_xGe_{1-x} привлекают большее внимание, однако, недостаточно экспериментальных данных о магнитных свойствах Fe_xGe_{1-x} [1; 2].

В работе исследуются твердофазные реакции в эпитаксиальных пленках Ge/Fe(001). Исходные пленочные структуры Ge/Fe получены термическим осаждением на монокристаллическую подложку MgO(001) в вакууме 10⁻⁶ мм рт.ст.. Осаждение слоев Fe (100 нм) велось при температуре 250 °С, при которой происходил её эпитаксиальный рост на поверхности MgO(001). Слои Ge (100 нм) осаждались при комнатной температуре для предотвращения твердофазной реакции между слоями Ge и Fe. Исходные образцы Ge/Fe(001) подвергались термическому отжигу в температурном диапазоне от 300 °С до 700 °С с шагом 50 °С и выдержкой при каждой температуре 40 минут. Измерения магнитной кристаллографической анизотропии K₁ и намагниченности насыщения M_S проводили методом крутящих моментов в максимальном магнитном поле 18 кЭ. На рис. 1 приведены температурные зависимости нормализованных ве-

личин K₁ и M_S. До температуры отжига 300 °С значения K₁ и M_S не зависят от T_S температуры подложки, что говорит об отсутствии соединений на интерфейсе Ge/Fe. При температуре свыше 300 °С все образцы показывают уменьшение значений K₁ и M_S и при температуре 550 °С становятся полностью немагнитными. При температурах T > 600 °С величины K₁ и M_S сильно увеличиваются и при 700 °С принимают значения K₁ = 1,35·10⁵ эрг/см³ и M_S = 1 080 Гс.

Дифракционные картины меняются в соответствии с изменением зависимостей K₁(T) и M_S(T). На рис. 2 приведены рентгеновские спектры пленочной структуры Ge/Fe после отжига при температуре 350 °С, 550 °С и 700 °С. При температурном отжиге свыше 300 °С происходит возникновение и рост отражений от β-Fe_{1,6}Ge(101) и β-Fe_{1,6}Ge(202) (рис. 2, а), что говорит о формировании ориентированной β-Fe_{1,6}Ge(101) фазы в продуктах реакции. Фаза β-Fe_{1,6}Ge продолжает расти до температур отжига порядка 550 °С, при последующих отжигах рост пиков этой фазы не наблюдается. Фаза β-Fe_{1,6}Ge является немагнитной и имеет гексагональную кристаллическую решетку. При температуре отжига выше 550 °С отражения новой фазы Fe₃Ge (рис. 2, б) идет с об-

разованием доминирующего $\text{Fe}_3\text{Ge}(200)$ пика (рисунок 2в). Фаза Fe_3Ge является кубической $Fm\bar{3}m$, её параметр решетки составляет, $a = 5,7439 \text{ \AA}$. Ориентационное соотношение с подложкой: $\text{Fe}_3\text{Ge}(001)[100] \parallel \text{MgO}(001)[110]$; на рисунке 3 представлено схематическое изображение роста Fe_3Ge на подложке MgO .

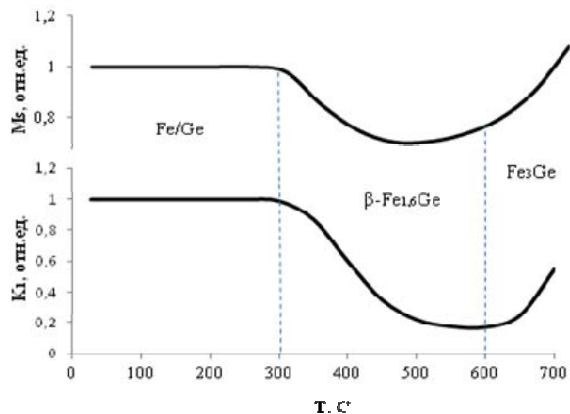


Рис. 1. Температурные зависимости константы магнитокристаллографической анизотропии K_1 и намагниченности насыщения M_S

Получены экспериментальные значения температур Кюри для этих двух фаз (рисунок 4). Для фазы Fe_3Ge , путем грубого аппроксимирования, было установлено, что температура Кюри составляет приблизительно 900 К. Для фазы $\beta\text{-Fe}_{16}\text{Ge}$ значение температуры Кюри составило около 0°C ($\sim 280 \text{ K}$).

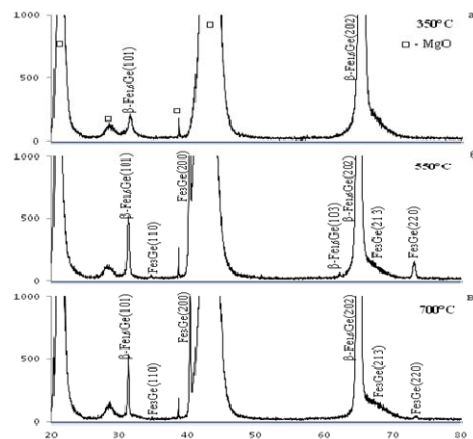


Рис. 2. Дифрактограмма эпитаксиальной Ge/Fe пленочной системы от температур отжига: 350°C , 550°C , 700°C

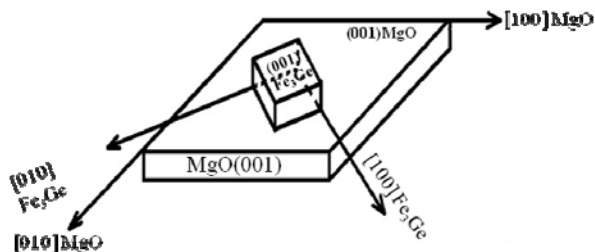


Рис. 3. Схематическое изображение формирования Fe_3Ge на поверхности MgO

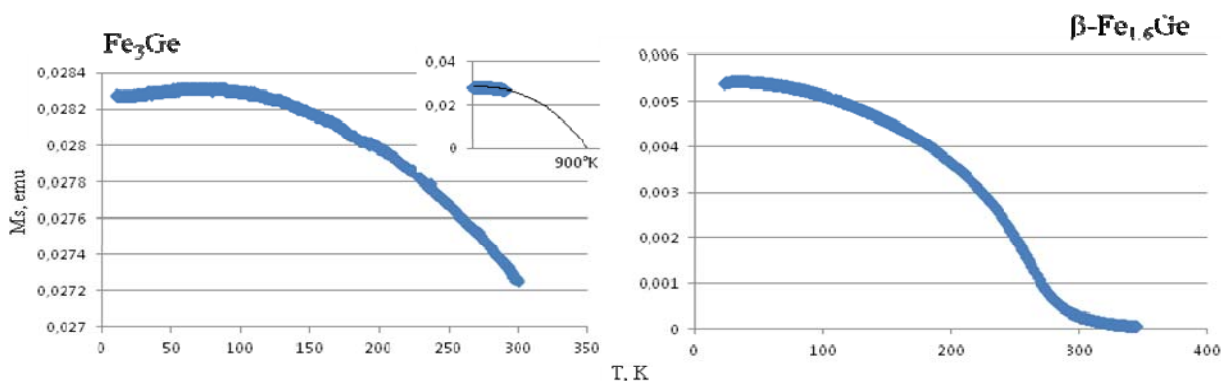


Рис. 4. Температурные зависимости намагниченности M_S фазы Fe_3Ge и $\beta\text{-Fe}_{16}\text{Ge}$

Таким образом, показано, что твердофазная реакция в Ge/Fe пленочных структурах стартует при температуре отжига $\sim 300^\circ\text{C}$ с формированием немагнитной $\beta\text{-Fe}_{16}\text{Ge}$ фазы. Эта фаза растет ориентированной на $\text{MgO}(001)$. Второй образующейся фазой, имеющей температуру инициирования 550°C , является ферромагнитная фаза Fe_3Ge . Определены значения намагниченности насыщения $M_S = 1080 \text{ Гс}$ и константы магнитокристаллографической анизотропии $K_1 = 1,35 \cdot 10^5 \text{ эрг/см}^3$.

Библиографические ссылки

1. Jaafar R. *Epitaxial Fe-Ge thin films on Ge(111): Morphology, structure, and magnetic properties versus stoichiometry* / R. Jaafar, D. Berling, D. Sebilleau, and G. Garreau – *Phys.rev.* B81, 155423, 2010
2. Коньков В. А., Мягков В. Г. *Структура и магнитные свойства $\beta\text{-Fe}_{16}\text{Ge}$ эпитаксиальных тонких пленок ВНКФ-18*, 2012.

© Коньков В. А., Мягков В. Г., Жигалов В. С., 2013

УДК 629.783

Е. В. Королев, К. А. Древин
 Научный руководитель – В. М. Владимиров
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИОНОСФЕРНОЙ ЗАДЕРЖКИ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПСЕВДОДАЛЬНОСТИ НАВИГАЦИОННЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ СПУТНИКОВЫХ РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Исследовано влияние ионосферной задержки на определение псевдодальности навигационных космических аппаратов (НКА) спутниковых радионавигационных систем (СРНС). Установлено, что задержка сигнала в ионосфере главным образом, зависит только от интегральной электронной концентрации (ИЭК) в вертикальном столбе ионосферы и слабо зависит от числа и геометрии расположения наблюдаемых НКА относительно навигационной аппаратуры потребителя (НАП).

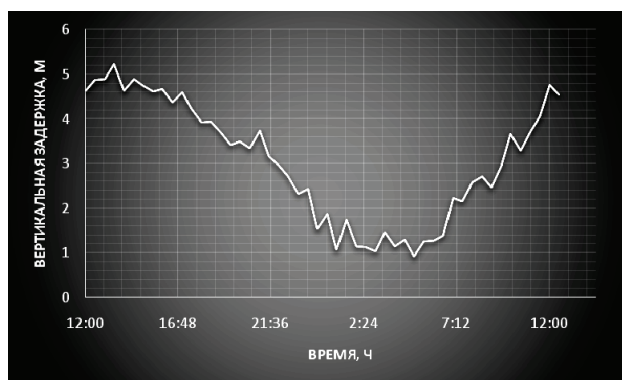
В настоящее время глобальные навигационные спутниковые системы ГЛОНАСС и GPS очень важны, распространены и имеют большое прикладное значение. Широкое использование современных глобальных навигационных спутниковых систем приводит к необходимости повышения точности навигационных измерений [1].

Ионосферная задержка является одной из составляющих погрешностей определения псевдодальности НКА, а также измерений СРНС. Она оказывает наибольшее влияние на погрешность измерения псевдодальности по сигналам систем ГЛОНАСС и GPS. Одним из методов, позволяющим определять задержку сигнала в ионосфере, является одночастотный метод определения задержки сигнала систем ГЛОНАСС и GPS в ионосфере по разности приращений псевдодальностей, измеренных по дальномерному коду и по фазе несущей частоты сигнала НКА. Особенностью метода является применение одной частоты для определения задержки сигнала в ионосфере [2; 3].

Целью настоящей работы является исследование влияния ионосферной задержки на определение псевдодальности НКА системы ГЛОНАСС, повышение точности одночастотной НАП ГЛОНАСС.

Для проведения исследования был собран испытательный стенд, куда вошли навигационный приемник МРК-33, стандарт частоты и времени Ч1-75, щелевая полосковая антенна для трех диапазонов приемников, электронно-вычислительная машина (ЭВМ) для обработки измерений, прикладное программное обеспечение (ПО) и ПО собственной разработки.

Были взяты измерения радионавигационных параметров и навигационного сообщения системы ГЛОНАСС с 06.11.12 по 07.11.12 в средних широтах, сделанных с помощью НАП. Затем на основе записанной информации, определялась задержка сигналов НКА в ионосфере. На рисунке представлена оценка вертикальной задержки сигналов в ионосфере, полученной с помощью исследуемого одночастотного метода.



Вертикальная задержка сигналов в ионосфере, полученная 6-7 ноября 2012 г

Из рисунка видно, что значения вертикальной задержки зависят от ИЭК, так как в период с 13:00 до 14:30 значения вертикальной задержки достигают максимума, а в период с 3:30 до 5:00 достигают минимума. Т. е. днем, в течение указанного времени, ИЭК самая высокая, затем она плавно уменьшается, достигая перед восходом солнца, минимального значения. Также установлено, что вертикальная задержка слабо зависит от геометрии расположения НКА.

Библиографические ссылки

1. Перов А. И., Харисов В. Н. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования [текст]: изд. 4-е перераб. и доп. М. : Радиотехника, 2010. 800 с.
2. Карлацук В. И. Спутниковая навигация. М. : СОЛОН-Пресс, 2006. 176 с.
3. Казанцев М. Ю., Фатеев Ю. Л. Определение ионосферной погрешности измерения псевдодальностей в одночастотной аппаратуре систем ГЛОНАСС и GPS // Журнал радиоэлектроники. 2002. № 12. URL: <http://jre.cplire.ru/jre/dec02/6/text.html>.

© Королев Е. В., Древин К. А., 2013

Е. Г. Лапухин
 Научные руководители – Л. В. Границкий, В. М. Владимиров
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МКА «ЮБИЛЕЙНЫЙ-2»: РАСЧЕТ ПОЛОЖЕНИЯ, ПЗС-НАБЛЮДЕНИЯ, АНАЛИЗ

По рассчитанному положению КА проведены ПЗС-наблюдения в оптическом диапазоне. Наблюдения показали, что для прогноза положения КА приемлемого для лазерной дальнометрии необходимо рассчитать данные TLE по собственным ПЗС-наблюдениям.

28 июля 2012 г. был осуществлен запуск МКА «Юбилейный-2» («МиР»), на борту которого установлены ретрорефлекторы для лазерной дальнометрии. На сегодняшний день измерение дальности с помощью лазерных локационных систем (ЛЛС) осуществляется с точностью до долей сантиметров [1].

Для успешной лазерной дальнометрии МКА «МиР», необходимо знать пространственно-временное положение космического аппарата. Таким образом, предварительно следует получить прогноз пространственно-временного положения МКА с учетом тактико-технических характеристик ЛЛС.

Для прогноза пространственно-временного положения МКА создана программа расчёта на основе модели SGP-4 [2].

Входные данные для расчета: орбитальные элементы в формате TLE, время, координаты наблюдателя, дистанция, размер фотоприемного устройства, фокусное расстояние принимающей оптической системы.

Выходные данные: прямоугольные геоцентрические, небесные и горизонтальные координаты КА на заданные моменты времени, пространственная линейная и видимая угловая скорости, время нахождения КА в поле зрения приёмника излучения и в поле локационного луча, юлианская дата и локальное звездное время. Выходные данные, разделенные таблицей, выводятся в текстовый файл. В отдельный файл выводятся расчеты для расстояний менее заданной дистанции. Частично рассчитанные данные выводятся в нижней части рабочего окна программы (рис. 1).

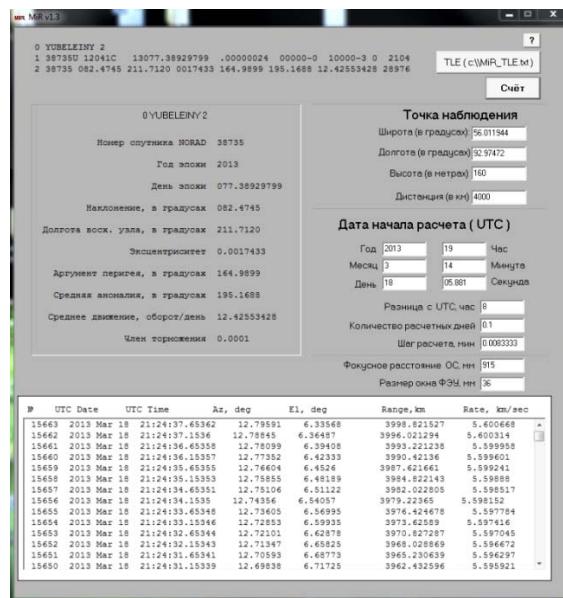


Рис. 1. Рабочее окно программы для расчета положения КА

По рассчитанным данным были осуществлены ПЗС-наблюдения МКА «МиР». Наблюдения проводились на телескопе с ПЗС-камерой, поле зрения которого составляет 2°, 3x2°, 3. ПЗС-камера оснащена механическим затвором (время срабатывание затвора 36 мс). Время экспозиции 0,5 секунды. Треки МКА «МиР» представлены на рис. 2. Несоответствие положения МКА «МиР» с расчётными данными составляет от 3 до 15 угловых минут (табл. 1).

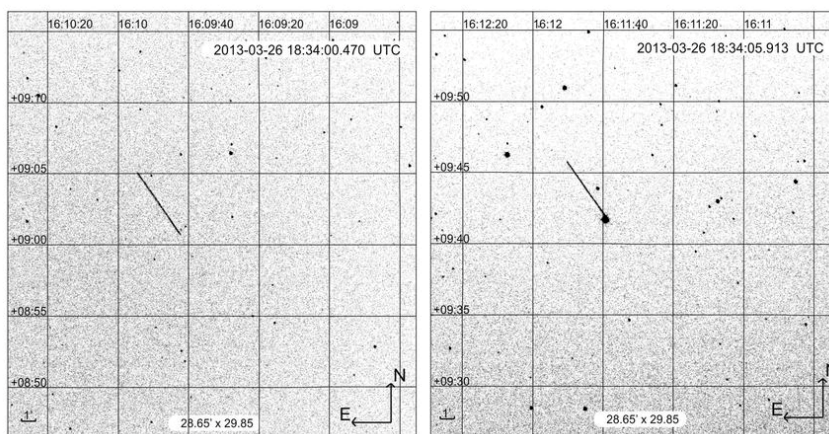


Рис. 2. ПЗС-изображения МКА «МиР»

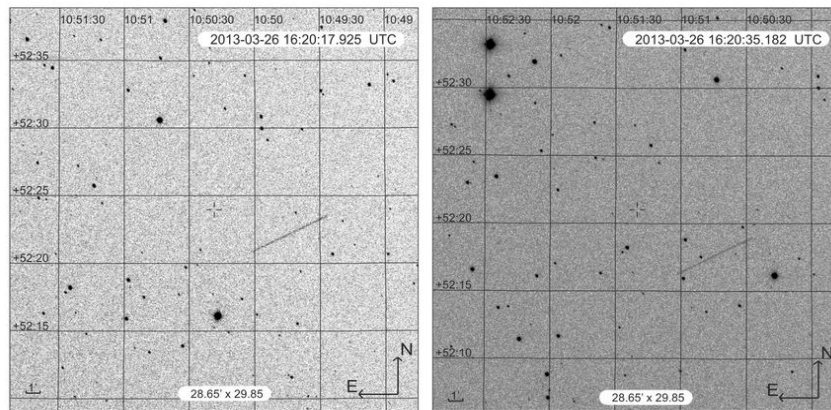


Рис. 3. ПЗС-изображения КА GPS 26470U

Таблица 1

Рассчитанные и измеренные небесные координаты КА «Мир (26.03.2013)

№	Время UTC, чч:мм:сс	Координаты				Несоотв., угл. минуты
		Рассчитанные		Измеренные		
		α_{2000} , hh mm ss	δ_{2000} , dd° mm' ss"	α_{2000} , hh mm ss	δ_{2000} , dd° mm' ss"	
1	18:33:59.970	16 10 07.66	08 55 00.8	16 09 41.88	09 00 33.2	8.440
2	18:34:00.470	16 10 17.38	08 58 51.9	16 09 52.36	09 04 44.1	8.521
3	18:34:05.413	16 11 54.57	09 37 08.3	16 11 29.87	09 42 44.0	8.268
4	18:34:05.913	16 12 04.51	09 41 01.7	16 11 39.38	09 46 40.6	8.382
5	18:39:29.940	19 45 51.40	48 44 42.9	19 46 05.55	48 43 59.5	2.442
6	18:39:30.440	19 46 20.85	48 46 11.7	19 46 38.22	48 45 35.0	2.927
7	18:39:34.371	19 50 12.50	48 57 27.5	19 50 27.64	48 56 33.7	2.643
8	18:39:34.871	19 50 41.98	48 58 50.7	19 50 58.62	48 58 01.0	2.853
9	20:30:29.963	13 00 48.09	15 31 12.3	13 00 02.29	15 40 30.1	14.424
10	20:30:30.463	13 00 45.76	15 36 19.1	12 59 59.69	15 46 09.8	14.828
11	20:30:34.853	13 00 24.89	16 21 33.9	12 59 38.99	16 31 00.3	14.500
12	20:30:35.353	13 00 22.47	16 26 45.5	12 59 36.39	16 36 34.2	14.773
13	20:40:59.499	02 16 38.25	49 34 09.8	02 15 49.03	49 24 48.9	12.300
14	20:40:59.999	02 16 35.45	49 31 44.9	02 15 46.33	49 22 32.0	12.191
15	20:41:05.145	02 16 07.24	49 07 02.4	02 15 18.52	48 57 33.7	12.393
16	20:41:05.645	02 16 04.55	49 04 39.2	02 15 15.54	48 55 08.5	12.454

Таблица 2

Рассчитанные и измеренные небесные координаты КА GPS-26470U (26.03.2013)

№	Время UTC, чч:мм:сс	Координаты				Несоотв., угл. минуты
		Рассчитанные		Измеренные		
		α_{2000} , hh mm ss	δ_{2000} , dd° mm' ss"	α_{2000} , hh mm ss	δ_{2000} , dd° mm' ss"	
1	16:19:29.322	10 47 13.5	52 31 57.73	10 47 16.9	52 32 10.7	0.553
2	16:19:39.323	10 47 49.4	52 29 36.40	10 47 48.3	52 29 50.1	0.282
3	16:19:49.975	10 48 27.5	52 27 05.08	10 48 29.7	52 26 48.8	0.432
4	16:19:59.975	10 49 03.3	52 24 42.31	10 49 06.3	52 24 49.6	0.481
5	16:20:07.925	10 49 31.6	52 22 48.30	10 49 34.7	52 22 58.3	0.497
6	16:20:17.925	10 50 07.3	52 20 24.28	10 50 07.2	52 20 41.0	0.279
7	16:20:25.183	10 50 33.1	52 18 39.31	10 50 36.0	52 18 45.3	0.459
8	16:20:35.183	10 51 08.6	52 16 14.09	10 51 08.6	52 16 32.9	0.314

По рассчитанным данным также были осуществлены оптические наблюдения навигационного КА GPS-26470U (рис. 3). Время экспозиции 10 с. Ошибка в положении составила 0,5 угловых минуты (табл. 2).

Несоответствие в определении положения МКА «МиР» вызвано тем, что для расчета орбитальных элементов большинства низколетающих спутников используются данные полученные с помощью радиолокационных измерений. Радиолокационные измерения позволяют зафиксировать положения КА с точностью до нескольких минут.

Траекторные измерения КА GPS-26470U проводятся с помощью лазерных дальномеров. Использование данных TLE для прогноза положения КА GPS-26470U дает несоответствие 0,5 угл. минуты. Прогноз с такой точностью приемлем для лазерной дальнометрии с использованием лазерного луча радиодальностью 1–3 угл. минуты.

Таким образом, проведенные оптические наблюдения, на примере КА GPS-26470U, подтвердили правильность вычисленного положения. Для получения более точного прогноза положения МКА «МиР» не-

обходимо использовать элементы орбит, рассчитанные на основе оптических наблюдений. Для этого следует: провести ПЗС-наблюдения МКА «МиР» в оптическом диапазоне и по данным наблюдений рассчитать орбитальные элементы.

Данная работа выполнена в рамках экспериментального исследования предельных значений точности измерения дальности космических объектов лазерными локационными станциями.

Библиографические ссылки

1. *Необходимые условия достижения субмиллиметровой точности измерений в спутниковой лазерной дальнометрии. Электромагнитные волны и электронные системы.* № 12 за 2009 г.

2. *Models for Propagation of NORAD Element Sets.* Felix R. Hoots, Ronald L. Roehrich, TS Kelso. 1988. URL: <http://www.celestrak.com/NORAD/documentation/spacetrk.pdf>.

© Лапухин Е. Г., 2013

УДК 538.911

И. И. Назаренко¹, К. Knižek², Z. Jiráček², J. Hejtmánek²

Научный руководитель – С. Н. Софронова¹

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева¹, Красноярск

Институт физики Академии наук Чешской республики², Прага

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ СВОЙСТВ $Pb_3Mn_7O_{15}+Cu$

Данное исследование посвящено изучению структурных свойств $Pb_3Mn_7O_{15}+Cu$. В результате исследования была установлена группа симметрии кристаллов исследуемых образцов, координаты ионов в элементарной ячейке и количество легирующей добавки (Cu) в соединении.

Манганиты со смешением валентности марганца представляют собой оксидные соединения, которые привлекали внимание исследователей в течение последних десятилетий. Богатое разнообразие физических свойств, вызванное взаимодействием зарядов, спинов и степеней свободы, а также возможность контроля этих свойств сделали эти материалы привлекательными как для фундаментальных исследований, так и для решения прикладных задач [1].

Перовскитоподобные структуры примесных марганцевых оксидов обладают высокой химической пластичностью, позволяющей изменять соотношение Mn^{3+}/Mn^{4+} в широком диапазоне путём добавления примесей при этом не меняя кристаллической структуры. В то же время соотношения между ионами Mn разной валентностью в перовскито-подобных манганитах может вызвать значительное изменение физических свойств [1–5].

Данные особенности и наличие достаточного количества сведений о структурных, магнитных и электрических свойствах $Pb_3Mn_7O_{15}$ дали толчок к получению новых соединений на основе $Pb_3Mn_7O_{15}$ для более подробного изучения влияния примесных добавок на изменение физических и химических свойств материалов, получаемых на его основе.

Таким образом, в Институте физики имени Л. В. Киренского СО РАН было синтезировано соединение $Pb_3Mn_7O_{15}+Cu$, которое предположительно должно обладать близкими к чистому оксиду $Pb_3Mn_7O_{15}$, не содержащему добавку Cu, физическими свойствами, однако имеющими ряд отличительных особенностей, которые должны пролить свет на природу процессов происходящих в данном соединении.

Целью данного исследования было проведение исследования структурных свойств кристалла $Pb_3Mn_7O_{15}$ легирующей добавкой из меди, а также анализ полученных экспериментальных данных и выявление степени влияния добавки меди на свойства кристалла $Pb_3Mn_7O_{15}+Cu$.

Исследование структурных свойств соединения проводилось с помощью рентгеновского дифрактометра Bruker D8.

В результате проведённых исследований структуры методом рентгеновской дифракции было обнаружено, что кристаллы исследуемого соединения обладают высокосимметричной гексагональной структурой, описываемой пространственной группой $P6_3/mcm$ (№ 193). Данная группа содержит 24 элемента симметрии, которые представлены поворотными и винтовыми осями, плоскостями простого и скользящего отражения и инверсией.

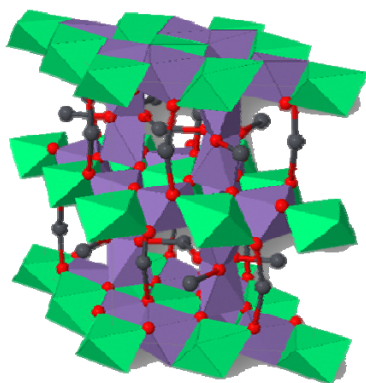
Из полученных экспериментальных данных дифракции рентгеновских лучей на образце следует, что кристаллическая решётка имеет следующие параметры: $a = 10,001 \text{ \AA}$, $b = 10,001 \text{ \AA}$, $c = 13,584 \text{ \AA}$; $\alpha = 90,0^\circ$, $\beta = 90,0^\circ$, $\gamma = 120,0^\circ$.

Элементарная ячейка содержит 4 формульные единицы, что эквивалентно 100 ионам.

Ионы в элементарной ячейке распределены по 12 кристаллографическим позициям (см. таблицу).

Координаты и позиции ионов в элементарной ячейке кристалла

Атом	Цвет на схеме	Поз.	X	Y	Z	Засел.
Pb1	●	6g	0,613 63	0,613 63	0,750 00	1,000 00
Pb2	●	6g	0,260 98	0,260 98	0,750 00	1,000 00
Mn1	●	12i	-0,166 21	0,166 21	0,500 00	1,000 00
Mn2	●	8h	0,333 33	0,666 67	0,147 69	1,000 00
Mn3	●	6f	0,500 00	0,500 00	0,500 00	0,433 88
Cu1	●	6f	0,500 00	0,500 00	0,500 00	0,566 12
Mn4	●	2b	0,000 00	0,000 00	0,000 00	0,337 68
Cu2	●	2b	0,000 00	0,000 00	0,000 00	0,662 28
O1	●	24l	0,521 52	0,343 54	0,063 33	1,000 00
O2	●	12j	0,592 19	0,215 99	0,250 00	1,000 00
O3	●	12k	0,818 45	0,818 45	0,939 08	1,000 00
O4	●	12k	0,704 53	0,704 53	0,085 14	1,000 00



Структура исследуемого соединения

Информация о симметрии кристалла позволяет построить модель структуры исследуемого кристалла. Из построенной модели (см. рисунок) видно, что кристалл обладает слоистой структурой, слои которой образованы октаэдрами из кислорода. В центре октаэдров располагаются атомы марганца. Слои октаэдров соединяются столбцами, образованными ионами свинца. В ходе исследования были получены данные о расположении ионов легирующей добавки меди в кристаллической решётке. В результате было установлено, что ионы меди делят с ионами марганца

2 кристаллографических позиции – 2b и 6f (выделены зелёным на рисунке).

Полученные данные о заселённости кристаллографических позиций (см. таблицу) позволяют определить количество легирующего вещества в исследуемом соединении. В результате было установлено содержание меди в образце, которое составляет 4,721 %. Таким образом, формула соединения принимает вид: $Pb_3(Mn+Cu_{0,169})_7O_{15}$.

Библиографические ссылки

1. Kim K H, Uehara M, Kiryukhin V and Cheong S W 2004 *Colossal Magnetoresistive Manganites ed T Chatterji (Dordrecht: Kluwer–Academic)*.
2. Rodriguez-Martinez L M and Atfield J P 1996 *Phys. Rev. B* 54 R15622.
3. Dagotto E, Burgy J and Moreo A 2003 *Solid State Commun.* 126 9.
4. Dagotto E, Hotta T and Moreo A 2001 *Phys. Rep.* 344 1.
5. Argyriou D N and Ling C D 2004 *Colossal Magnetoresistive Manganites ed T Chatterji (Dordrecht: Kluwer–Academic)*.

© Назаренко И. И., Knížek K., Jirák Z., Hejtmánek J., 2013

УДК 629.786/.788

А. В. Осипов¹, К. П. Жилин¹, Д. Е. Матюхин¹

Научный руководитель – Д. М. Зуев²

¹Средняя общеобразовательная школа № 23 с углубленным изучением отдельных предметов, Красноярск

²Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПРОЕКТ СОЗДАНИЯ ТОПЛИВНОЙ ПЕРЕВАЛОЧНОЙ БАЗЫ НА ЦЕРЕРЕ

Для освоения планет солнечной системы потребуется большое количество топливных ресурсов и выгодная точка для запуска. Для данных целей подходит карликовая планета Церера в астероидном поясе. Церера имеет огромные запасы водного льда, которые послужат сырьем для добычи водорода и кислорода, пригодных для использования во многих типах двигателей. В данной работе предложены проект топливной базы, способы добычи и переработки, и концепт тяжелого транспортного корабля.

Освоение более дальних объектов солнечной системы требует большого количества топлива и других ресурсов. При запуске с Земли стоимость запуска возрастает многократно, т.к. большая часть топлива расходуется на преодоление земного притяжения. Запуск с орбиты, либо с поверхности тела с низкой гравитацией решил бы эти проблемы. В случае запуска с земной орбиты стоит вопрос о стоимости транспортировки на орбиту, поэтому наиболее выгодно производить запуск с малого тела, на котором добываются и перерабатываются все нужные ресурсы. Поэтому предлагается создание топливной базы на Церере для запуска и дозаправки миссий к планетам за астероидным поясом.

Церера имеет мантию из смеси водяного льда и гидратированных минералов [1]. Из водного льда возможно получение основных ресурсов: воды, водорода и кислорода, которые могут использоваться в большинстве типов космических двигателей. Из минералов (доломит, кальцит и другие) возможно получение металлов, а также углерода и этилена, которые можно использовать в качестве сырья для наноструктур и пластиков, включая композит RXF1 (разработан NASA), который планируется использовать как основной конструкционный материал для космических кораблей (в том числе и в этой работе). Преимущества RXF1: по сравнению с алюминием выдерживает нагрузку в 3 раза больше при плотности в 2.6 раза меньше, на 50 % лучше защищает от солнечного излучения и на 15 % от космической радиации. [2]

Планируется размещение на Церере добывающих и перерабатывающих сооружений (рис. 2). Для добычи H₂ и O₂ будет использоваться процесс электролиза воды, для получения которой будет построена солнечная печь (рис. 1) мощностью 850 кВт, суммарной площадью гелиостатов 1 386 кв. м., что позволит добывать 2 200 т воды ежемесячно, что дает 240 т H₂ и 1990 т O₂.

Для транспортировки добытых ресурсов на орбиту предлагается использовать орбитальный лифт, трос которого будет закреплен на орбитальной станции (рис. 3), находящейся на синхронной орбите выше 700 км. Орбитальная станция будет выполнять жилую функцию – для создания искусственной гравитации будет использоваться вращающееся кольцо радиусом 40 м, которое при вращении 5 об/мин будет создавать центробежное ускорение равное земному.

Также будут выполняться функции разгрузочного терминала для лифта и кораблей и заправочного терминала.

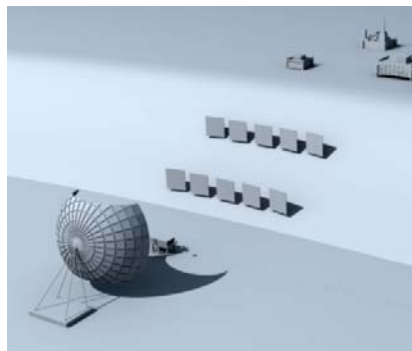


Рис. 1. Солнечная печь

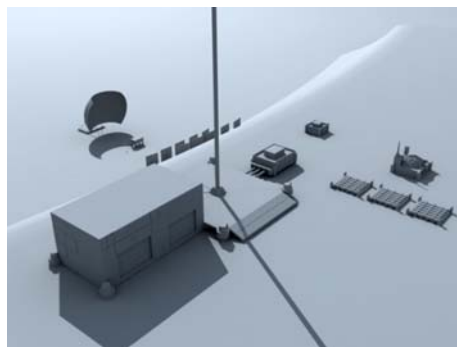


Рис. 2. Поверхностные сооружения

Для доставки экипажа и большей части оборудования предложен концепт универсального модульного транспортного корабля HDPEs (Heavy Deep Planets Exploration Ship) (рис. 4). Длина данного корабля составит 100 м, чистый вес около 100-150 тонн. HDPEs, оснащенный плазменными двигателями VASIMR компании AdAstraRockets, сможет доставить 200 т груза на Цереру за полгода по кратчайшей орбите и выполнении гравитационного маневра вокруг Земли. Расход топлива составит около 200 тонн водорода. Корабль имеет несколько стыковочных шлюзов, к которым можно присоединить необходимые для экспедиции модули. Для создания гравитации будет использоваться вращающееся кольцо.

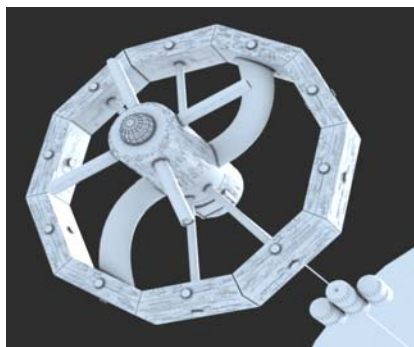


Рис. 3. Орбитальная станция



Рис. 4. HDPES

Для исследования астероидного пояса будут использоваться комплекс из челнока и планетохода, с возможностью совершать посадку и подниматься с поверхности.

В данной работе были предложен концепт топливной базы, необходимые технические решения и средства, произведены примерные оценки и расчеты данных решений. Показано, что данный проект реален в 20–30 летней перспективе.

Библиографические ссылки

1. Carry B. et al. *Near-infrared mapping and physical properties of the dwarf-planet Ceres* // *Astronomy and Astrophysics*. 2008. Т. 478. №. 1. С. 235–244.
2. Bell J. et al. *Radiation Shielding for a Lunar Base*. 2011. URL: <http://cmie.lsu.edu/NASA/Teams/RadiationShieldingforaLunarBase/Spring/FinalReport.pdf>.

© Осипов А. В., Жилин К. П., Матюхин Д. Е., 2013

УДК 539.21:537.86

А. А. Остапенко, В. В. Кретинин
 Научный руководитель – С. С. Аплеснин
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МУЛЬТИФЕРРОИКОВ $\text{NdxBi}_{1-x}\text{FeO}_3$ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Мультиферроики на основе BiFeO_3 широко и интенсивно исследуются как модельные объекты для исследования механизма взаимодействия между электрической и магнитной подсистем, так и с возможным использованием их в спиновой электронике. В BiFeO_3 существует пространственно модулированная антиферромагнитная структура с периодом 62 нм, которая исчезает при температуре Нееля $T_N = 643$ К, а электрическая поляризация при $T_c = 1045$ К. Взаимосвязь спиновой циклоиды и поляризации осуществляется за счет антисимметричного обмена Дзялошинского–Мория. Смещение ионов в BiFeO_3 вдоль оси описывается полярным параметром порядка и характеризуется вектором электрической поляризации. При смещении ионов кислорода в π -моду кислородный октаэдр становится асимметричным вдоль оси, сжатым с одной стороны и расширенным с другой, что приводит к неустойчивым фоннным модам.

В данной работе исследуются диэлектрические и магнитоэлектрические характеристики тонких пленок мультиферроиков $\text{NdxBi}_{1-x}\text{FeO}_3$ толщиной 160 нм с целью выяснения механизма магнитоэлектрической связи для получения максимального эффекта.

В BiFeO_3 существует пространственно модулированная структура с периодом 62 нм. Замещение ионов висмута магнитными ионами неодима меняет магнитное поле анизотропии и величину обмена. Эти характеристики можно менять также под действием лазерного облучения, что дает дополнительный канал регулирования магнитоэлектрического эффекта.

На пленках $\text{NdxBi}_{1-x}\text{FeO}_3$ проведены измерения диэлектрической проницаемости, тангенса угла потерь в интервале частот $100 \text{ Hz} < \omega < 10^5 \text{ Hz}$ в области температур $300 \text{ K} < T < 1000 \text{ K}$ без магнитного поля и в магнитном поле $H = 0,8$ Тл, что представлено на рис. 1. Диэлектрическая проницаемость монотонно уменьшается с ростом частоты на 50 %, а отрицательный магнитоёмкостный эффект $\delta_C = \epsilon(H) - \epsilon(0) / \epsilon(0)$ возрастает по модулю в три раза с 0,5 % до 1,7 % при температуре $T = 300$ К.

Частотная зависимость $\delta_C(\omega) = A\omega^{1/n}$ обнаруживает кроссовер по частоте от $n = 2$ при $\omega < 10^3 \text{ Hz}$ до $n = 7$. При нагревании магнитоёмкостный эффект уменьшается и наблюдается скачок в $\delta_C(T)$ при температуре $T = 394 \text{ K}$, изображенный на рис. 2.

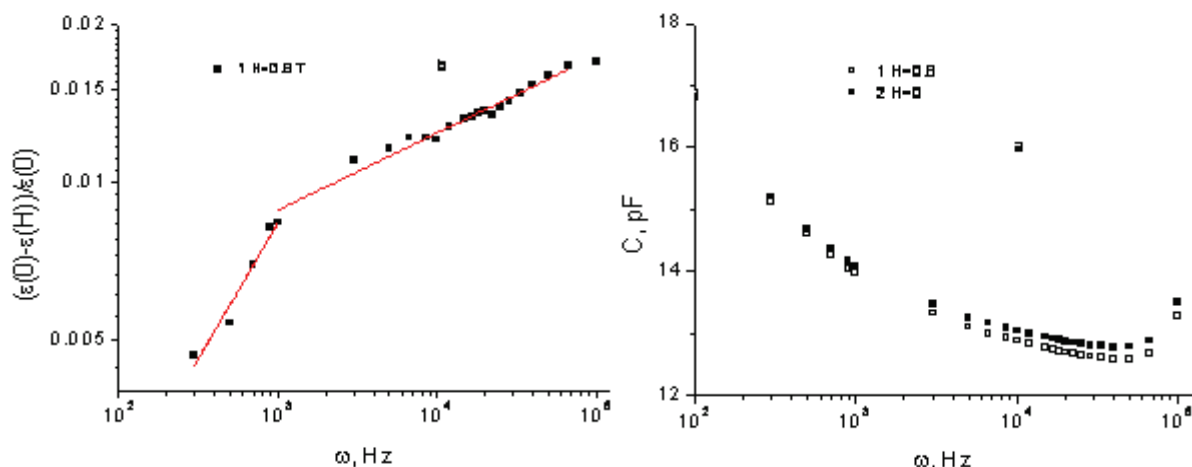


Рис. 1. Электроемкость $\text{NdxBi}_{1-x}\text{FeO}_3$ с $x=0.1$ в поле и без магнитного поля и магнитоемкость $\delta_C = \epsilon(H) - \epsilon(0) / \epsilon(0)$ от частоты при температуре $T = 300$ К

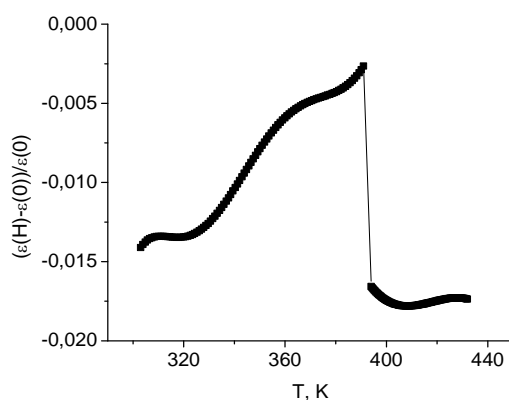


Рис.2. Зависимость магнитоемкостного эффекта от температуры в магнитном поле $H = 0,8$ Тл на частоте $\omega = 10^4$ Hz

Тангенс угла диэлектрических потерь в магнитном поле также обнаруживает скачок при этой температуре. Этот эффект, возможно, связан с изменением периода магнитной структуры в магнитном поле или с магнитным переходом от модулированной структуры к скошенному антиферромагнетику. При температуре магнитного перехода в парамагнитное состояние $T_N = 600$ К производная диэлектрической проницаемости $d\epsilon/dT$ по температуре и тангенс угла диэлектрических потерь имеют максимум. Особенности

в $\epsilon(T)$ и $\text{tg}\delta$ наблюдаются также и в области высоких температур $T = 890$ К, которые возможны связаны со структурным переходом в $\text{NdxBi}_{1-x}\text{FeO}_3$.

Библиографическая ссылка

1. Пятаков А. П., Звездин А. К. // УФН. 2012. Т. 182. № 6(11). С. 593.

© Остапенко А. А., Кретинин В. В., 2013

УДК 530.557.11

В. А. Погуляева¹, Р. М. Нурдаветов¹
Научный руководитель – М. И. Петров²

¹Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

²Институт физики имени академика Л. В. Киренского СО РАН, Красноярск

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ СВЕРХПРОВОДНИКА С КАЛИБРОВАННЫМИ ПУСТОТАМИ

Представлена технология получения сверхпроводника с калиброванными пустотами, путем многостадийного обжига композита сверхпроводник + 20 об.% ПММА.

У опалоподобных структур очень широкий спектр применения: фильтры, сверхбыстрые переключатели, усилители излучателей [1]. Также опалоподобные

структуры можно применять в качестве модели для исследования макроскопических квантовых эффектов в сверхпроводниках, таких как эффект Джозефсона и

квантование магнитного потока, которые составляет основу работы сверхпроводящих квантовых интерферометров (СКВИД) и других сверхпроводящих криогенных приборов [2; 3].

В ходе проделанной работы был изготовлен синтетический опал. Размеры сфер полиметилметакрилата составляют 250 нм. Было установлено, что размер сфер опала не зависит от концентрации диазоинициатора, а в большей степени зависит о

т соотношения метилметакрилата и воды.

Методом твердофазного синтеза был изготовлен сверхпроводник $\text{BaPb}_{0,75}\text{Bi}_{0,25}\text{O}_3$. Для этого был проведен расчет навесок исходных компонентов (BaCO_3 , PbO , Bi_2O_3), совместный помол и многократный обжиг. Результатом которого был получен сверхпроводник $\text{BaPb}_{0,75}\text{Bi}_{0,25}\text{O}_3$.

Магнитные свойства полученного сверхпроводника исследовались на радиочастотном СКВИД-е MPMS фирмы «Quantumdesign».

На рис. 1 представлена зависимость магнитного момента от температуры.

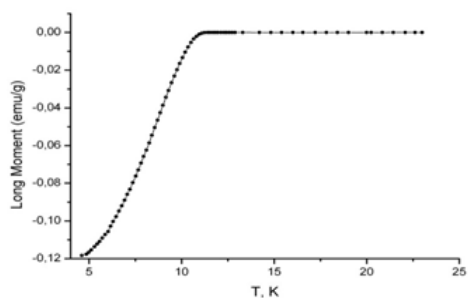


Рис. 1. Зависимость магнитного момента от температуры

Масса исследуемого образца измерялась на электронных весах фирмы «Quantumdesign», она составляет $m = 0,02833$ граммов.

Изменение магнитного момента от температуры происходит в интервале от 4,61 К до 25 К. Точка соответствующая температуре 10,65 К и нулевому значению магнитного момента является температурой сверхпроводящего перехода образца.

Полученная экспериментальная зависимость является характерной для сверхпроводящих материалов,

следовательно, синтезированный образец $\text{BaPb}_{0,75}\text{Bi}_{0,25}\text{O}_3$ можно считать сверхпроводником.

Из изготовленного сверхпроводника и наносфер полиметилметакрилата был получен композит сверхпроводник + 20 об.% ПММА. Затем путем многостадийного обжига был получен сверхпроводник с калиброванными пустотами. Был проведен рентген-флюорисцентный анализ, который показал соответствие сверхпроводника исходному и наличие следов от сфер ПММА в виде остаточного углерода. Данные рентген-флюорисцентного анализа показаны на рис. 2, а. Из графика по высоте пиков было установлено процентное содержание компонентов в получившемся сверхпроводнике с калиброванными пустотами. В составе, кроме основных компонентов сверхпроводника Ba, Pb, Bi и O, были обнаружены углерод и медь. Углерод является, скорее всего, продуктом неполного сгорания сфер опала. Т.к. предметный столик микроскопа медный, то медь с неизбежностью была зарегистрирована. Затем было рассчитано процентное содержание Ba, Pb, Bi и O уже без учета C и Cu: кислорода 70,11 %, бария 17,85 %, свинца 8,90 % и висмута 3,13 %.

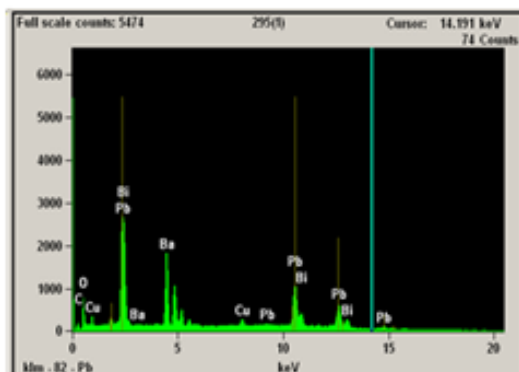
Сканирующая электронная микроскопия показала равномерное распределение мест локализации следов от сфер ПММА. Их размер составляет 20 до 250 нм. Он зависит от того, насколько глубоко та или иная сфера находится в сверхпроводнике. Снимок СЭМ показан на рис. 2, б.

В матрице сверхпроводника и на его поверхности видны однородные внедрения (продукты сгорания сфер опала). Кислород и водород, входящие в состав опала, при столь высоких температурах выгорают.

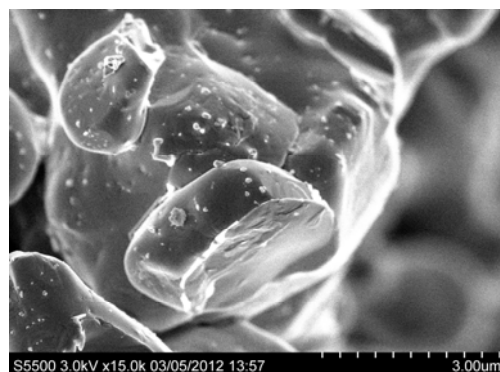
На месте их локализации остаются следы, которые для сверхпроводников являются пустотами, но пустотами не в прямом понимании этого слова, а пустотами для носителей тока.

В ходе проделанной работы был изготовлен сверхпроводник с калиброванными пустотами, путем многостадийного обжига композита сверхпроводник + 20 об.% ПММА.

При добавлении примесей сверхпроводник часто теряет свою сверхпроводящую способность. В полученном композите сверхпроводимость исходного $\text{BaPb}_{0,75}\text{Bi}_{0,25}\text{O}_3$ сохраняется.



а



б

Рис. 2. Данные рентген-флюорисцентного анализа образца (а); Снимок сканирующей электронной микроскопии (б)

В дальнейшем планируется получение сверхпроводящей опалоподобной структуры, которая, как ожидается, будет обладать когерентными джозефсоновскими свойствами.

Библиографические ссылки

1. Калимов А. Г. Физические основы сверхпроводимости. СПб., 2007. 104 с.

2. Бонков А. В. Технология производства синтетических опалов и их имитаций. URL: <http://www.74rif.ru/Opal-sintet.ru> 25/05/2012.

3. Шабанова О. В., Шабанов А. В., Немцев И. В. Исследование условий получения наноразмерных монодисперсных сферических частиц полиметилметакрилата.

© Погуляева В. А., Нурдаuletов Р. М., 2013

УДК 583.975 + 621.318.1

В. А. Семячков¹, В. С. Жигалов¹, В. Г. Мягков¹, И. В. Немцев²

¹Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

²Красноярский научный центр СО РАН, Красноярск

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ГРАНУЛИРОВАННЫХ ПЛЕНОК FePd

Показаны изменения электрических и магнитных свойств синтезированных пленок FePd-L1₀ при окислении и последующим восстановлении алюминием в зависимости от температуры отжига. Начальная температура иницирования твердофазного синтеза при восстановлении железа составляет 350⁰С. В результате реакции формируются композиты, в составе которых присутствуют фазы: FePd₃ и α-Al₂O₃. В работе представлены изображение поверхности гранулированной пленки FePd и величины магнитосопротивления. Результаты работы имеют как научное, так и прикладное значение.

Электрические свойства гранулированных тонких пленок могут варьироваться в широких пределах в зависимости от состава, размеров структурных образований, материалов матрицы, а также дефектов и примесей. Окисление и последующее восстановление алюминием пленок L1₀-FePd позволяет получать гранулированные тонкие пленки со значительно отличающимися структурными, магнитными, электрическими свойствами. В данной работе эти свойства исследуются в связи с их возможностью применения для высокоплотной магнитной записи, для изучения процессов туннелирования с целью увеличения магнитосопротивления.

В качестве исходных образцов была изготовлена серия пленок Fe/Pd методом электронной бомбардировки тигельных испарителей с кольцевым катодом на подложках из стекла с атомным соотношением железа и палладия 1:1. Образцы изготавливались в вакууме 10⁻⁶ торр на установке напыления УВН-2М-1. Синтезированные пленки с фазой L1₀-FePd окислялись на воздухе до полного исчезновения намагниченности, с последующим нанесением слоя алюминия толщиной 40 нм, что соответствовало эквивалентному атомному соотношению с железом. Процесс алюминирования изучался с помощью исследования температурной зависимости электросопротивления с использованием четырехзондового метода.

На рис. 1 показан график изменения электросопротивления от температуры нагрева и охлаждения образца. Видно, что в диапазоне температур от 20 до 350 °С при увеличении температуры нагрева до 350 °С химическое взаимодействие между слоями на данном участке отсутствует. Низкое значение электросопротивления объясняется наличием проводящего слоя Al. Температура 350 °С является началом иницирования формирования первой фазы FePd. Намагниченность

насыщения начинает плавно возрастать, начиная с T > 350 °С и достигает 750 Гс при T = 650 °С. Максимальная коэрцитивная сила пленки наблюдается при T = 400 °С и составляет 160 Э, затем резко уменьшается с увеличением температуры до 65 Э.

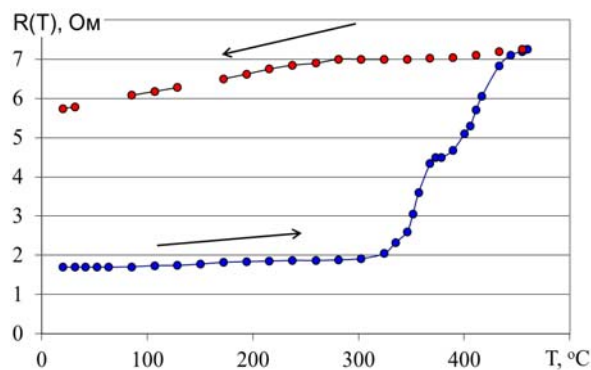


Рис. 1. Зависимость электросопротивления от температуры отжига для образца FePd после алюмотермии

Для объяснения полученных результатов нами было проведено рентгеноструктурный анализ образцов на установке ДРОН-4. На рис. 2, а показана рентгенограмма исходного двухслойного образца Fe/Pd до проведения термического отжига. На спектре видны рефлексы от стеклянной подложки в виде низкоинтенсивного фона, рефлексы, принадлежащие палладию Pd с ориентациями (111) и (200), а также железу Fe (110) и (220). На рис. 2, б показана рентгенограмма образца Fe/Pd после термического отжига при температуре 500 °С, которая говорит о формировании кубической фазы L1₀-FePd(111) с тетрагональным искажением, что вытекает из присутствия рефлексов (200) и (002).

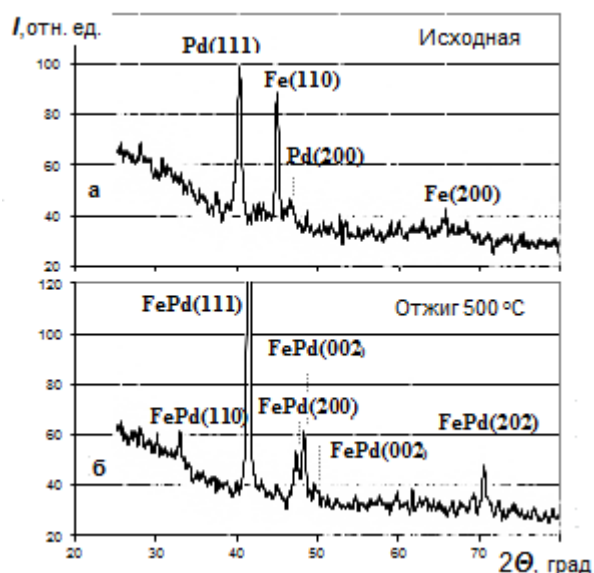


Рис. 2. Рентгенограммы образца Fe/Pd: а – исходная структура, б – при $T_{отж}=500^{\circ}\text{C}$

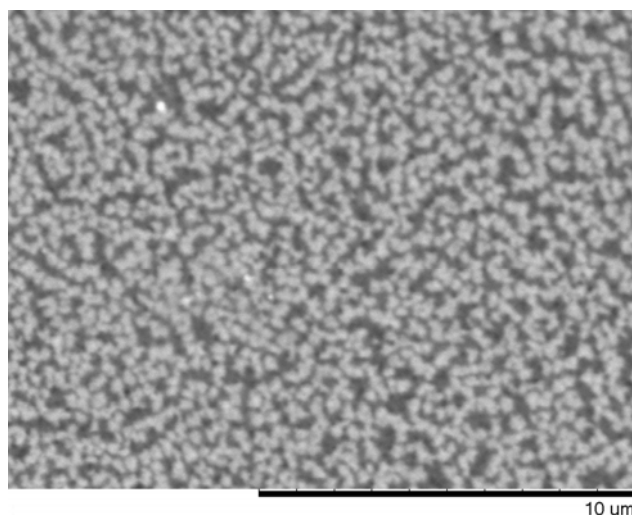


Рис. 3. Изображение поверхности образца FePd после алюмотермии

Окисление на воздухе полученного образца $L1_0\text{-FePd}$ и последующее напыление Al приводит к изменениям в структуре, которые выражаются в появлении немагнитной фазы гематита $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ (113), рефлексов от алюминия и свободного палладия. Термический отжиг при $T=600^{\circ}\text{C}$ данной структуры способствует образованию фаз FePd_3 , $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (113), отличных от исходных $L1_0\text{-FePd}$ [2].

На рис. 3 показано изображение поверхности образца FePd после алюмотермии, полученное с помощью электронного микроскопа Hitachi TM-3000. Видно, что полученная структура является гранулированной пленкой, притом, фазы оксида алюминия на изображении выглядят светлыми образованиями, темные области представлены фазами железа. Средний размер гранул составляет примерно 1 мкм.

В работе были получены изменения электросопротивления от величины магнитного поля. Установлено, что для гранулированной пленки FePd величина маг-

нитосопротивления составляет $\Delta R/R \sim 7\%$ при намагниченности насыщения 750 Гс и комнатной температуре. Предполагается, что изменение магнитосопротивления обусловлено туннелированием электронов через прослойки диэлектрика Al_2O_3 .

Библиографические ссылки

1. Мягков В. Г., Жигалов В. С., Быкова Л. Е. и др. Твердофазный синтез эпитаксиальных $L1_0\text{-FePd}(001)$ тонких пленок: структурные превращения и магнитная анизотропия, Письма в ЖЭТФ. 2010. Т. 91, В. 9, С. 399–403.
2. Семячков В. А., Жигалов В. С., Мягков В. Г. и др. Получение гранулированных пленок FePd методом алюмотермии // Решетневские чтения : сб. тез. конференции, 2012, Красноярск.

© Семячков В. А., Жигалов В. С., Мягков В. Г., Немцев И. В., 2013

УДК 623.273

Е. С. Соловьева
 Научный руководитель – А. С. Паршин
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СПЕКТРОСКОПИЯ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОНОВ КРЕМНИЕВЫХ ПЛАСТИН В ПРОЦЕССЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ

Исследовались спектры, снятые с монокристаллического кремниевого образца, с помощью метода характеристических потерь энергии электронов. Установлено, что по мере очищения поверхности кремния от углерода, энергия потерь электронов при возбуждении поверхностных и объемных плазмонов в углероде уменьшается, поверхность постепенно очищается.

Широкое распространение для качественного и количественного анализа поверхности получили методы электронной спектроскопии, которые обладают высокой поверхностной чувствительностью и легко

реализуются на практике. Одним из методов электронной спектроскопии, который и в настоящее время широко используется и применяется в современной

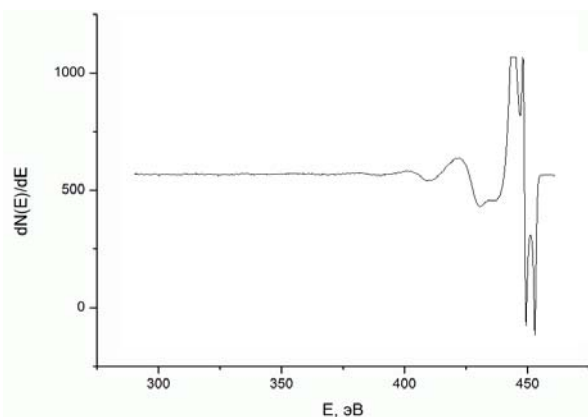
физике, является спектроскопия характеристических потерь энергии электронов (СХПЭЭ) [1].

Целью данной работы являлось исследование спектров потерь энергии с различным содержанием на поверхности углеродосодержащих примесей и на разных стадиях термической очистки поверхности кремния.

Кремний, как исследуемый материал, выбирался благодаря своему широкому использованию в нанoeлектронике, спинтронике. Также кремний находит применение в качестве подложек для эпитаксиального роста тонких магнитных пленок, магнитных мультислоев и полупроводниковых сверхрешеток.

В качестве образцов использовались промышленные пластины кремния, помещавшиеся в вакуум. В процессе термического нагревания, поверхность очищалась от углеродосодержащих примесей [2].

Все спектры записывались в дифференциальном виде при энергии $E = 450$ эВ (см. рисунок).



Спектр характеристических потерь энергии электронов

Было замечено 4 пика. Первый упругий пик, энергия которого составляет $E_0 = 449,55$ эВ. Позиция упругого пика находится на нулевых потерях энергии. Энергия упругого пика равна энергии первичных электронов.

Аналогичным образом обрабатывались все спектры. Полученные результаты представлены в таблице.

Экспериментальные данные обработанных спектров

СХПЭЭ							
Si				C			
E_{1s}	E_{1v}	E_{2v}	E_{3v}	E_{1s}	E_{1v}	E_{2v}	E_{3v}
–	–	–	–	–	24	47,52	72
–	–	–	–	15,64	25,20	48,36	68,61
–	–	–	–	14,85	22,49	45,66	–
–	–	–	–	12,77	21,26	44,78	–
11,14	18,07	35,42	–	–	–	–	–
–	17,14	34,85	51,45	–	–	–	–

По мере очищения поверхности кремния от углерода, энергии потерь электронов при возбуждении поверхностных и объёмных плазмонов в углероде, уменьшается (энергии 15,64 эВ – 14,85 эВ для поверхностных колебаний, 25,20 эВ – 22,49 эВ для объёмных колебаний) и при дальнейшем очищении эти значения энергий переходят в область значений потерь энергий электронов в кремнии (энергии 10,0 эВ – 11,2 эВ и 16,9 эВ – 17,4 эВ). Также увеличивается число пиков на спектрах, объёмных плазменных колебаний в кремнии, в нашем случае появляется сначала пики E_{1v} (18,07 эВ) и E_{2v} (35,42 эВ). E_{1v} (18,07 эВ) соответствует чистому кремнию. Затем при увеличении отношения I_{Si}/I_C (в качестве величины, характеризующей содержание Si и C на поверхности образца было принято отношение амплитуд (I_{Si} / I_C)) появляется пик E_{3v} (51,45 эВ). Эти пики соответствуют объёмным пикам в кремнии. Из литературных данных энергия объёмных плазмонов кремния равна 17,9 эВ.

Библиографические ссылки

1. Оура К., Лифшиц В. Г., Саранин А. А. и др. *Введение в физику поверхности* / под ред. В. И. Сергиенко. М.: Наука, 2006. 490 с.
2. Александрова Г. А., Паршин А. С. *Экспериментальные методы электронной спектроскопии поверхности твердых тел*; СибГАУ. Красноярск, 2005. 82 с.

© Соловьева Е. С., 2013

УДК 623.273

Н. Н. Тачеева

Научный руководитель – А. С. Паршин
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОННОЙ ОЖЕ-СПЕКТРОСКОПИИ КРЕМНИЕВЫХ ПЛАСТИН В ПРОЦЕССЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ

Исследовались спектры, снятые с монокристаллического кремниевого образца, с помощью метода электронной оже-спектроскопии. Установлено, что кремниевая поверхность постепенно очищается, а амплитуды углерода уменьшаются, что свидетельствует о том, что кремниевая поверхность очищается от углеродосодержащих примесей.

На сегодняшний день одним из самых распространенных методов исследования качественного и количественного элементного состава поверхности и гра-

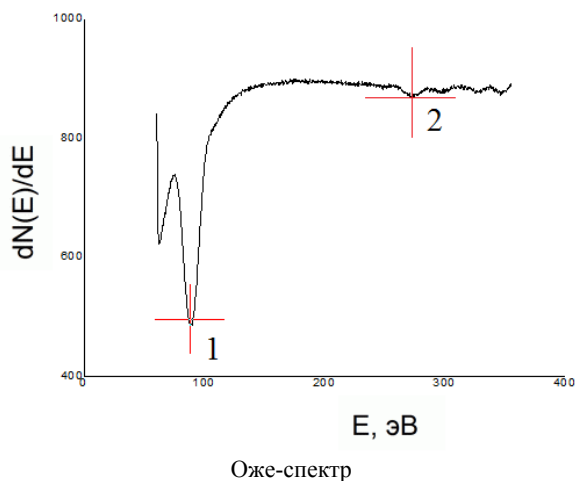
ниц раздела вердых тел является метод электронной оже-спектроскопии. ЭОС применяется для получения качественного и количественного анализа состава

поверхности, получения химических профилей по толщине образца, исследования процессов адсорбции, десорбции, эпитаксиального роста тонких пленок, диффузии примесей из объема к поверхности, для исследования зонной структуры твердого тела и т. д. [1].

Целью данной работы является исследование спектров с различным содержанием на поверхности углеродосодержащих примесей методом электронной оже-спектроскопии при термической обработке.

В данной работе изучаются электронные спектры, снятые с монокристаллического кремниевого образца. Промышленные пластины кремния помещались в вакуум. Количество примесей на поверхности образца изменялось в процессе термической обработки. Максимальная температура нагрева образцов составляла 1200 °С, максимальное время нагрева составляло 3–5 мин. [2].

На каждой стадии термообработки при энергии первичных электронов 450 эВ были записаны Оже-спектры (см. рисунок). Запись спектров осуществлялась в виде первой производной от функции распределения по энергиям электронов dN/dE . Амплитуда модулирующего напряжения 0,8 В. Давление в рабочей камере установки при записи спектров составляло $\sim 10^{-7}$ Па.



Видно, что на оже-спектре присутствует пик с энергией 88,52 эВ. Он соответствует пику кремния,

а пик с энергией 271,74 эВ является пиком оже в углероде. Оже-пики других элементов на спектре не наблюдается. В качестве величины, характеризующей содержание Si и C на поверхности образца было принято отношение амплитуд их оже-пигов (I_{Si}/I_C). Отношение амплитуд соответствует 15,75 эВ. Из соотношения оже-пигов определяется элементный состав поверхности и примесей, которые присутствуют на этой поверхности. Аналогичным образом обрабатывались и другие спектры. Результаты представлены в табл. 1.

Экспериментальные данные обработанных спектров

ОЖЕ				
Si		C		I _{Si} /I _C
E(эВ)	I _{pp} (пиксел)	E(эВ)	I _{pp} (пиксел)	
88.63	164	272.55	21	7.9
89.8	258	273.40	26	9.92
88.44	311	267.96	30.72	10.2
88.52	252.30	271.34	16.45	15.75
92.08	395.1	-	-	-
93.67	607	-	-	-

Из данной таблицы видно, что кремниевая поверхность постепенно очищается, зависимость амплитуд оже-пигов кремниевого образца увеличивается, а углерода с течением времени уменьшается, что свидетельствует о том, что кремниевая поверхность действительно очищается от углеродосодержащих примесей.

Библиографические ссылки

1. Оура К., Лифшиц В. Г., Саранин А. А. и др. Введение в физику поверхности / под ред. В. И. Сергиенко. М.: Наука, 2006. 490 с.
2. Александрова Г. А., Паришин А. С. Экспериментальные методы электронной спектроскопии поверхности твердых тел; СибГАУ. Красноярск., 2005. 82 с.

© Тачеева Н. Н., 2013

УДК 623.273

И. А. Якубов
 Научные руководители – В. С. Жигалов, В. Г. Мягков
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ И МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ПЛЕНОК, ПОЛУЧЕННЫХ ТВЕРДОФАЗНЫМ СИНТЕЗОМ, В СИСТЕМЕ Mn-Si С ПРИМЕСЯМИ Ge И C

Исследованы фазовые превращения и магнитные свойства пленок Mn на подложке Si, полученных твердофазным синтезом, с добавлением примесей Ge и C.

В настоящее время идет постоянное наращивание возможностей и мощностей цифровых и электронно-вычислительных устройств. Увеличение производительности таких устройств упирается в невозмож-

ность бесконечного уменьшения размеров. На сегодняшний день решение этой проблемы видится в замене электронного носителя информации на использование квантовых свойств частиц. Одним из таких

свойств является спин электрона [1]. Исследование системы Mn/Si для этих целей имеет большое значение, как для фундаментальной науки, так и с прикладной точки зрения, как возможный материал – кандидат для использования в спинтронике.

Целью работы является исследование фазовых превращений в пленках базовой системы Mn/Si-подложка при различных температурах отжига и из-

мерение модификаций намагниченности при легировании в систему элементами: Ge и C.

Изготовление пленок и вакуумный отжиг производились на вакуумной установке с рабочим вакуумом порядка 10^{-5} мм рт. ст. Структурные свойства отожженных образцов исследовались на рентгеновском спектрометре, магнитные свойства изучались на анизометре. Результаты измерений, снятые при комнатной температуре, представлены в таблице.

Результаты измерений пленок Mn-Si и Mn-Ge-Si

Mn-Si				Mn-Ge-Si [001]		
Ориентация	t, °C	Фаза	J, Гс	t, °C	Фаза	J ₂ , Гс
[001]	300	MnSi	0÷10	250	Mn ₅ Ge ₃	56
[111]	300	MnSi	0÷10	450	Mn Si Mn ₁₅ Si ₂₆	56
[001]	400	Mn ₅ Si ₁₃ Mn Si	0÷10	485	Mn ₁₅ Si ₂₆ Mn Si	200
[111]	400	Mn Si	0÷10	560	Mn ₁₅ Si ₂₆	0÷10
[001]	600	Mn ₁₅ Si ₂₆	0÷10			
[111]	600	Mn ₁₅ Si ₂₆	0÷10			

Из таблицы видно, что пленки Mn на подложке Si при температуре отжига 600°C формируют фазу Mn₁₅Si₂₆, в которой отсутствует ферромагнитное упорядочение при комнатной температуре. При добавлении в систему Ge ~ 5 % и при t = 485 °C, в пленке появляется намагниченность (J = 200 Гс). Дальнейшее повышение температуры способствует исчезновению магнетизма. Отжиг образцов Mn-Si в углеводородной среде не влияет на структурные и магнитные свойства.

Библиографические ссылки

1. Валиев К. А., Кокин А. А. *Квантовые компьютеры: надежды и реальность*. М., Ижевск : РХД, 2004. 320 с.
2. Жигалов В. С. и др. *Методы получения магнитных слоев и исследования их физических свойств* : учеб. пособие. 2008. 164 с.

© Якубов И. А., 2013

УДК 621.313.13.1

К. Г. Анисимова
 Научный руководитель – А. А. Фадеев
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЭДМ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛА

Произведен сравнительный анализ различного оборудования для ППД. Представлены графики для анализа характеристик оборудования.

С развитием машин полагается и рост технического оборудования, а также методов обработки деталей. Широко известно использование метода поверхностного пластического деформирования (ППД), достоинством которого является технологическая универсальность и экономичность. В результате деформирования поверхностного слоя детали увеличивается твердость металла, что улучшает эксплуатационные показатели детали – повышается выносливость, сопротивление схватыванию и другие показатели. Этому отвечают кузнечнопрессовые машины, машины ударного действия. Применение линейных двигателей в прессах и молотах позволяет непосредственно преобразовывать электроэнергию в кинетическую энергию прямолинейного движения инструмента, что существенно упрощает привод и повышает производительность работы [1].

Важным этапом является оптимизация оборудования: с увеличением ударной мощности уменьшить

массу, а также найти и другие области применения линейных двигателей не только в промышленности, но и мелкосерийном производстве, в быту. Разработаны перспективные направления использования ЛЭДМ в ППД за счет высокой производительности, надежности и быстродействием в ударных режимах.

Произведен сравнительный анализ различного оборудования для ППД. На рис. 1 рассмотрены различные виды оборудования, работающего в режиме пресса. Результаты представлены на графике зависимости номинального усилия (т) от массы (кг) оборудования.

Анализ характеристик позволяет установить, что в прессовом режиме ЛЭДМ невыгодно, ввиду малого статического усилия.

На другом графике представлена зависимость произведения удельной энергии удара (ударной мощности) и частоты ударов в минуту (Дж·уд/(мин·кг)) от массы установки (кг) (рис. 2). Также указаны величины аппроксимации.

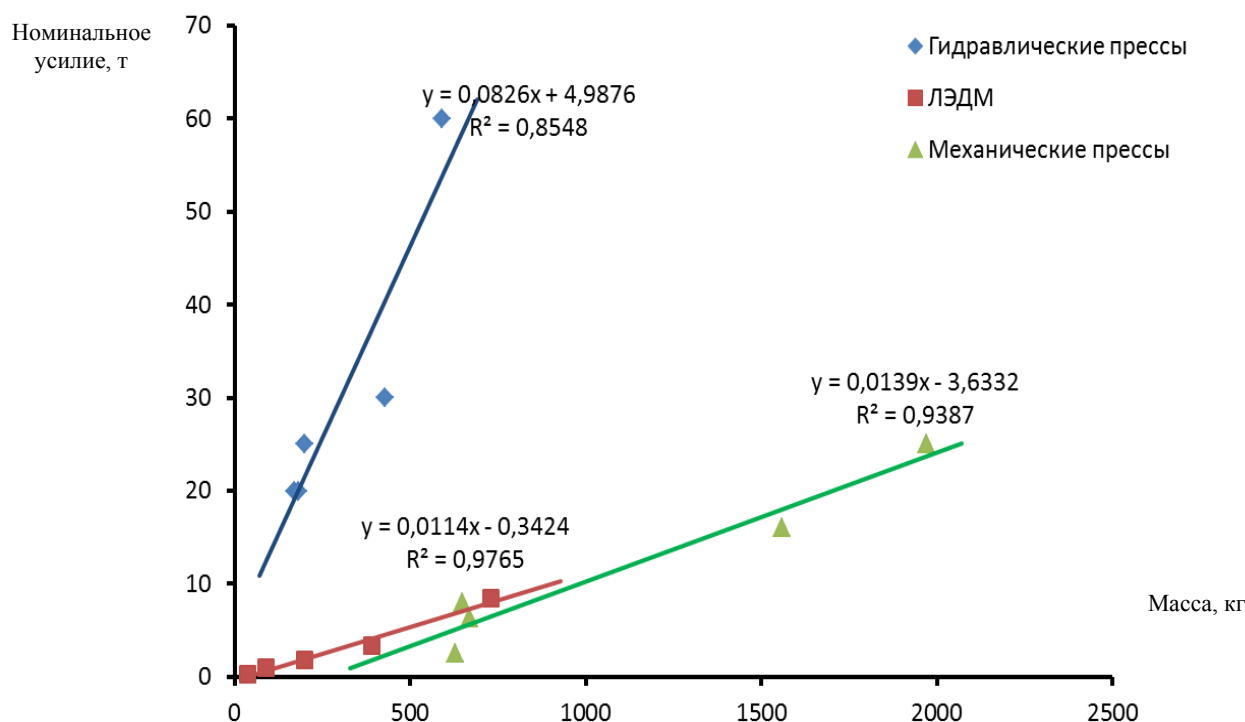


Рис. 1. Сравнительный анализ прессового оборудования

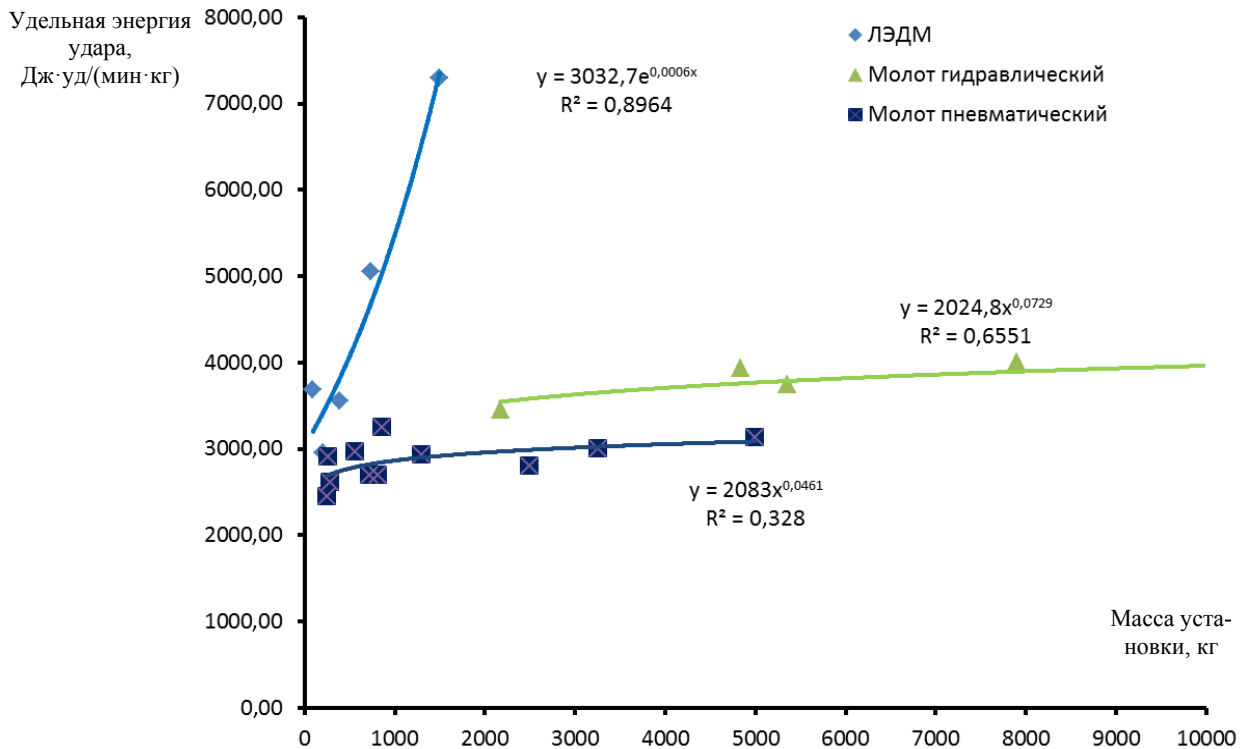


Рис. 2. Сравнительный анализ оборудования ударного воздействия

Гидравлическая и пневматическая ударные мощности относительно постоянны и слабо меняются при увеличении массы и увеличении энергии удара, которая намного выше энергии удара ЛЭДМ. Недостаток – низкое быстродействие. Что касается ЛЭДМ, то увеличение энергии не существенно влияет на характеристики работы.

Для исследования режимов работы ЛЭДМ разрабатывается исследовательская разработка [2].

Библиографические ссылки

1. Шестаков И. Я., Стрюк А. И., Фадеев А. А. *Линейные электродинамические двигатели. Конструирование. Практическое использование: монография.*; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2011. 148 с.
2. *Решетневские чтения: материалы XVI Междунар. науч. конф., посвящ., памяти генер. конструктора ракет.-космич. систем акад. М. Ф. Решетнева (7–9 нояб. 2012, г. Красноярск): в 2 ч. / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2012. Ч. 1. 458 с.*

© Анисимова К. Г., 2013

УДК 622.24:681.523

А. П. Гурский

Научный руководитель – В. Г. Жубрин

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРИВОДА ПРОИЗВОЛЬНОГО ВИДА

Рассмотрена задача математического моделирования и исследования динамических характеристик гидропривода произвольного вида на примере привода буровой машины.

Задачи математического моделирования и динамического анализа приводов машин на стадии их разработки возникают постоянно. Это связано с тем, что в современных машинах привод представляет сложную, разветвленную систему, для которой непрерывное чередование процессов разгона и торможения является нормальным эксплуатационным режимом. В настоящее время гидравлический привод занял доминирующее положение среди приводов

огромного класса технических объектов.

Несмотря на большое разнообразие систем гидроприводов, их легко представить в виде набора типовых элементов. В случае принятия за основу исследования динамики привода структурного подхода для каждого из этих элементов могут быть разработаны соответствующие математические модели, из которых в дальнейшем может быть синтезирована любая система.

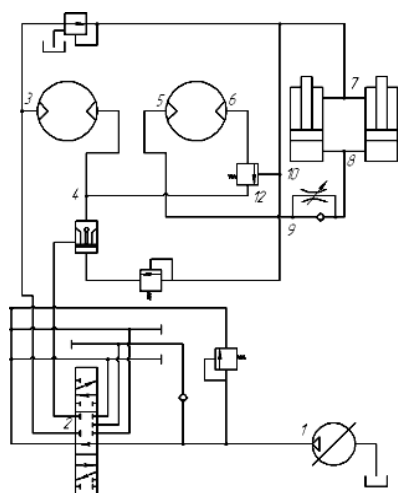


Рис. 1. Схема гидравлического привода буровой машины

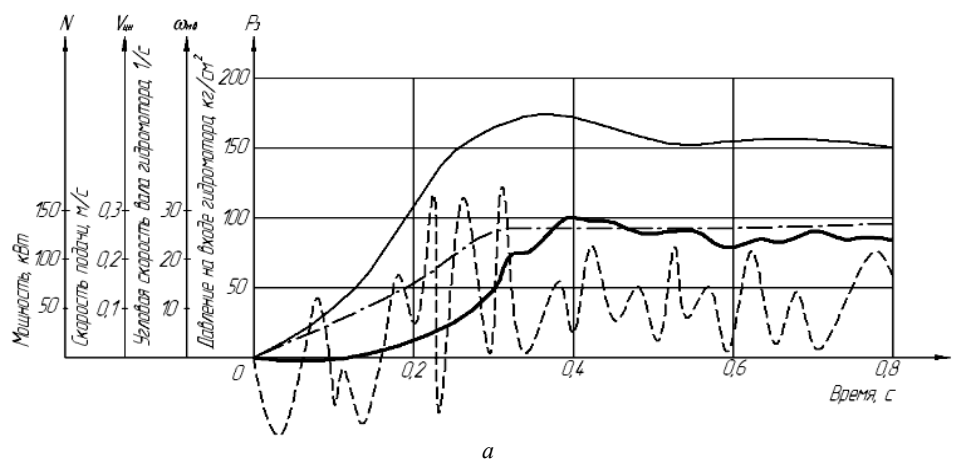
В качестве объекта исследования выбран гидравлический привод буровой машины, представленный на рис. 1.

При составлении математической модели приняты следующие допущения: рабочая жидкость имеет постоянную вязкость, плотность и объёмный модуль упругости, прочность грунта неизменна в процессе бурения и оценивается числом ударов плотномера ДорНИИ. Данный показатель принят в классификации грунтов по трудности их разработки.

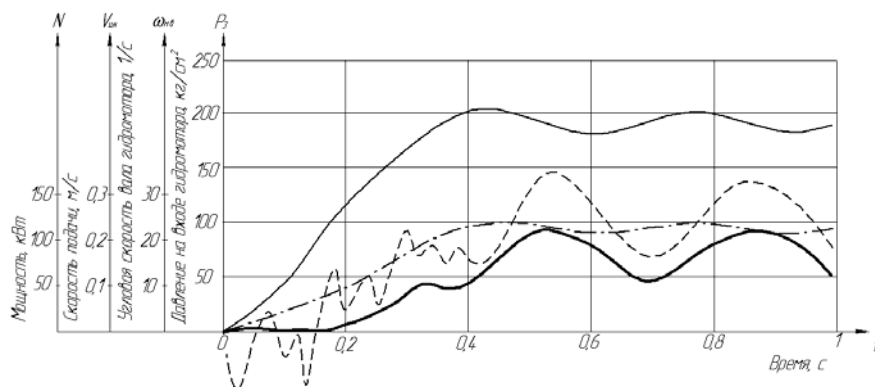
В результате реализации математической модели на ЭВМ были получены временные зависимости скоростей подачи и вращения бурильного инструмента, а также давлений в напорной магистрали для различных значений сопротивления разрушаемой среды, т.е. различных грунтовых условий. На рис. 2 представлены графики подобных зависимостей для случаев бурения грунтов с минимальной и максимальной прочностью.

Колебательный незатухающий режим при бурении слабых грунтов (рис. 2, а) снижает работоспособность привода. Для ликвидации нежелательных явлений возможно принудительное снижение скорости подачи, что возможно при введении в гидравлическую схему регулируемого дросселя на выходе гидроцилиндров подачи.

Наилучшие результаты, с точки зрения минимальной длительности переходного процесса, получены при бурении грунтов прочностью от 150 до 300 ударов по плотномеру ДорНИИ. Увеличение прочности грунта влечёт за собой снижение толщины стружки, а следовательно, уменьшение, прежде всего, скоростей подачи (если при прочности грунта до 50 ударов она равнялась в среднем 3 м/мин, то при прочности 300 ударов снизилась до 0,54 м/мин). Это обеспечивает достаточно быструю стабилизацию давления в нагнетающем трубопроводе на высоком уровне 16,0–17,0 МПа, а время переходного процесса при бурении грунта прочностью 300 ударов составляет 0,5 с (рис. 2, б).



а



б

Рис. 2. Изменение давления на входе гидромотора вращения (—), мощности привода (---), угловой скорости вала гидромотора вращения (-) и скорости подачи (---) при бурении грунта прочностью 50 (а) и 300 (б) ударов плотномера ДорНИИ

Для оптимизации нагрузочного режима с целью повышения надежности привода, при одновременном повышении производительности бурового оборудования, требуется совершенствование конструкции гидропривода в части автоматизации перераспределения

потоков мощности между приводами подачи и вращения буровой штанги.

© Гурский А. П., 2013

УДК 621.822.61

А. С. Ереско
 Научный руководитель – С. П. Ереско
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ГИДРОСИСТЕМЫ ПРИВОДА РЫЧАЖНЫХ ГИДРОМЕХАНИЗМОВ

Рассмотрены конструктивные особенности универсального гидропривода на основе трехсекционного телескопического гидроцилиндра двухстороннего действия на примере рабочего оборудования контейнеровоза-перегрузателя на автомобильном шасси.

Мобильные подъемно-транспортные машины обычно оснащены гидроприводом, имеющим ряд преимуществ по сравнению с машинами с механическим приводом рабочего оборудования. Подъемно-транспортные и строительные работы, выполняемые посредством гидравлических устройств, позволяет не только повысить производительность выполняемых работ, но и сократить применение ручного труда, а также значительно снизить стоимость выполнения этих работ. Грузоподъемные механизмы выполняются плоскорычажными, включающими в себя стрелы, рукояти грузозахватного устройства (вилы, грейферы, ковши), имеющие собственные приводы для осуществления функционирования отдельных элементов механизма. Обычно мобильные подъемно-транспортные машины предназначены для подъема и транспортировки штучных и сыпучих грузов. Главными недостатками известных грузоподъемных механизмов контейнеровозов-перегрузателей является обилие исполнительных гидроцилиндров, требующих соответствующего подключения с помощью гидромагистралей, что в целом удорожает конструкцию и снижает её надежность вследствие увеличения числа элементов конструкции и вероятности выхода их из строя.[1–3].

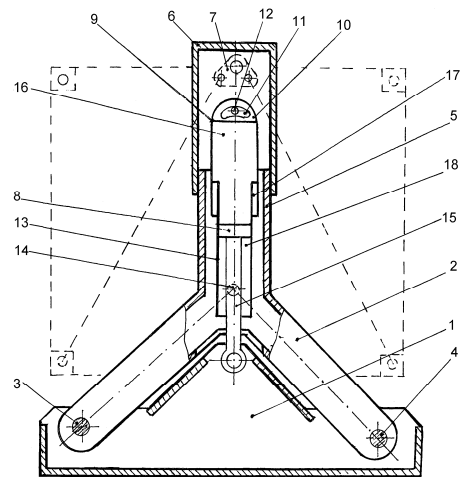


Рис.1. Грузоподъемный механизм контейнеровоза-перегрузателя

В докладе предлагается упрощение конструкции при одновременном повышении надежности грузоподъемного механизма. Предлагаемая конструкция грузоподъемного механизма приведена на рис. 1 [4].

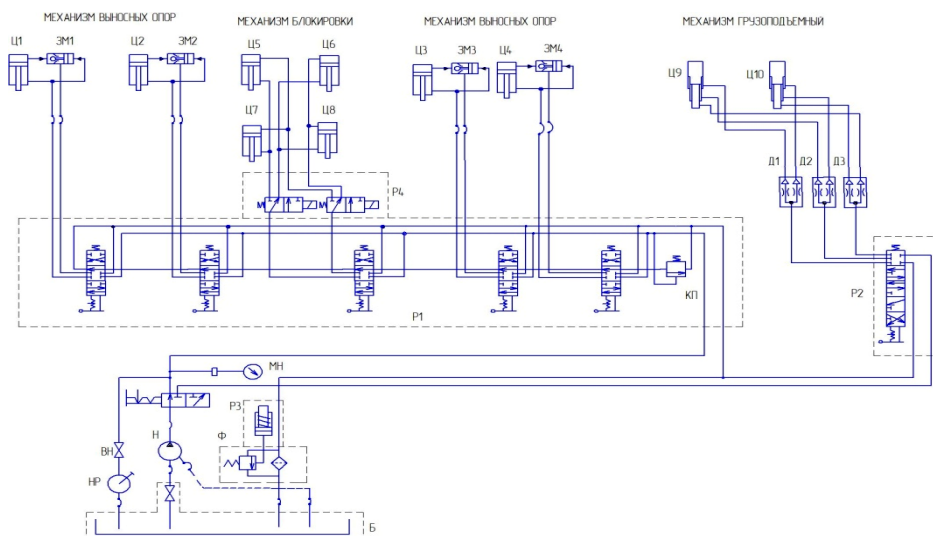


Рис. 2. Схема гидравлическая принципиальная привода контейнеровоза-перегрузателя

На рис. 2 приведена схема привода контейнеро-за-перегрузателя. Данная схема имеет преимущества перед схемами аналогичных машин, благодаря ряду преимуществ: сокращено количество исполнительных гидроцилиндров, соответственно уменьшено количество гидромагистралей, все гидроцилиндры, кроме грузоподъемных, стандартные, что позволяет значительно снизить себестоимость всей установки.

Библиографические ссылки

1. Погрузочно-разгрузочное устройство контейнеро-за-перегрузателя / А. с. № 1238991. Оpubл. 23.06.86 // БИ № 23.
2. Транспортное средство для перевозки контейнеров / А. с. № 1184711. Оpubл. 15.10.85 // БИ № 38.

3. Транспортное средство для перевозки и механизированной погрузке-выгрузке крупнотоннажных контейнеров / А. с. № 1502415.

2. Патент РФ № 2173270 Грузоподъемный механизм / А. С. Ереско, С. П. Ереско. 25.10.1999. Оpubл. 10.09.2001. Бюл. № 25.

3. Патент РФ № 2195276. Фронтальный погрузчик / А. С. Ереско, С. П. Ереско и др. 25.10.2002. Оpubл. 20.09.2003. Бюл. № 26.

4. Патент РФ № 2233237 Гидросистема управления рабочим оборудованием фронтального погрузчика / А. С. Ереско, С. П. Ереско, Т. Т. Ереско и др. 17.03.2003. Оpubл. 04.03.2004. Бюл. № 3.

© Ереско А. С., 2013

УДК 338.45:621

П. Е. Ерошенко, М. А. Большаков
 Научный руководитель – В. И. Медведев
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПРОГРАММНО-АППАРАТНАЯ НЕСОВМЕСТИМОСТЬ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Представлен краткий обзор проблемы программно-аппаратной несовместимости (ПргАппС) сложных объектов машиностроения (СИМ). Рассмотрен и проанализирован уровень качества продукции технологического оборудования, сложных приборов машиностроения, отдельных его блоков и устройств.

Понятие «совместимость (*compatibility*)» появилось в ходе разработки американской космической программы «Аполлон», во время противостояния космической программы США и СССР в середине XX-го века. Так, задача обеспечения технической совместимости (ТС) сложных изделий машиностроения (СИМ), предстала перед проектировщиками отечественной инженерии одной из важнейших задач, в целях согласованности программ и аппаратуры систем ракет и космических аппаратов.

Вопросами программно-аппаратной совместимости (ПргАппС) техники стали заниматься не только инженеры, но и научные сотрудники, и даже известные учёные [5]. Целевые исследования охватили всю технику в целом, стали исследоваться многие частные виды совместимости, стал наводиться порядок в терминологии, установилось понятие «техническая совместимость» [1-3].

Структура системы с процессорами (каналами) «ввода-вывода» применяется в высокопроизводительных вычислительных комплексах (ВК) или вычислительных машинах (ВМ). В таких ВМ система «ввода-вывода» информации строится путем централизации аппаратуры управления «вводом-выводом» на основе применения программно-управляемых процессоров (каналов) «ввода-вывода». Обмен информацией между памятью и периферийным устройством осуществляется через периферийный канал.

Программная совместимость работает по принципу «снизу-вверх», определяемый, как принцип совместимости программного обеспечения (ПО)

«младшей» модели, (принцип переносимости ПО на каждую последующую «старшую» модель ПО), то есть, программное обеспечение «ранней» продукции (изделия с ВК, ВМ, ПК) не сможет обеспечить программную совместимость программного обеспечения изделий нового поколения, даже, если, их конструктивная совместимость будет выполняться.

ПргАппС позволяет осуществлять целенаправленную возможность выполнения одних и тех же программ на различных аппаратных устройствах с различными комплексами машиностроения. Таким образом, проблема ПргАппС остаётся весьма актуальной.

Назревает вопрос, почему наши инженеры не пришли к единой методологии в вопросах обеспечения ПргАппС?

В настоящее время программная совместимость уже не является камнем преткновения [4].

Наборы BIOS даже самых малоизвестных фирм обеспечивают совместимость с компьютерами фирмы IBM. Разработчики программного обеспечения, стремясь расширить использование своей продукции, обязательно учитывают программную совместимость с компьютерами фирмы IBM.

В такой ситуации должен выполняться принцип обеспечения ТС. На производстве такие виды ТС выполняются в виде обеспечения таких видов ТС, как:

- «аппаратная совместимость»;
- «совместимость внутри одного пакета программ»;
- «совместимость плат расширения»;
- «скоростная совместимость».

Так, например, платформа «Windows 95» считается мало пригодной для запуска прикладных программ, использующихся на импортном оборудовании на станках с ЧПУ, а системное обеспечение более новых импортных станков с ЧПУ. Как правило, такое ЧПУ приспособлено для управления конкретного программного продукта (например, CNC PILOT 4290), которое обеспечивает программную совместимость (ПргмС) только определённого типа универсальных станков, а принцип совместимости «снизу-вверх» не выполняется.

Как же поступать в оценке уровня технической совместимости СИМ?

В качестве аналогов можно применять отечественные или зарубежные стандарты и технические условия. При этом должно иметься технико-экономическое обоснование, возможности и необходимости достижения заданных в стандарте значений показателей качества. Кроме того, при использовании зарубежных стандартов должна быть уверенность в том, что основная часть продукции в данной стране выпускается по принятому за «аналог» стандарту. В любом случае, аналог следует выбирать в результате анализа и прогноза мирового уровня качества рассматриваемой продукции.

Программно-аппаратная совместимость СИМ может быть достигнута или не достигнута. Уровень обеспеченности ПргАппС может осуществляться различными способами. Во время разработки сложных изделий машиностроения с программными системами управления необходимо учитывать то обстоятельство, что показатели, предъявляемые к продукции, должны достигать максимального эффекта исходя из своего целевого назначения [6; 7].

УДК 621.822.61

Н. Н. Келеров

Научный руководитель – С. П. Ереско
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ГИДРОПРИВОДА СУДОВОГО ПОДЪЕМНИКА КРАСНОЯРСКОЙ ГЭС

Рассмотрены конструктивные особенности судового подъемника Красноярской ГЭС. Приведены результаты исследования схемы гидропривода.

Судовозная камера (самоходный шлюз) судоподъемника, осуществляющая транспортировку судов, является самым сложным и наиболее ответственным объектом сооружения. Она состоит из приемного бассейна (шлюзовой камеры), опирающейся на косяковую несущую часть камеры, выполненную в виде двух безраскосных плоских ферм с наклонным нижним поясом. Передача веса камеры на судовозные пути, передвижение судовозной камеры по рельсовым надводным и подводным путям, установленным с уклоном 1:10, а также удержание камеры на путях неподвижно производится посредством 78-и двухколесных опорно-ходовых тележек. Опорно-ходовые тележки располагаются по 39 единиц на каждой сто-

Библиографические ссылки

1. ГОСТ 34.003–90. Информационная технология. Автоматизированные системы. Термины и определения. М. : Изд-во стандартов, 1990. 17 с.
2. ГОСТ 22315–77. Средства агрегатные информационно-измерительных систем. Общие положения. М. : Изд-во стандартов, 1977. 16 с. ГОСТ 30709-2-002. Техническая совместимость. Термины и определения. Минск : Межгосуд. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2002. 4 с.
3. Носенков А. А., Медведев В. И., Муллин А. М. Совместимость технических систем : учеб. пособие ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2005. 146 с.
4. URL: <http://wincvs.org/rukovodstvo-pk/sushhes-tvuet-neskolko-tipov-sovmestimosti.html>
5. Волкович В. Л., Волошин А. Ф., Горлова Т. М. и др. Методы и алгоритмы автоматизированного проектирования сложных систем управления. Киев : Наук. думка, 1984. 216 с.
6. Медведев В. И. Оценка параметрической совместимости сложных аппаратурных комплексов // Решетневские чтения : материалы XIV Междунар. науч. конф. : в 2 ч. ; под общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2010. С. 230.
7. Медведев В. И. Об обеспечении качества и эффективности сложных изделий машиностроения с учётом их технической совместимости // Решетневские чтения : материалы XIV Междунар. науч. конф. : в 2 ч. ; под общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2012. С. 22–23.

© Ерошенко П. Е., Большаков М. А., 2013

роне камеры. Боковые стенки приемного бассейна образованы помещениями машинных залов левого и правого бортов. В бортовых залах располагаются главные насосные агрегаты гидропривода передвижения судовозной камеры, его система управления и насосные агрегаты подпитки, маслонасосные установки и аппаратура управления гидроприводов системы гидроопор, системы тормозов, сегментного затвора, компрессорные установки пневмосистемы, механизмы швартовых устройств, блоки фильтрации рабочей жидкости и другие элементы технологического оборудования.

Гидроприводом называется совокупность устройств, предназначенных для передачи механической

энергии и преобразования движения механизмов за счет гидростатического напора рабочей жидкости, с одновременным выполнением функций регулирования и реверсирования скорости движения выходного звена исполнительного механизма. Основные системы технологического оборудования СК имеют электрогидравлическое управление. Один из торцов приемного бассейна глухой. Он представляет из себя 5-этажную металлическую каркасную конструкцию, в помещениях и на открытых площадках которой расположены трансформаторные подстанции и комплектное распределительное устройство (КРУ-6 кВ) электроснабжения систем камеры, щиты станции управления (ЩСУ), стационарная аккумуляторная батарея 220 В, насосная пожаротушения и пульт управления судовозной камерой.

Другой торец приемного бассейна – открытый для захода судов, оснащен сегментным затвором с гидроцилиндром для его подъема и опускания.

Основные параметры судовозной камеры:

длина габаритная – 113,55 м

ширина габаритная – 26,5 м

высота – 30,0 м

длина приемного бассейна (полная) – 90,0 м

длина приемного бассейна (полезная) – 87,7 м

ширина приемного бассейна (полная) – 18,0 м

ширина приемного бассейна (полезная) – 17,2 м

максимальный уровень воды в приемном бассейне – 2,2 м

скорость передвижения по наклонным судовозным путям – до 20 м/мин

масса судовозной камеры без воды – 4 530 т

масса судовозной камеры с уровнем воды в приемном бассейне 2,2 м – 8 100 т

число опорно-ходовых тележек – 78 ед.

число гидромоторов гидропривода передвижения – 156 шт.

мощность (установленная) гидропривода передвижения – 11 700 кВт

суммарная мощность энергетических установок – 17 000 кВт

тяговое усилие, развиваемое гидроприводом передвижения – $850 \cdot 10^4$ Н

давление рабочей жидкости (индустриальное масло И-30 по ГОСТ 20799-88) в системе гидропривода передвижения – до 12,5 МПа

общий объем рабочей жидкости в гидросистеме – 153 т

В качестве привода передвижения судовозной камеры предусмотрен гидравлический объемный привод, состоящий из нагнетательной группы (17 аксиально-поршневых насосов НПА-12 с общей максимальной производительностью 61 200 л/мин.) и приводной группы (156 радиально-поршневых гидромоторов 1МР16С).

Такой состав гидропривода передвижения СК удовлетворяет требованиям высокой степени регулирования скорости для выполнения сложного графика движения камеры и компактности – при размещении оборудования и узлов приводных механизмов.

Регулирование скорости вращения валов гидромоторов и, соответственно, скорости движения СК по

судовозным путям производится путем изменения расхода масла подаваемого в гидромоторы. Регулируемые гидронасосы НПА-12 позволяют изменить производительность от нуля до максимального значения и направление подачи масла.

Электроснабжение всех агрегатов и электрооборудования судовозной камеры осуществляется от трехфазной контактной сети напряжением 35 кВ через собственные трансформаторные подстанции 35/6 кВ (2 трансформатора ТД 10 000/35) и 6/0,4 кВ (2 трансформатора ТСЗ-400/6 и 1 трансформатор ТМ 630/6). Токосъем с трехфазной контактной сети 35 кВ осуществляется пантографами электровозного типа.

Особенность электросхем судовозной камеры заключается в том, что при её движении вниз по наклонным судовозным путям вырабатывается электроэнергия, которая выдается в энергосистему. Вследствие этого, общее потребление электроэнергии при перевозке судов из ВВ в НБ ниже, чем при перевозке в обратном направлении.

Передвижение судовозной камеры осуществляется с помощью 156-и гидромоторов 1МР16С, смонтированных на 78-и опорно-ходовых тележках. При движении СК вверх по судовозным путям гидромоторы работают в моторном режиме, выполняя функцию подъема, а при движении вниз – в насосном, выполняя функцию тормозной системы.

Вес судовозной камеры передается на опорно-ходовые тележки через гидроопоры, являющиеся составной частью тележек. Гидроопоры тележек гидравлически объединены в 4 группы: две боковые по 26 тележек в каждой и две торцевые по 13 тележек. Такой способ опирания судовозной камеры позволяет равномерно распределять нагрузку от её веса на опорно-ходовые тележки. Гидроопоры всех тележек одной группы соединены между собой общей гидросистемой, обеспечивающей распределение нагрузки воспринимаемой части веса камеры равномерно на все тележки данной группы.

Гидроопора закреплена шарнирно в центральной части рамы опорно-ходовой тележки СК. Она имеет возможность поворота на некоторый угол в продольной плоскости. Швартовное устройство состоит из механической и гидравлической частей. Механическая часть представляет собой 8-и кратный полиспаг с контргрузами. Гидравлическая часть, соединенная с механической, состоит из гидроцилиндра и гидросистемы. Настройкой предохранительного клапана гидросистемы обеспечивается расчетное усилие удержания судна при его швартовке. В случае экстренной остановки СК, например, при отключении электроснабжения, инерционные силы, действующие на перевозимое судно, уравниваются реакцией швартовных устройств. Наибольшее перемещение судна по инерции вдоль приемного бассейна к сегментному затвору или в сторону торцевой надстройки не превышает 7-и метров. Этим обеспечивается сохранность судна и конструкций приемного бассейна СК.

В целях обеспечения безопасности перевозки флота, недопущения значительного превышения установленной скорости движения СК на камере имеются два дублирующих друг друга аварийных привода (уст-

ройства). Аварийный привод предназначен для воздействия на гидросистему тормозов с целью наложения их в тех случаях, когда нарушена нормальная схема управления гидроприводом передвижения и камера с повышенной скоростью движется вниз по уклону.

Аварийный привод имеет центробежный исполнительный механизм, связанный механической передачей с зубчатым колесом опорно-ходовой тележки, приводы настраиваются на срабатывание при скорости движения СК 23–27 м/мин.

© Келеров Н. Н., 2013

УДК 629.78.01:621.828

В. В. Кузнецов

Научный руководитель – С. П. Ереско
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

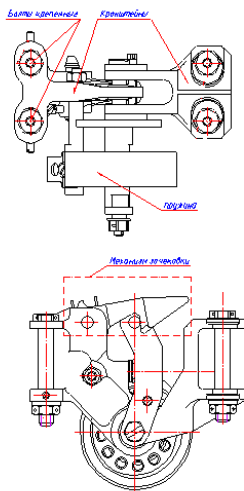
МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГИБКИХ ШАРНИРОВ

В настоящее время, в современных космических летательных аппаратах (КА), широко используются, в различных трансформируемых механических системах, пружинные приводы. К этим приводам предъявляются жесткие требования по надежности и точности раскрытия. Они предназначены для перевода механических систем из транспортировочного положения в рабочее.

На данный момент широкое распространение получили пружинные приводы вращающиеся вокруг оси. Такие пружинные приводы принято называть жесткими шарнирами.

Жесткие шарниры данного типа обладают необходимыми запасами по надежности и раскрывающим моментам, обеспечивают разворот на 180°, но имеет ряд недостатков:

- низкая технологичность изготовления в виду большого количества деталей и их сложности;
- наличие механизма зачековки;
- наличие большого количества пар трения, а, значит, и дополнительных покрытий для снижения трения;
- необходимость регулировки для нормального функционирования;
- достаточно большая масса.



В виду вышеперечисленного, возникает необходимость в создании шарнирных узлов, основанных на использовании гибких элементов, которые смогут устранить вышеуказанные недостатки жестких шарниров.

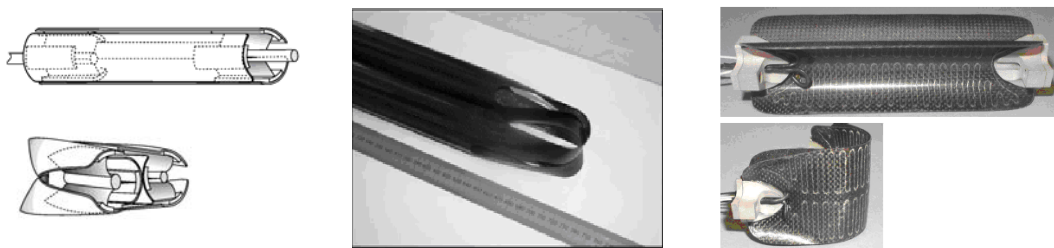
Для того что бы определиться с конструкцией гибкого шарнира был проведен анализ зарубежных конструкций такого типа. Так, например существуют следующие типы конструкций: гибкий шарнир состоящий из трех отдельных профилированных пластин, гибкий шарнир из разрезной трубы, так же ведутся разработки гибких шарниров на основе материалов с памятью формы.

Проведенный анализ показал, что большого распространения подобные конструкции пока не получили, но их разработки ведутся достаточно активно. Так же, в ходе анализа было выявлено, что разрабатываемые конструкции смогут обеспечить раскрытие трансформируемых систем, однако помимо раскрытия шарнир должен обеспечивать требования по контролепригодности, удержанию изгибающего момента и зачековки в рабочем положении. Включив в конструкцию обкатные кулачки, можно обеспечить требование по удержанию изгибающего момента. Этот момент возникает в конце раскрытия шарнира от того, что раскрываемый элемент останавливается в конце хода раскрытия. Изгибающий момент сдерживается сомой пружиной, за счет того, что геометрия кулачков построена таким образом, что по достижении угла раскрытия в 180° дальнейшее перекачивание не возможно и происходит растяжение пружины, таким образом удерживается изгибающий момент. Требование по зачековки так же обеспечивается пружиной, поскольку в раскрытом положении получается довольно жесткий профиль. Контролепригодность можно обеспечить установив датчик, который будет подтверждать факт раскрытия шарнира.

Для решения задачи подтверждения работоспособности конструкции шарнира, я предлагаю воспользоваться следующими расчетными схемами:

1. Воздействие от изгибающего момента:

Изгибающий момент возникает в конце раскрытия шарнира. Он будет изгибать конструкцию шарнира с силой P , которая в свою очередь будет воздействовать



на ленточную пружину с силой P_1 . Для подтверждения способности конструкции выдерживать нагрузки от изгибающего момента необходимо рассчитать сможет ли выдержать пружина растягивающую нагрузку от силы P_1 .

2. Момент сопротивления раскрытию

При раскрытии шарнира кабельная сеть, проложенная через его конструкцию, будет изгибаться по мере раскрытия шарнира, и создавать дополнительное усилие которое необходимо преодолеть, что бы раскрыть шарнир. Это усилие и будет создавать момент сопротивления раскрытию. Важно что бы момент раскрытия создаваемый шарниром был всегда больше момента сопротивления раскрытию.

Выводы. Для создания подобного рода конструкций необходимо сформировать методику их проектирования. Это достаточно объемная задача включающая в себя:

- моделирование параметров нагрузочного режима и условий эксплуатации;
- проведение серий экспериментов для набора статистики и получения экспериментальных данных, которые позволят определить зависимость между моментом раскрытия и типами гибких элементов;

- вывод универсальных формул на основе данных полученных из экспериментов;
- сведение всех полученных данных в методическое пособие;
- создание автоматизированного пакета программ, на основе полученных формул, для расчета основных параметров.

Задача создания такой методики является темой моей будущей кандидатской диссертации. По предлагаемой мной конструкции гибкого шарнирного узла подготовлена заявка на изобретение.

Библиографические ссылки

1. Allen H. G. and Bulson P. S. (1980). *Background to buckling*. London, McGraw-Hill. Auternaud, J., Bartevain, J., Bertheux, P., Blanc, E., de Mollerat du Jeu, T., Foucras, J., Louis, M., Marelllo, G., Poveda, P. and Roux, C. (1992) *Selfmotorized antifriction joint and an articulated assembly, such as a satellite solar panel, equipped with such joints*.
2. Pellegrino S., Green C., Guest S. D., Watt A. Article «Improved design disclosed SAR. Release Date: November 18, 2000.

© Кузнецов В. В., 2013

УДК 662.822

Е. В. Кукушкин, В. А. Меновщиков
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МАЛОЦИКЛОВАЯ УСТАЛОСТЬ ИГОЛЬЧАТОГО ПОДШИПНИКА

Рассматриваются основные направления развития, связанные с поведением поверхности материала в зоне трения при динамических нагрузках в условиях работы. Вопросы малоцикловой усталости игольчатого подшипника.

Проблема малоцикловой прочности элементов конструкций становится актуальной в 50-е годы в связи с развитием реактивной техники, атомной энергетики и созданием уникальных изделий и инженерных конструкций в различных отраслях машиностроения.

В связи с различными процессами разрушения игольчатых подшипников при низких и высоких уровнях максимальных напряжений цикла, различаем два вида усталости: малоцикловую и многоцикловую. Малоцикловая усталость – усталость материала, при которой усталостное повреждение или разрушение происходит при упругопластическом деформировании. Многоцикловая усталость – усталость материала, при которой усталостное повреждение или разруше-

ние происходит в основном при упругом деформировании.

Количественная оценка контактной усталости выражается в числе циклов нагружения или в часах работы до возникновения усталостных разрушений поверхностей. Циклически изменяющиеся контактные напряжения вызывают возникновение трещин и отделения частиц материала, поверхностное разрушение в виде ямок выкрашивания (питтинг), трещин, отслаивания [1].

Как правило, малоцикловая усталость возникает при работе игольчатого подшипника с числом циклов нагружения $\sim 10^5$. Поскольку современные транспортные машины имеют пробег $2,5 \cdot 10^5$ ($3 \cdot 10^5$) км,

при средней скорости 60 км/ч определим долговечность по формуле (1) с учётом влияния смазки [1].

$$L_{10h} = a_1 a_{23} \left(\frac{C_r}{P} \right)^m \frac{10^6}{60n} \geq [L_{10h}] \quad (1)$$

где

$$P = \left(P_A l_p + \frac{12 A l_n d_n \sin \psi}{\sqrt{4 d_n^2 \sin \psi + (d_n - d'_n K)}} + \frac{G}{2g} \omega_b^2 (H - l_{об}) \right) k_\sigma k_\tau$$

получим:

$$L_{10h} = 4,2 \cdot 10^3 (5 \cdot 10^3) \text{ ч.}$$

В связи с этим, будем рассматривать работу игольчатого подшипника при малоциклового усталости. По данным ВНИИПП (РГМ 37.006.299-80) долговечность составляет $L_{10h} = 8 \div 12 \cdot 10^3$ ч. Расчет по общепринятой методике по ГОСТ 18855-94 и ИСО 281-89 позволяют получить результаты в пределах $L_{10h} = 15 \div 20 \cdot 10^3$ ч. Большой разброс долговечности говорит о том, что реальные условия работы и эксплуатации не учтены при расчёте и выборе подшипников на стадии проектирования.

Особый интерес в механике разрушения игольчатых подшипников при малоциклового усталости представляет фактор времени. С ним связан широкий круг задач по прогнозированию долговечности конструкционных материалов и управлению сроком службы изделий. В работе [3] было отмечено, что «установление закономерностей эволюции системы требует введения в уравнение механического состояния фактора времени». Исследованию взаимосвязи времени с параметрами прочности посвящено немало работ, однако большинство из них связано с изучением длительной прочности материалов при ползучести, что обусловлено прикладной важностью данной проблемы. Поскольку скорость течения времени в системе зависит от степени воздействия отклоняющих факторов [2, 3, 4], возникает вопрос о нулевом значении параметра. Можно ли оценить нулевое значение системного времени так же, как это делается для температуры, давления, энтропии или других параметров. С каким физическим явлением связана точка отсчета времени при анализе долговечности материалов. Анализ данной проблемы показывает, что фактор времени современной наукой еще не достаточно изучен. Тра-

диционное восприятие долговечности системы как времени от начала ее нагружения до момента разрушения физически не вполне обосновано.

На основе проведенного анализа поставлены следующие задачи исследования:

1. Исследовать механизмы усталостного разрушения игольчатых подшипников при разных углах качения.

2. Исследовать процесс разрушения игольчатых подшипников, развивающийся в течение конечного времени в зависимости от скорости нагружения с учётом механизмов конкретных способов разрушения связей.

В заключение отметим, что наиболее существенным во всей приведенной работе, по нашему мнению, является то, что малоциклового усталость игольчатого подшипника является актуальным вопросом и требует дополнительных исследований в этом направлении.

Многие недостатки отечественных машин, их низкий ресурс связаны с недооценкой динамики при расчёте, проектировании и эксплуатации. Физические процессы при трении качения игольчатого подшипника обусловлены закономерностями взаимодействия твердых тел, при упругой и пластической деформации микронеровностей поверхностей, теплопереносом, адгезией и гидродинамикой смазки.

Библиографические ссылки

1. Меновщиков В. А., Ереско С. П. Исследование и совершенствование игольчатых подшипников карданных передач транспортно-технологических машин : монография. Красноярск : Изд-во КрасГАУ, 2006. 283 с.
2. Ибатуллин И. Д. Кинетика усталостной повреждаемости и разрушения поверхностных слоев : монография. Самара : Самар. гос. техн. ун-т, 2008. 387 с. : ил.
3. Регель, В. Р., Слуцкер А. И. Структурно-динамическая гетерогенность – основа физики разрушения твердых тел // Соросовский образовательный журнал. Т. 8. № 1. 2004. С. 86–92.
4. Пригожин И., Кондепуди Д. Современная термодинамика. От тепловых двигателей до диссипативных структур : пер. с англ. Ю. А. Данилова, В. В. Белого. М. : Мир, 2002. 461 с.
5. Троценко В. Т. Усталость и неупругость металлов. Киев : Наукова думка, 1971. 267 с.

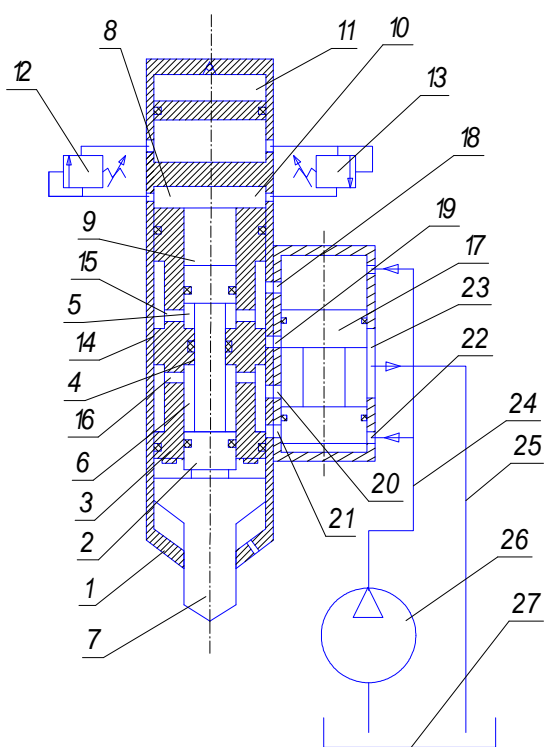
© Кукушкин Е. В., Меновщиков В. А., 2013

Е. В. Кукушкин
 Научный руководитель – Т. Т. Ереско
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ РУЧНОГО ГИДРОМОЛОТА

Приведено описание конструкции адаптирующегося самобалансного гидроневмоагрегата для разрушения грунтов и покрытий различной прочности

На основании проведенных теоретических исследований с использованием методов имитационного моделирования [1] была разработана конструкция адаптирующегося самобалансного гидроневмоагрегата для разрушения грунтов и покрытий различной прочности [2], конструкция которого в продольном разрезе приведена на рисунке.



Ударное устройство

Ударное устройство состоит из цилиндрического корпуса 1, в котором коаксиально установлены внутренний и охватывающий бойки 2, 3, входящие один в другой. Их общая поверхность 4 трения образует рабочие камеры 5 и 6, которые расположены между рабочим инструментом 7 и камерой 8 постоянного объема, заполненной рабочей жидкостью, выполняющей роль гидравлической обратной связи между нерабочим торцом 9 внутреннего бойка 2 и нерабочим торцом 10 охватывающего бойка 3. Камера 8 постоянно сообщена с аккумулятором 11 энергии посредством редукционных клапанов 12 и 13, соединенных параллельно и взаимно противоположно относительно их входа и выхода. Наружная поверхность охватывающего бойка 3 имеет две проточки, разделенные пояском 14, относительно которого симмет-

рично расположены отверстия 15 и 16. Управление ударным устройством осуществляется золотником 17, рабочие окна 18–21 которого связаны с соответствующими отверстиями, выполненными в корпусе 1, а управляющие окна 22 и 23 соединены напорной и сливной гидромагистралями 24, 25 соответственно с насосом 26 и баком 27.

Работает ударное устройство в двух режимах: при работе с материалом малой прочности без аккумулятора энергии, когда энергии удара хватает для пробоя разрабатываемого материала. При этом ударные бойки 2, 3 совершают полные ходы за счет подводимого постоянного объема рабочей жидкости от насоса 26 в соответствующие рабочие камеры 5, 6. В начале работы ударного устройства ударный инструмент упирается в грунт и взводит один из бойков, находящихся в данный момент в нижнем положении. При этом объем камеры 8 постоянного объема уменьшается пропорционально величине хода рабочего инструмента.

При работе с материалом различной прочности режим работы ударное устройство выбирает само. При отсутствии пробоя разрабатываемого материала в течение первого цикла работы ударные бойки 2, 3 совершают не полные циклы и давление в камере 8 постоянного объема повышается. При превышении настройки редукционного клапана 12 происходит зарядка гидроневмоаккумулятора аккумулятора энергии 11, а при достижении давлением в аккумуляторе 11 давления настройки редукционного клапана 13 запасенная в аккумуляторе рабочая жидкость переливается обратно в камеру 8 постоянного объема, что приводит к увеличению скорости движения бойков 2, 3 и возрастанию энергии удара.

В положении, показанном на Рис.1, рабочая камера 5 соединена через окно 18 с напорной гидромагистралью 24. При этом охватывающий боек 3 перемещается в крайнее нижнее положение и наносит удар, а внутренний боек 2 перемещается в верхнее положение. В момент движения бойка 2 вверх, его торец входит в камеру 8 постоянного объема. Это обуславливает движение бойка 3 вниз.

В предупредительный период, в результате быстрого перекрытия окна 20 пояском 14 в рабочей камере 6 возникает импульс давления, перебрасывающий золотник 17 в верхнее положение. При встречном движении бойков 2 и 3 происходит уравнивание инерционных сил бойков, поэтому ударные нагрузки на корпус 1 не передаются. Во втором полцикле, когда золотник 17 находится в верхнем положении, жидкость через окна 19, 20 и окно 23 идет на слив. При

движении бойка 2 вниз, а бойка 3 вверх поясок 14 перекрывает окно 19. В предупредительный момент в рабочей камере 5 возникает импульс давления, который перебрасывает золотник 17 в нижнее положение. Боек 2 наносит удар по инструменту 7. Цикл повторяется.

Наличие редукционных клапанов и аккумулятора энергии позволяет рационально использовать энергию за счет уменьшения числа циклов зарядки гидропневмоаккумулятора по потребности, т. е. адаптивно.

Таким образом, ударное устройство работает в двух режимах. Первый режим – работа без включения аккумулятора, когда давление в камере постоянного объема не превышает давления настройки редукционного клапана 12. В этом случае частота ударов увеличена, так как не требуется дополнительной энергии на зарядку гидропневмоаккумулятора и энергии удара небольшая.

Второй режим – работа с аккумулятором, когда давление в камере постоянного объема превышает давление настройки редукционного клапана 13, при этом дополнительный расход жидкости из аккумулятора поступает в камеру постоянного объема, тем самым, увеличивая скорость бойка и, соответственно, энергию удара. При этом вследствие постоянства используемой мощности силовой установки несколько

снижается частота ударов и гидропневмомолот переходит на оптимальный по критерию прочности разрабатываемого грунта режим работы.

Предлагаемая конструкция, позволяет проектировать самобалансные самонастраиваемые инструменты для ударного разрушения прочных материалов с неоднородными свойствами, какими являются, например, мерзлые грунты неоднородные грунты с каменными включениями.

Библиографические ссылки

1. Свидетельство об офици. регистр. программы для ЭВМ № 2005613005 (РФ). Имитационная модель самобалансного гидромолота (HYDRON2) / Т. Т. Ереско, С. П. Ереско, А. С. Ереско, А. А. Тубольцев, В. С. Ереско, А. В. Саблев (РФ); Заявл. 22.09.2005, № 2005612420; Зарегистр. М. : РОСПАТЕНТ 21.11.2005.

2. Патент РФ на полезную модель № 43575 Ударное устройство / С. П. Ереско, А. А. Тубольцев, Т. Т. Ереско, А. С. Ереско, В. С. Ереско (РФ); Заявка № 2004126546 приоритет от 06.09.2004. Опубл. 27.01.2005. Бюлл. № 3.

© Кукушкин Е. В., 2013

УДК 621.396.67

А. В. Ладыгина, Т. Л. Некрасова
 Научный руководитель – С. П. Ереско
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск
 ОАО «Информационные спутниковые системы»
 имени академика М. Ф. Решетнева, Железногорск

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ АНТЕННО-ФИДЕРНЫХ УСТРОЙСТВ

Рассмотрены основные способы обработки сложнопрофильных элементов антенно-фидерных устройств (АФУ). Представлены недостатки и преимущества этих способов, а также выявлен наиболее эффективный способ для обработки сложнопрофильных элементов АФУ.

В настоящее время основным направлением совершенствования авиационной и ракетно-космической техники является модернизация бортового радиоэлектронного оборудования и, в первую очередь, антенно-фидерного устройства, наиболее сложной и дорогостоящей части радиотехнической системы.

Требования к техническим характеристикам антенн вытекают из функционального назначения радиотехнической системы, условий размещения, режима работы, допустимых затрат и т.д. Реализуемость необходимых направленных свойств, частотных, энергетических и других характеристик антенн во многом зависит от рабочего диапазона длин волн. Хотя в радиотехнической системе используются различные частотные диапазоны, сверхвысокие получили наибольшее применение. Это объясняется возможностями реализации в антеннах сверхвысоких частот таких параметров и характеристик, достижение которых на более низких частотах является проблематичным.

В связи с этим одной из основных задач разработчиков элементов АФУ космических аппаратов является обеспечение следующих технических характеристик:

- точность размеров, обеспечивающих заданные радиотехнические параметры, не ниже 7 качества;
- шероховатость рабочих поверхностей не более Ra 0,63;
- минимальные радиусы переходов в углах волноводных каналов и резонаторов (не более 0,1...0,2 мм);
- нанесение покрытия с высокой проводимостью (серебро, золото) на рабочие поверхности;
- минимальная масса;
- требования по минимальному количеству стыков в трактах АФУ.

Для уменьшения потерь во внутреннем канале элементов АФУ его внутреннюю поверхность выполняют возможно более гладкой и покрывают ее серебром,

золотом. Тщательно соединяют отдельные части элементов АФУ друг с другом. Любые нарушения однородности внутреннего канала элементов АФУ приводят к отражению волн. От чистоты внутренних поверхностей каналов зависят величина затухания радиоволны и стабильность работы отдельных узлов элементов АФУ. От поперечного сечения канала зависят параметры волны (частота, длина). Наличие во внутреннем канале элементов АФУ скругленных углов приводит к ухудшению радиотехнических характеристик.

Основной проблемой при изготовлении элементов АФУ является то, что с повышением диапазона волн, возрастает сложность геометрии внутренних каналов, а их габаритные размеры уменьшаются.

Для изготовления сложнопрофильных деталей применяются совершенно разные технологии, которые требуют определенных методов обработки. К основным методам относятся: механический метод обработки; электроэрозионный метод обработки; электрохимический метод обработки.

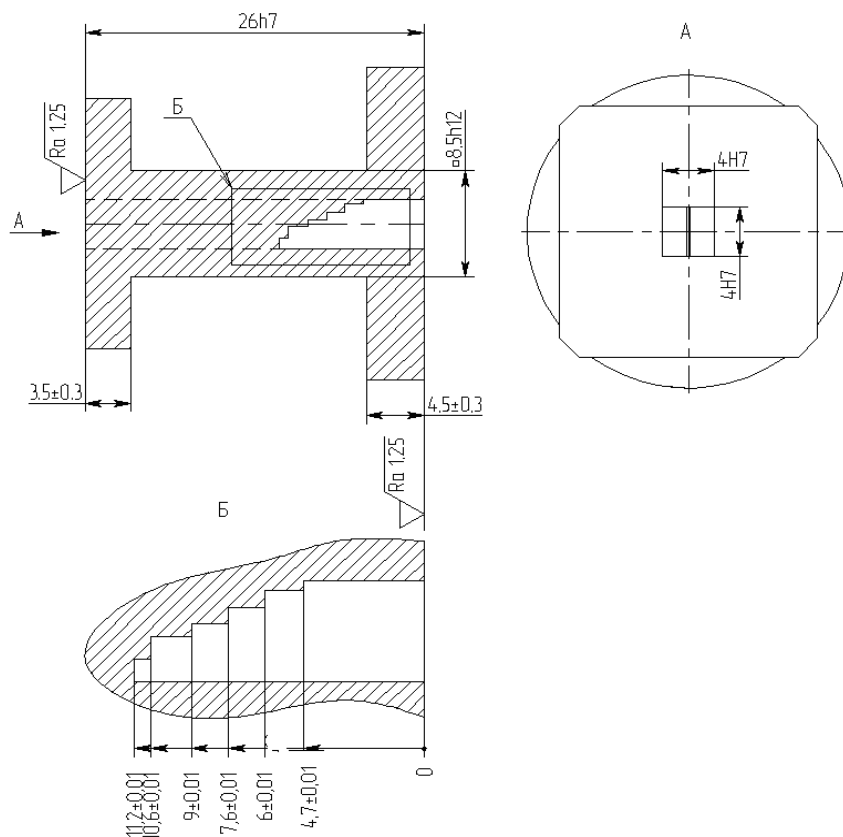
Конструктивное исполнение сложнопрофильных деталей разнообразно. Такие детали могут иметь сложный профиль как наружной поверхности, так и внутренней. И, соответственно, не все из перечисленных методов обработки возможно применить. На рис. 1 представлена деталь, в конструкции которой имеется сложный ступенчатый внутренний канал сечением 4×4 и с требуемыми размерами по 8 качеству. Основной задачей при изготовлении является выполнение острых углов на ступенях пластины, шероховатость внутренней поверхности $Ra\ 0,63$ мкм, выполнение размеров с допуском $0,01$ мм.

Механический метод для обработки внутреннего канала не может быть применим, так как внутренний профиль является труднодоступным для обработки традиционными цельными инструментами.

Технологические установки для реализации процесса электрохимической обработки, как правило, являются узкоспециализированными под определенный технологический процесс, в связи с низкой производительностью (в сравнении с другими методами формообразования: механическая обработка, электроэрозионная обработка), высокой стоимостью оборудования, сложностью изготовления электрод-инструментов, ограничениями на форму деталей, экологическими проблемами и сложностью процесса. Точность при электрохимической обработке достигает $7 \dots 10$ качества. Шероховатость $Ra = 1,25 \dots 0,63$ мкм.

При электрохимическом методе обработки имеется возможность растравливания поверхностного слоя по границам зерен металла, что является недопустимым при обработке детали, изображенной на рисунке [1].

Наиболее эффективным вариантом для изготовления сложного внутреннего канала является метод электроэрозионной обработки. Шероховатость, получаемая при электроэрозионной обработке до $Ra = 0,2$ мкм, точность – $5 \dots 6$ качества. Электроэрозионная обработка выполняется профилированным и непрофилированным электродом. В первом случае форма электрода соответствует форме получаемой поверхности, а во втором – электрод имеет простейшую форму в виде проволоки, диска, стержня. К недостатку этого метода относится большой износ электрода - инструмента.



Деталь со сложным ступенчатым каналом

Учитывая небольшие размеры детали и геометрию внутреннего канала, произвести контроль этих размеров традиционными средствами измерения нельзя. Подходящим средством измерения глубин ступеней является контрольно-измерительная машина, например, Video-Check, а для контроля труднодоступных внутренних поверхностей - видеомикроскоп, например WM1-300CNC.

Из вышесказанного следует, что наиболее эффективным методом для изготовления сложнопрофильных элементов АФУ является метод электроэрозионной обработки. Для обеспечения размеров с точно-

стью по 6...7 качеству, для выполнения острых углов во внутреннем канале, для выполнения шероховатости рабочих поверхностей Ra 0,63 необходимым условием является оптимальный выбор режимом электроэрозионной обработки.

Библиографическая ссылка

1. Должиков В. П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийной промышленности. Томск : Изд-во ТПУ, 2003. 323 с.

© Ладыгина А. В., Некрасова Т. Л., 2013

УДК 658.512.22

А. В. Мальцева, В. С. Ереско
Научные руководители – С. П. Ереско, Т. Т. Ереско
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ПРЕСС-ФОРМ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МАНЖЕТНЫХ УПЛОТНЕНИЙ

Манжетные уплотнители применяются для обеспечения герметичности исполнительных агрегатов гидросистем. Применяемые в настоящее время методы производства контактных уплотнений с помощью литьевых пресс-форм основаны на выборе размеров из ГОСТ на уплотнения и пресс-формы. Однако размеры, приведенные в ГОСТ, зачастую не гарантируют заданного ресурса, так как не учитывают условий эксплуатации.

Приведена методика использования трехмерных параметрических моделей при производстве пресс-форм для создания уплотнителей гидросистем.

В настоящее время выпускается, множество различных гидроагрегатов нестандартной комплектации, так как множество гидромашин импортируется из различных стран, в которых есть отличия в конструкторской документации при производстве уплотнительных узлов.

В данной работе рассмотрены вопросы усовершенствования процесса проектирования пресс-форм для изготовления манжетных уплотнений. Применяемые в настоящее время методы производства контактных уплотнений с помощью литьевых пресс-форм основаны на выборе размеров из ГОСТ на уплотнения и пресс-формы. Но так, как российский ГОСТ не в полном объеме предусматривает типоразмеры уплотнителей в импортных гидромашинах, существует необходимость в создании универсальной системы проектирования, чтобы обеспечивать импортные машины ЗИП и разработку новых уплотнителей с более высокими качественными характеристиками, для повышения КПД, уменьшения утечек рабочей жидкости через уплотнитель, а также использование композитных материалов, которые менее подвержены усталостному износу и старению [1].

В работе [2] была описана методика автоматизации технологического процесса, включающего процесс изготовления пресс-форм, подготовку трехмерной параметрической модели манжеты и шаблонов/заготовок пресс-формы.

Параметрическая модель включает несколько формальных переменных, которые посредством файла обмена позволяют присваивать им фактические

значения, полученные в результате предварительных вычислений. К таким параметрам относятся угол раскрытия «усов» манжеты, размеры уплотнительного гнезда и высота сечения манжеты. Остальные параметры нужны для создания пресс-формы манжеты.

В работе [1] была создана параметрическая модель пресс-формы. Чтобы использовать данную модель в производстве согласно ISO 9001:2008 «Системы менеджмента качества. Требования», необходимо использовать открытый формат передачи данных, одним из таких форматов является формат *.STL, он способен передавать информацию о материале изготавливаемого продукта, степени точности и пригоден для использования в станках с ЧПУ.

Трехмерные модели должны быть оформлены правильным образом, для использования в станках с ЧПУ при использовании формата *.STL. В дальнейшей работе будет разработана методика подготовки параметрических трехмерных моделей для использования в станках с ЧПУ.

Формат STL (Standard Tessellation Language) широко используется для быстрого прототипирования и станками с ЧПУ. Этот формат может быть представлен в виде ASCII или в двоичном виде, что более предпочтительно, так как двоичный формат более компактен. Формат дает представление трехмерного объекта только посредством геометрии его поверхностей, без ссылок на его текстуру, цвет, материал или других обычных атрибутов трехмерной модели разработанной в CAD системе.

Так как STL-формат передает не полную информацию о трехмерной модели, возникают ошибки, связанные с импортом-экспортом таких файлов. Во-первых STL-файл – это всегда аппроксимация исходной трехмерной модели, так как он имеет полигонально-сеточную структуру, т. е. поверхности состоят из небольших по размеру треугольников (фасетов). При экспорте трехмерной модели векторно-заданные, например, линейные размеры аппроксимируются до любого целого числа фасетов, что влечет за собой появление такого параметра как допуск линейного размера. Также вместе с этим появляются допуски формы.

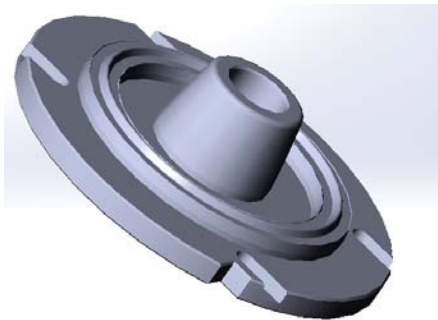


Рис. 1. Внешний вид трехмерной модели пуансона пресс-формы манжеты



Рис. 2. Внешний вид импортированного STL-формата в грубом разрешении

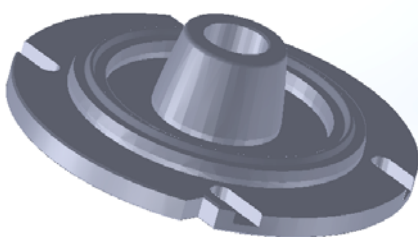


Рис. 3. Внешний вид импортированного STL-формата в точном разрешении

Как видно из рис. 2, формообразующая грань на пуансоне частично потеряна (30 %) вследствие слишком большого размера треугольника. Следовательно, разрешение (количество фасетов) необходимо увеличить. Уменьшаем допуск линейного размера до 0,12 мм,

а угол до 10 град. Результат операции импорта-экспорта показан на рис. 3.

В нашем случае возьмем трехмерную модель пуансона пресс-формы манжеты, она показана на рис. 1.

Экспортируем и импортируем эту деталь через формат STL при допуске линейного размера (катета фасета) 0,32 мм и допуске формы (минимальный угол в фасете) 30 град., результат операции импорта-экспорта показан на рис. 2.

Количество фасетов возросло (7858 шт) вместе с тем увеличилась и точность репрезентации трехмерной модели в бинарном файле.

Следовательно типичная ошибка (потеря мелких граней детали) решается путем увеличения разрешения экспорта детали в формат STL, остальные ошибки STL-файла типа неправильного направления нормалей в фасетах или же неверная стыковка фасетов не приводят к браку деталей, но затрудняют само формообразование детали, в случае с фрезеровочным станком под управлением ЧПУ. Поэтому перед обработкой заготовки требуется настройка самого станка, так как образование фасетов на скруглениях зависит от выбора инструмента обработки и при фрезерном удалении материала углы и шероховатости будут убраны допуском самого инструмента, например если допуск инструмента (резца) 0,1 мм, а допуск линейного размера фасета 0,12 мм, погрешность обработки при фрезеровании составит от 0,02 до 0,08 мм, что удовлетворяет условиям обработки деталей пресс-форм для манжетных уплотнений (0,1 мм), а если же обрабатывать деталь другим методом, типа радиальной пилы то количество технологических операций увеличивается в разы и допуск увеличивается также примерно в 2–3 раза.

Следовательно, при подготовке трехмерной модели к экспорту в формат STL необходимо избегать образования мелких граней менее 0,3 мм, чтобы не потерять их в процессе преобразования трехмерной модели в файл обмена и предварительно выбирать инструмент для фрезерной обработки станком с ЧПУ.

Библиографические ссылки

1. Ереско С. П. Система управления надежностью уплотнений подвижных соединений гидроагрегатов строительных машин : дис. ... докт. техн. наук 05.02.02, защищена 31.10.2003, утв. 12.03.2004. Красноярск : НИИ СУВПТ, 2003. 425 с.
2. Ереско В. С., Ереско С. П., Антамошкин А. Н., Ереско Т. Т. Совершенствование процесса проектирования пресс-форм для изготовления манжетных уплотнений // материалы XVI Междунар. науч. конф., посвящ. памяти генер. конструктора ракет-космич. систем акад. М. Ф. Решетнева (7–9 ноябр. 2012, г. Красноярск) : в 2 ч. / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2012. Ч. 1. С. 238–240.

УДК 62-8.001.63

О. В. Народова
 Научный руководитель – А. В. Стручков
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ МОБИЛЬНЫХ МАШИН

Рассмотрена динамическая и математическая модели гидромеханической трансмиссии и способ реализации математической модели с помощью компьютерной программы GYDROTRANS II в среде Delphi.

Механические и гидромеханические привода являются основой трансмиссий мобильных машин. В основном машины и их элементы работают в режиме динамических нагрузок. Динамическая нагруженность трансмиссионных систем формируется в результате действия внешних и внутренних возмущающих факторов, которые носят флуктуирующий характер. Различные возбуждающие факторы, а также неравномерность изменения момента сопротивления внутри трансмиссии вызывают в ней колебания крутящего момента.

Динамическая система реальной трансмиссии мобильного агрегата является очень сложной и трудоемкой для расчетов, имеет множество частот и форм свободных колебаний. При наложении колебаний одних элементов трансмиссии на другие существует опасность возникновения резонансных или околорезонансных режимов работы. При этом наиболее опасными, с точки зрения возникновения резонансных режимов, являются лишь низшие формы свободных колебаний [1].

Поэтому одной из основных задач динамического исследования является определение собственных (свободных) частот колебаний элементов трансмиссии, которые могут возбуждаться в колебательной системе под действием начального толчка, и сравнение их с частотами внешних и внутренних возбуждающих сил.

При исследованиях динамической нагруженности трансмиссии строительно-дорожной машины с гусеничным движителем, которая имеет наибольшее количество узлов, т.е. источников возмущения, были разработаны приведенные крутильно-колебательные динамические модели трансмиссионных систем с учетом упругих и демпфирующих свойств элементов трансмиссии, грунта, ведущих участков гусениц, деталей навесного оборудования и математические модели динамики трансмиссии с учетом диссипативных сил и принятых допущений в виде системы дифференциальных уравнений на основе известного уравнения Лагранжа второго рода.

Решение данной модели было реализовано методом Рунге – Кутты в виде компьютерной программы GYDROTRANS II в среде Delphi [2].

Программа позволяет получить для каждого участка валопровода относительные амплитуды крутильных колебаний масс.

Основные задаваемыми исходными данными являются значения моментов инерции приведенных масс, коэффициентов демпфирования и коэффициен-

тов жёсткости участков, предварительно определенных экспериментально или теоретически для основных рабочих передач машины.

Программа так же позволяет оценить влияние на динамику каждого элемента трансмиссионной системы всех основных возмущающих факторов (изменение газового момента двигателя, зацепление 1-й, 2-й и 3-й пары зубчатых шестерен КПП, зацепление центральной передачи, планетарного механизма, бортовой передачи, гусеничного зацепления), возмущающих систему одновременно, так и влияние каждого возмущающего фактора по отдельности.

Для этого в левой верхней части рабочего окна программы необходимо ввести номера элементов трансмиссии, на которые действуют возмущающие факторы, а так же их значения в долях от единицы.

После ввода исходных данных программа выполняет расчет и построение диаграммы (графика) относительных амплитуд колебаний каждого элемента динамической модели.

Программа позволяет изменять диапазон просмотра путем изменения значений в окнах «Xmax» и «Шаг разметки по оси X» для удобства просмотра графиков колебаний, например, при большой частоте колебаний.

Помимо построения графиков для качественного анализа, в программе предусмотрена также возможность запись координат графиков в виде таблицы числовых данных. Эту таблицу можно, например, экспортировать в программу Microsoft Excel для проведения статистических исследований.

Сравнение результатов вычислительного эксперимента посредством АРМ GYDROTRANS II с экспериментальными данными позволило оценить достоверность результатов, полученных с помощью этой программы через амплитудные коэффициенты, которые показывают – какую часть эксплуатационного момента, нагружающего трансмиссию, составляет моментная амплитуда исследуемых вынужденных колебаний (динамическая составляющая).

$$K_A = \frac{\bar{A}_{CP}}{\bar{M}_{CP}},$$

где \bar{A}_{CP} – математическое ожидание амплитуд исследуемых колебаний трансмиссии при работе, Н·м; \bar{M}_{CP} – математическое ожидание средних значений крутящего момента при работе, Н·м [3].

Сравнение амплитудных коэффициентов K_A и $K_{A\phi}$ для карданного вала и полуосей заднего моста дало

12,4 % и 21 % соответственно, что в среднем дает 16,7 %. Что дает основание судить о достоверности результатов разработанной математической модели и программы АРМ GYDROTRANS II.

Библиографические ссылки

1. Стручков А. В., Климов А. А., Ереско Т. Т., Кочкун В. С. Решение математической модели динамики механической трансмиссии бульдозера с учетом диссипативных сил // Системы. Методы. Технологии:

научный периодический журнал ; БрГУ. Братск, 2010. № 2.

2. Ереско С. П., Стручков А. В., Климов А. А., Кочкун В. С., Ереско Т. Т. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №20111615364 08.07.2011. Программа для ЭВМ GYDROTRANS II.

© Народова О. В., 2013

УДК 629.78.05

О. А. Павлова

Научный руководитель – С. П. Ереско
ОАО «Информационные спутниковые системы»
имени академика М. Ф. Решетнева», Железногорск

ПЛАНЕТАРНО-ВОЛНОВАЯ ПЕРЕДАЧА

Рассмотрены основные виды приводов, используемые для точного наведения и ориентации приемно-передающей аппаратуры. Рассмотрены недостатки и преимущества этих приводов, а также представлено конструктивное решение, сочетающее достоинства планетарных и волновых передач.

В последнее время стремительно развивается КА различного класса при этом при остающихся неизменными массово-габаритными характеристиками КА, повышаются их энерговооружённость (увеличение количества каналов приемно-передающей аппаратуры и мощности полезного сигнала) и функциональные возможности КА-увеличение точности передачи сигнала потребителю с наземного объекта, как неподвижному, так и подвижному.

Обеспечение точности зависит от точного наведения приемно-передающих антенн. Наведение и ориентация антенн осуществляется электро-механическими устройствами исполнительной автоматики. Точность позиционирования напрямую зависит от конструктивных параметров механизмов поворота, в состав которых входят следующие основные узлы: электродвигатель, редуктор, устройство телеметрии и т. д.

В современной КА в основном применяются следующие виды редукторов: волновые, планетарные. Но они имеют свои недостатки. Планетарные – повышенная точность изготовления и сборки, большое количество подшипников качения, с увеличением передаточного числа в одной передаче КПД уменьшается. Волновые – мелкие модули зацепления (0,15...0,2 мм), сложность изготовления гибких тонкостенных колес (требуется специальная технологическая оснастка), Ограниченные частоты вращения генератора волн из-за возникновения вибраций.

При выборе редуктора важны такие параметры как:

- передаточное отношение,
- КПД,
- габариты,
- момент на выходном валу,

- люфт или мертвый ход,
- угловая жесткость.

Ряд указанных параметров редуктора зависят от типа редуктора числа ступеней, профиля зуба и, естественно, от точности и свойств используемых материалов.

Дальнейшее совершенствование существующих конструкций ограничено технологическими возможностями производства. В связи с этим задача создания и исследования новых передаточных механизмов с высокими показателями качества является актуальной. Одним из методов повышения точности и быстродействия следящих систем является построение их схем на основе принципов многопоточности. К таким механизмам относятся планетарные и волновые механизмы, имеющие многозонное и многопарное зубчатые зацепления.

Оригинальным конструктивным решением, в котором рационально сочетаются достоинства и компенсируются недостатки волновых и планетарных передач, является комбинированная планетарно-волновая зубчатая передача.

Позиция 1 является верхним корпусом, позиция 2 является основанием и нижним корпусом редуктора.

Входной вал (водило) 3 вращает шестерни 5. Шестерни спарены, т. е. одна часть шестерни (внешняя) обкатывается по неподвижному колесу (основанию) 2, другая часть (внутренняя)-по выходному валу 4. Выходной вал имеет на одно гнезда меньше, чем у шестерни, следовательно, за один оборот входного вала, выходной вал поворачивается на одно гнездо. Так как таких шестерен три, и они, соответственно, установлены на водиле так, что коэффициент перекрытия равен 3.

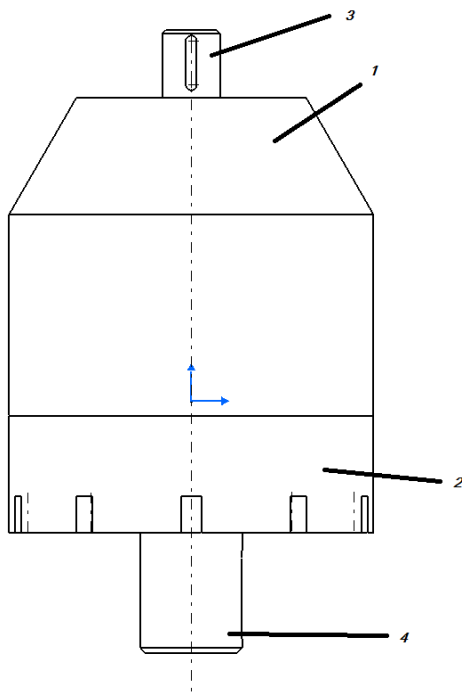


Рис. 1. Общий вид редуктора

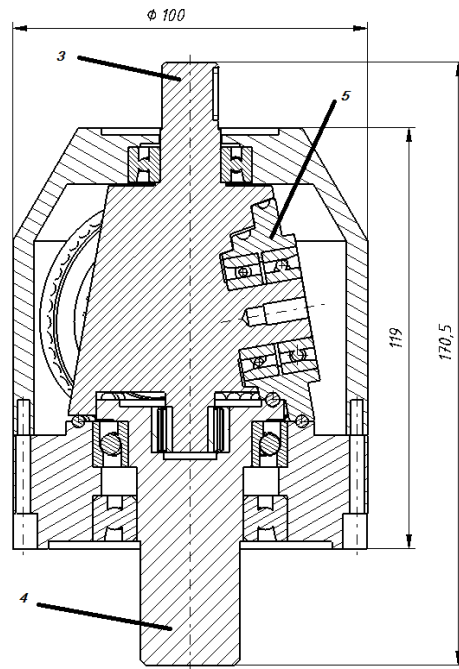
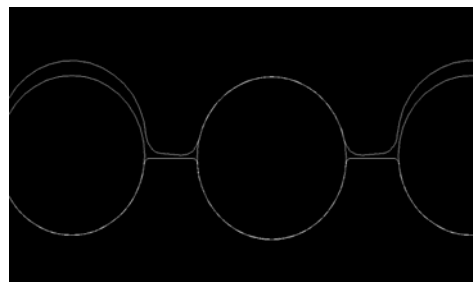
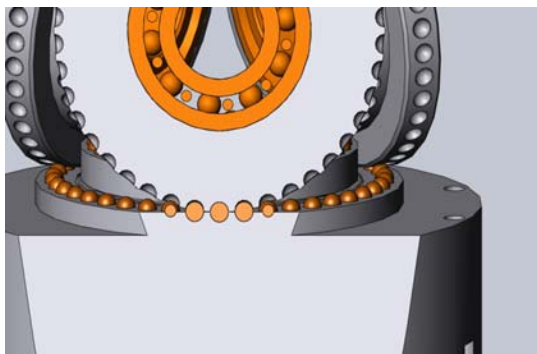


Рис. 2. Вид редуктора в разрезе



Профиль зуба: В планетарных и волновых передачах – это эвольвента, и это является причиной малой нагрузочной способности передач, кроется это в отсутствии физического контакта делительных окружностей. В данном редукторе изменен профиль зуба, благодаря этому совмещены делительные окружности с реальными телами колеса и шестерни. Так как зубья

прилегают по сферическим плоскостям, то контактные давления малы.

На конструкцию редуктора оформлена заявка на изобретение.

© Павлова О. А., 2013

УДК 625.731.813.001.5

И. А. Паулин¹, А. Д. Холин¹, И. В. Хабаров², Р. А. Денисов²
 Научный руководитель – А. В. Стручков

¹Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева

² Красноярский институт железнодорожного транспорта филиал Иркутского
 государственного университета путей сообщения, Красноярск

АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ РЕЛЬСОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПУТЕЙ АВИАСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Рассмотрен вопрос взаимодействия колеса и рельса, приведен анализ причин износа рабочих поверхностей головки рельса технологических путей авиа- и ракетостроительных предприятий, влияющего на безопасность движения поездов при транспортировке изделий ракетно-космической техники, грузов снабжения на технологических путях самолетостроительных заводов, космодромов и способов повышения их износостойкости.

Взаимодействие пути и подвижного состава (система «колесо-рельс») является фундаментальной комплексной проблемой железнодорожного транспорта, обеспечивающей гарантированную безопасность движения поездов и транспортировку изделий ракетно-космической техники, грузов снабжения, как на магистралях, так и на технологических путях самолетостроительных заводов, космодромов.

Одной из наиболее актуальных проблем взаимодействия пути и подвижного состава является интенсивный износ гребней колес и боковой износ головки рельса на криволинейных участках [1].

Трибологическая пара «колесо-рельс» работает в тяжелых эксплуатационных условиях, которые определяются внешними факторами и внутренними факторами, что приводит к преждевременным износам в паре. Боковые поверхности рельсов подвергаются усиленному износу в кривых, где возникают значительные радиальные силы, особенно на технологических путях предприятий, в том числе авиа- и ракетостроительных предприятий и космодромов. Ситуация осложняется тем, что на многих участках технологических путей используются незакаленные рельсы, а радиусы кривых могут быть значительно меньше, что приводит к более интенсивному износу боковых рабочих поверхностей рельсов. Все это усугубляется увеличением массы грузовых составов. Эксплуатация технологического подвижного состава с высокими осевыми нагрузками существенно влияет на условия взаимодействия пути и вписывания в кривые участки. Высокие колесные нагрузки специализированного подвижного состава вызывают большие контактные напряжения, приводящие к пластическим деформациям головок рельсов [2].

Многолетний опыт эксплуатации и исследований железнодорожных путей промышленных предприятий показывает, что при сравнительно невысоких скоростях движения подвижного состава происходит быстрый выход из строя элементов верхнего строения пути, резко сокращается срок службы промежуточных рельсовых скреплений и шпал, рельсов. На технологических путях износ рельсов в 8–10 раз выше, чем на магистральных [2].

В сложных условиях эксплуатации на промышленном транспорте стойкость рельсов становится недостаточной, появляются интенсивный износ головки рельсов изломы, развиваются контактно-усталостные дефекты. Все это приводит к сложностям в обеспечении технологических перевозок и сокращению межремонтных сроков.

Специфические условия эксплуатации железнодорожных путей промышленного железнодорожного транспорта диктуют повышенные требования к потребительским свойствам рельсов, их эксплуатационной стойкости и надежности.

В соответствии с теорией трения износы в трибосопряжении можно уменьшить в основном двумя путями:

- Применение смазки в зоне трения (лубликация).
- Увеличение твердости поверхности трения.

Лубликация хотя и широко применяется на РЖД, но имеет ряд существенных недостатков (значительные затраты на смазочные материалы и системы смазки, загрязнение окружающей среды, непостоянство трибологической системы «рельс-колесо» и др.).

Увеличение твердости поверхности трения выполняется закаливанием ТВЧ в условиях производства рельсов. Известны способы закаливания высокочастотным электромагнитным полем индуктирующего проводника, но они широкого применения не нашли.

Износ боковых поверхностей рельсов идет в несколько стадий, что определяется слоистой структурой головки рельса. В первоначальный период изнашивается поверхность на глубину 7–10 мм (бейнита), а затем начинается процесс пластической деформации головки (сорбит, тростит) и металл рельса выдавливается в ее нижнюю часть, образывая напльвы, которые периодически скалываются. Такой износ может достигать 15–17 мм, и считается оптимальным, так как рельса получает профиль наиболее соответствующий усредненному (эксплуатационному) профилю колес. Далее сложившийся профиль рельса продвигается вглубь головки, достигая предельных величин износа.

Следует отметить, что незакаленные рельсы имеют срок службы в кривых в два раза меньше, чем закаленные.

Таким образом, чтобы управлять процессом износа рельсов в паре с колесом, необходимо резко повысить твердость контактного слоя и контролировать износ его в пределах 1,5–2,0 мм. Такой подход позволит возобновлением твердости поверхности контакта рельсов с колесами избавиться от осповидного износа и увеличить срок службы рельсов до предельных значений на проблемных участках в 10–20 раз.

Для решения данной проблемы – закаливания и подзакаливания рабочих поверхностей головки рельса без демонтажа, а соответственно без нарушения производственных процессов, предлагается устройство для непрерывной поверхностной электроконтактной термообработки рабочей боковой поверхности головки рельса.

Библиографические ссылки

1. *Вопреки логике и здравому смыслу. Проблема «колесо-рельс» // Евразия Вести. 2012. № 1. С. 11.*
2. *О перспективах использования рельсов повышенной износостойкости на технологических путях промышленных предприятий // Промышленный транспорт XXI век. 2011. № 5–6. С. 48–51.*

© Паулин И. А., Холин А. Д.,
Хабаров И. В., Денисов Р. А., 2013

УДК 621.791

С. И. Пономарев, С. П. Ереско, Т. Т. Ереско
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ УЗЛОВ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

Предоставлены результаты исследований по разработке новых технологий в рамках выполнения Федеральной космической программы России на 2006–2015 годы.

В основные задачи Федеральной космической программы России на 2006–2015 годы входит обеспечение создания изделий ракетно-космической техники с характеристиками мирового уровня, в том числе проведение исследований по определению технического облика перспективных космических комплексов и систем различного назначения, разработке новых технологий решения целевых задач [1].

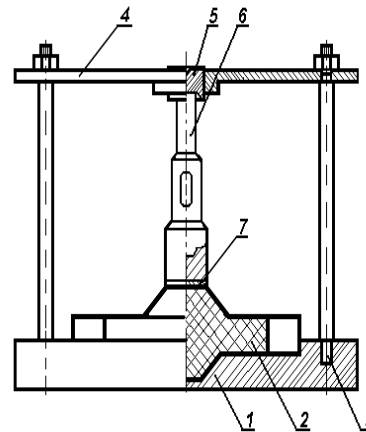
В Сибирском государственном аэрокосмическом университете проводятся работы по исследованию возможности соединения жаропрочных материалов с высокотемпературной керамикой методом диффузионной сварки, разработке технологического процесса и оснастки, обеспечивающих получение узлов с заданными свойствами. Разрабатываемые технологии проектируются использовать при изготовлении ответственных узлов, работающих в окислительных средах при высоких температурах, например газовых турбин турбонасосных агрегатов ракетных двигателей. Технические характеристики ракетных двигателей в значительной мере зависят от экономичности турбонасосных агрегатов.

Во время проведения исследовательских работ:

- выработан комплекс конструктивно-технологических мероприятий по обеспечению повышения ресурса работы элементов конструкции газовой турбины - изготовление одной из деталей (ротор) из материала, обеспечивающего максимальную скорость отвода тепла (нитрид кремния), а элемент конструкции, несущий механические нагрузки (вал), - из прочного материала (жаропрочный сплав);
- спроектирована и опробована установка для обработки режимов диффузионной сварки нитрид кремния + жаропрочный сплав [2];
- в ходе реализации выбранного технологического процесса диффузионной сварки в оперативном плане для решения задачи подстройки техпроцесса в ручном или автоматическом режиме построена модель техпроцесса диффузионной сварки, которая опирается на алгоритм, использующий методы вычисления в среде непротиворечивых факторов [3];
- разработана технология получения неразъемного соединения нитрид кремния + жаропрочный сплав 07X16H6Ш обеспечивающий получение прочных соединений [4];
- проведены исследования полученного металллокерамического соединения;
- разработана блок-схема обучающего алгоритма адаптивного управления автоматизированным оборудованием, составленным на основании условий генерации управляющей программы непосредственно в

процессе обработки по результатам текущих данных в момент осуществления технологического процесса диффузионной сварки [5];

- изготовлена специальная оснастка для изготовления газовой турбины (см. рисунок).



Приспособление для получения газовой турбины:
1 – основание; 2 – ротор; 3 – стержень; 4 – направляющая;
5 – прижим; 6 – вал; 7 – прокладка.

В настоящее время проводятся работы по совершенствованию технологии изготовления металллокерамических узлов применительно к газовым турбинам различных конструкций и влияния технологических режимов диффузионной сварки на рабочие характеристики получаемых соединений.

Библиографические ссылки

1. Федеральная космическая программа России на 2006–2015 годы с изменениями, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 31 марта 2011 г. № 235. Утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 22 октября 2005 г. № 635. КонсультантПлюс.
2. Пономарев С. И., Ереско С. П. Построение модели технологического процесса диффузионной сварки // Решетневские чтения : материалы XV Междунар. науч. конф. ; СибГАУ. Красноярск, 2011.
3. Патент № 93722 Российская Федерация МПК В23К20/26 Установка для получения металллокерамических изделий / С. И. Пономарев, С. П. Ереско, Т. Т. Ереско.; заявитель и патентообладатель Сибирский государственный аэрокосмический университет. Зарегистрирован 10.05.2010.
4. Патент № 2433026 Российская Федерация МПК: В23В20/00 Способ соединения жаропрочного сплава на кобальтовой основе с керамикой на основе

нитрида кремния / С. И. Пономарев, С. В. Прокопьев С. П. Ереско, Т. Т. Ереско ; заявитель и патентообладатель Сибирский государственный аэрокосмический университет. Зарегистрирован 10.11.2011.

5. Пономарев С. И., Ереско С. П. Управление автоматизированным оборудованием диффузионной

сварки // Решетневские чтения : материалы XVI Междунар. науч. конф. ; СибГАУ. Красноярск, 2012.

© Пономарев С. И., Ереско С. П., Ереско Т. Т., 2013

УДК 621.01

А. Н. Смирнов, П. Н. Смирнов
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ КИНЕМАТИКИ РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ МЕТОДОМ ОДНОРОДНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КООРДИНАТ

Для механизма параллельной структуры типа «триглайд» выполнен кинематический анализ и определены координаты подвижной платформы, на которой может быть установлен инструмент или измерительное устройство. Приведены алгоритмы и порядок вычислений.

В машиностроении активно развиваются исследования по проектированию и созданию новых типов технологического оборудования – роботов-станков параллельной структуры [1]. Они создаются на основе механизмов с замкнутой кинематической цепью и имеют от трех до шести степеней подвижности. Для обеспечения эффективного управления инструментом робота-станка необходимо построить математическую модель зависимости возможных положений и перемещений инструмента и подвижной платформы, на которой установлен инструмент, от обобщенных координат.

Рассмотрим порядок построения и результаты определения положения подвижной платформы для механизма с тремя степенями свободы, приведенного на рисунке.

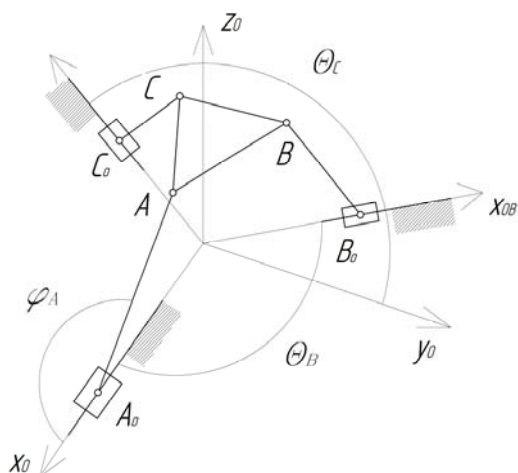


Рис. 1. Кинематическая схема механизма «триглайд»

Механизм состоит из трех ползунков A_0 , B_0 и C_0 , перемещающихся по направляющим. Ползунки содержат цилиндрические шарниры, оси которых перпендикулярны осям направляющим.

Выберем правую систему координат XYZ. При рассмотрении плоского механизма ограничимся сис-

темой XOY. В данном случае $z_B = 0$, $y_B = 0$. Определим закон изменения x_B , координаты точки B.

Опустим перпендикуляр AC из точки A и обозначим угол α – угол между шатуном и направляющей (рис. 1). Тогда

$$x_B = l_{OA} \cos \varphi + l_{AB} \sin \alpha. \quad (1)$$

Найдем зависимость между углами φ и α . $AC = l_{OA} \sin \varphi = l_{AB} \sin \alpha$, и

$$\alpha = \arcsin \left(\frac{l_{OA}}{l_{AB}} \sin \varphi \right). \quad (2)$$

Подставив (2) в (1) с учетом, что $\sin^2 x + \cos^2 x = 1$, получим точное решение

$$x_B = l_{OA} \cos \varphi + l_{AB} \sqrt{1 - \frac{l_{OA}^2}{l_{AB}^2} \sin^2 \varphi}. \quad (3)$$

График изменения координаты x_B при $l_{OA} = 0,1$ м и $l_{AB} = 0,4$ м приведен на рис. 2.

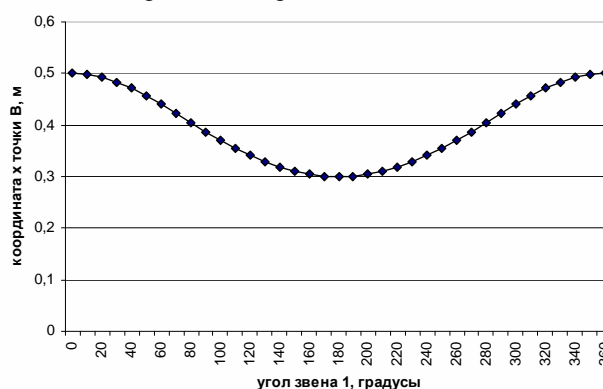


Рис. 2. График изменения координаты выходного звена в зависимости от угла поворота ведущего звена

Библиографическая ссылка

1. Рыбак Л. А. Эффективные методы решения задач кинематики и динамики робота-станка параллельной структуры. М. : Физматлит, 2011. 148 с.

© Смирнов А. Н., Смирнов П. Н., 2013

В. П. Тен
Научный руководитель – Т. Т. Ереско
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАЗРАБОТКА ПРИВОДА МЕХАТРОННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ТОЧНОСТИ КРИВИЗНЫ АНТЕННЫХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ

Приведен анализ зависимости помехоустойчивости, эффективности, надежности, скрытности радиотехнической системы от отклонений формы поверхности.

Особенностью складных зеркал зонтичного типа является периодическое (по периметру) отклонение профиля отражающей поверхности от параболоида, и только на ребрах этот профиль соответствует идеальному параболоиду с заданным отношением f/D . Кроме того, возникают отклонения положения самих ребер от расчетных, благодаря упругим свойствам отражающего сетеполотна.

Отклонение профиля зеркала от параболоида приводит к потерям усиления антенны, резкому росту уровня боковых лепестков по сравнению со стандартной параболической антенной, расширению главного лепестка, «заплыванию» нулей между лепестками. Показано, что при симметричном искажении профиля поверхности зеркала, т. е. в случае, когда все ребра отклонены на величину $S\rho$ от требуемых положений, растет уровень боковых лепестков. В случае несимметричного искажения зеркала смещается положение максимума излучения.

Рассмотрено, как на практике проводится оптимизация параметров зонтичных антенн для достижения компромисса между числом ребер $N\rho$, размером зеркала и допустимыми потерями коэффициента усиления.

Дефокусировку зонтичной антенны после развертывания вызывает также остаточная деформация в ребрах, выполненных из диэлектрических материалов, что приводит к повороту и изгибу ребер. Приведены приближенные зависимости для расчета дефокусировки $\Delta f/f$, изменения коэффициента усиления ΔG , и изменения уровня первого бокового лепестка ДН.

Эффективным способом устранения отклонений профиля поверхности зонтичного рефлектора от расчетного является его юстировка после изготовления. Варьирование шарнирных упоров у основания каждого ребра, гибких тяг между ребрами по периферии зеркала и так далее позволяют приблизить форму зеркала к номинальной. Как отмечается в обзоре, в некоторых разработанных в США конструкциях зонтичных антенн предусматривается до 12 различных видов юстировки, обеспечивающих оптимизацию формы зеркала.

Наиболее широко распространены двухсетчатые оболочки, образованные гибкой отражающей сеткой, натянутой на силовые элементы каркаса, и дополнительной сеткой, соединяемой с отражающей стяжками.

Среди совокупности измеряемых параметров антенн наибольшую трудоемкость имеют измерения их пространственных характеристик, таких как диаграмма направленности, коэффициент усиления, поляризация в направлениях пространства и др. Для определения пространственных характеристик антенн при-

меняют несколько методов антенных измерений, наиболее распространенными из которых можно считать: наземные измерения антенн по вышке в дальней зоне (метод вращающейся испытываемой антенны), метод облета (обхода), амплифазометрический (апертурно-зондовый, радиоголографический), коллиматорный, радиоастрономический (радиометрический) методы и их разновидности.

Важно отметить тот факт, что спроектировать антенную систему с наиболее высокими характеристиками возможно лишь при использовании различных методов автоматической компенсации переменных деформаций, что в свою очередь требует создания систем контроля, действующих в динамическом режиме в реальном времени работы АС.

Таким образом, к системам измерения ОПП КРТ предъявляются следующие требования: 1) они должны позволять выбрать оптимальную опорную систему координат, относительно которой измеряются ОПП; 2) расположение измеряемых точек на поверхности антенны должно быть также оптимизировано, т. е. необходимо выбрать наиболее эффективную по количеству и расположению систему измеряемых точек; 3) выходные сигналы измерительной системы должны позволять производить цифровую обработку данных; 4) должно быть исключено влияние шумового фона (подобного солнечным бликам или отражениям от Земли); 5) смонтированная система датчиков или отражающих элементов не должна влиять на радиотехнические характеристики антенны и ее облучающих устройств.

Совершенствование техники и технологий предъявляет жесткие требования к размерным характеристикам технических объектов и их составляющим на всех стадиях жизненного цикла. Широкий перечень размерных характеристик, включающий в себя, линейно-угловые размеры, отклонения формы поверхности отклонения взаимного расположения, шероховатость, волнистость поверхности определяют качественные показатели как уникальных конструкций и сооружений, так и миниатюрной продукции электронной, оптической, приборостроительной и других отраслей. Например, у зеркальных антенн СВЧ шаг и высота отклонений формы поверхности доминируют при формировании основных радиотехнических характеристик: коэффициента усиления, ширины диаграммы направленности, уровня и направления боковых лепестков. От названных параметров зависят помехоустойчивость, эффективность, надежность, скрытность радиотехнической системы. Известно, что

потери эффективности зеркальных антенн из-за дефектов отражающей поверхности достигают 70–95 % от общих потерь.

Размерные характеристики несут достаточно полную информацию об используемом оборудовании и технологических режимах, формирующих геометрию изделия, что позволяет эффективно диагностировать и совершенствовать их производство. Диагностирование технических объектов становится составной частью интенсивных технологий, это подтверждается многообразием средств размерного контроля: механические инструменты и приспособления, оптические, электронные, туннельные и интерференционные микроскопы, эллипсометры, рефлектометры, профилометры, многокоординатные измерительные маши-

ны, лазерно-теодолитные системы и др. При этом диапазоны контролируемых размерных параметров варьируются от единиц Ангстрем при исследовании атомарных состояний туннельными микроскопами, до сотен метров у радиотехнических (антенные системы) и строительных конструкций и сооружений.

Библиографическая ссылка

1. Колосский Ю. В., Левицкий А. А., Тен В. П. Информационная система контроля управления геометрическими параметрами пространственных конструкций и сооружений // Информ. Листок. № 103. 98 (29). Серия Р. 59.31.29 Красноярский ЦНТИ, 1998. 4 с.

© Тен В. П., 2013

УДК 629.114.2:629.11.013

А. Д. Холин¹, И. А. Паулин¹, И. В. Хабаров², Р. А. Денисов²
 Научный руководитель – А. В. Стручков

¹Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева,

²Красноярский институт железнодорожного транспорта филиал Иркутского
 государственного университета путей сообщения, Красноярск

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ РЕЛЬСОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПУТЕЙ АВИАСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Предлагается конструктивное решение вопроса повышения износостойкости рабочих поверхностей головки рельса технологических путей авиа- и ракетостроительных предприятий, космодромов, что позволит увеличить безопасность движения поездов при транспортировке изделий ракетно-космической техники, грузов снабжения, предлагается проводить поверхностное закачивание рабочих поверхностей головки рельса без демонтажа, а соответственно без нарушения производственных процессов.

Для повышения износостойкости рабочих поверхностей головки рельса технологических путей авиа- и ракетостроительных предприятий, космодромов, что позволит увеличить безопасность движения поездов при транспортировке изделий ракетно-космической техники, грузов снабжения, предлагается проводить поверхностное закачивание рабочих поверхностей головки рельса без демонтажа, а соответственно без нарушения производственных процессов.

Для осуществления этого способа поверхностной закалки, предлагается устройство, которое представляет собой тележку на колесах с двумя ребордами, обеспечивающими радиальную устойчивость.

Тележка состоит из подвижной и неподвижной частей рамы, причем на неподвижной раме выполнены направляющие (салазки) перпендикулярно направлению движения тележки для перемещения подвижной части рамы, на которой установлена рабочая головка, включающая в себя шлифовальный круг с гидравлическим приводом, нагревательные контактные элементы и сопло охлаждающего устройства, причем один из нагревательных контактных элементов, представляет собой медный ролик с системой охлаждения.

Подвижная рама приводится в движение с помощью гидроцилиндра двойного действия, посредством которого соединена с неподвижной рамой, прижимные элементы содержат регуляторы силы прижатия подвижной рамы с шлифовальными головками и кон-

тактными роликами к рабочей боковой поверхности головки рельса.

Поскольку изношенная головка рельса изменяет свой профиль, то перед закалкой необходимо проводить зачистку поверхности и восстановление профиля.

Токоподвод к контактному ролику и токоотвод осуществляется через скользящие токосъемники.

Глубина закаленной зоны может регулироваться изменением силы тока при постоянной скорости движения, или изменением скорости движения при постоянных значениях тока.

Устройство для восстановления формы поверхности рельса и поверхностной закалки для удобства эксплуатации изготавливается в навесном варианте с использованием гидросистемы системы базовой машины и обеспечивает обработку за один проход проблемных зон обоих рельсов.

Периодичность повторной закалки может регулироваться по учету пропущенного тоннажа.

Библиографические ссылки

1. Вопреки логике и здравому смыслу. Проблема «колесо-рельс» // Евразия Вести. 2012. № 1. С. 11.
 2. О перспективах использования рельсов повышенной износостойкости на технологических путях промышленных предприятий // Промышленный транспорт XXI век. 2011. № 5–6. С. 48–51.

© Холин А. Д., Паулин И. А.,
 Хабаров И. В., Денисов Р. А., 2013

УДК 621-523

И. И. Хоменко, А. А. Брукс
 Научный руководитель – Т. Т. Ереско
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОСОБЕННОСТИ НАНЕСЕНИЯ ВАКУУМНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ДЕТАЛИ ИЗ ТЕРМОРЕАКТОПЛАСТОВ

Предложена уточненная технология нанесения покрытия в вакууме на поверхность деталей из терморектопластов.

Проблема нанесения покрытия на поверхность деталей, изготовленных из терморектопластов, существует в различных областях промышленности. Покрытие может являться как декоративным, так и для защиты изделий от влияния окружающей среды. Процесс нанесения вакуумного покрытия на поверхность деталей из терморектопластов имеет некоторые особенности: прежде всего это подготовка поверхности детали и определенные режимы нанесения покрытия. Для получения близкой к идеальной поверхности, а также достижения высокой адгезии покрытия с подложкой, необходимо использовать термический метод нанесения вакуумного покрытия. Нанесение другими способами приводит к внутренним напряжениям подложки в связи с высокой скоростью испаряемых частиц и их большой энергии.

Подготовка поверхности осуществляется в несколько этапов: обезжиривание поверхности (бензин БР-1 или растворителями, которые не растворяют подложку); нанесение тонкого слоя грунта (например: грунт АК-071, при определенном режиме сушки). Для выравнивания поверхности от дефектов наносится температурная эмаль (например: эмаль ЭП 148, с выдержкой при комнатной температуре один час и дальнейшей температурной сушкой в печи при 120 °С в течение 1,5 часов), слоев может быть несколько до достижения требуемой поверхности. Нанесение тонкого слоя лака, для обеспечения глянцевого слоя (например: МЛ-133, с выдержкой при комнатной температуре один час и дальнейшей температурной сушкой в печи при 120 °С в течение 1,5 часов), слоев

может быть несколько до достижения требуемой поверхности.

Таким образом, после подготовки поверхности подложки производим нанесение покрытия.

Покрытие наносилось на вакуумной установке УВ-1200, в качестве испарителей использовали молибденовые лодочки 200×20×0,2 в количестве 3-х штук. Навески Al по 5 гр. и подачей тока 200 А на один испаритель течение определенного времени. Предварительно производилась дегазация при 60 А в течение 30 сек. – время дегазации определялось экспериментальным путем с целью исключения деформации подложки. После нанесения покрытия необходимо оставить изделие в вакуумной камере для остывания до комнатной температуры. В дальнейшем, извлекаем изделие из камеры и закрываем покрытие защитным слоем лака, температура сушки которого ниже чем температура сушки предыдущих слоев подложки, во избежание образования дефектов покрытия.

Данная технология отработана и прошла испытания.

Библиографические ссылки

1. Василенко Н. В., Ивашов Е. Н., Ковалева Л. К. Вакуумное оборудование тонкопленочной технологии производства изделий электронной техники : учебник ; в 2 т. / под ред. Л. К. Ковалева, Н. В. Василенко. Красноярск: Кн. изд-во ; Сиб. аэрокосм. акад., 1995. Т. 1. 256 с.

© Хоменко И. И., Брукс А. А., 2013

УДК 621.822.61

А. В. Шниперов
 Научный руководитель – А. Г. Ермолович
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

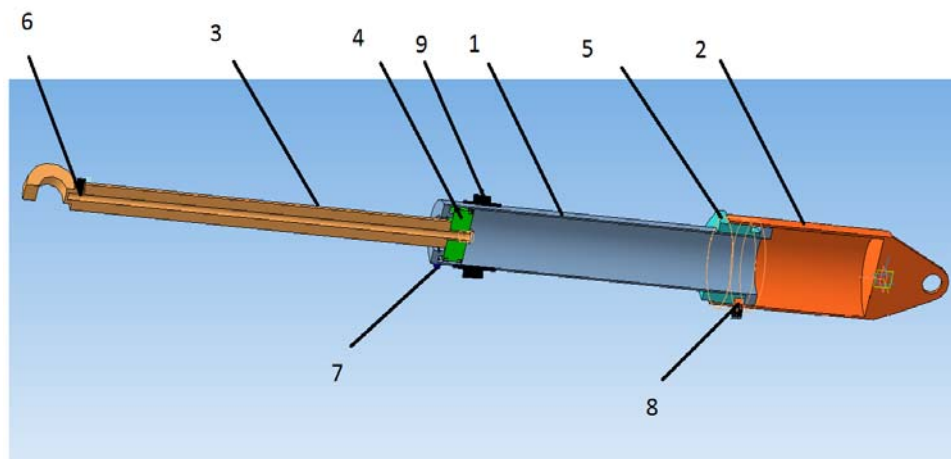
РАЗРАБОТКА ТЕЛЕСКОПИЧЕСКОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ГИДРОЦИЛИНДРА ПРИВОДА РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Приведена конструкция и описание трехсекционного телескопического гидроцилиндра двухстороннего действия.

Рычажные механизмы применяются в различных конструкциях исполнительных рабочих органов многих специализированных грузоподъемных и транспортно-технологических машин, оснащенных гидрав-

лическим приводом с использованием исполнительных гидроцилиндров, как одностороннего, так и двухстороннего действия [1].

Для многофункциональных машин требуется вы-



полнение нескольких рабочих операций, каждую из которых выполняет отдельный исполнительный гидроцилиндр, что в итоге приводит к усложнению конструкции машины в целом, за счет увеличения числа питающих гидромагистралей и регулирующей направляющей гидроаппаратуры. [2–5].

Что в итоге приводит к снижению уровня надежности машины.

В докладе предлагается конструкция трехсекционного телескопического гидроцилиндра двухстороннего действия, каждая секция которого может выполнять отдельные функциональные операции перемещения независимо от других секций гидроцилиндра.

Конструкция разработанного гидроцилиндра в разрезе приведена на рисунке.

Гидроцилиндр состоит из двух гильз 1, 2, штока 3, поршня 4 и гайки 5, штуцеров 6, 7, 8, для подачи и слива гидравлической жидкости из рабочих полостей гидроцилиндра.

Кроме стандартизованных проушин штока и внешней секции гидроцилиндр имеет цапфу крепления 9. Принцип действия гидроцилиндра заключается в следующем. При поступлении гидравлической жидкости через штуцер 6 под действием давления действующего на поршень 4 при одновременном обеспечении слива из штоковой полости через штуцер 7, шток 3 выдвигается. При сливе гидравлической жидкости через штуцер 8 и одновременном отключении слива через штуцер 7 в движение приходит секция, включающая гильзу 2. При смене направления подачи и слива, движение выше указанных деталей происходит в обратном направлении. При подаче жидкости через штуцер 7 и 8 и одновременном сливе жидкости через штуцер 6 секция 1 гидроцилиндра и шток 3 втягиваются до упора во внутреннюю поверхность крышки секции 2.

Двухстороннее действие, телескопическое исполнение и независимость работы каждой из секций гидроцилиндра как независимо друг от друга, так и совместно, а так же возможность его закрепления в трех точках обеспечивает его универсальность при одновременном обеспечении многофункциональности и повышении уровня надежности.

Библиографические ссылки

1. Гидроцилиндры дорожных и строительных машин : монография Ч. 5. Техническая диагностика / Д. Ю. Кобзов, С. П. Ереско, А. А. Трофимов и др.: Братск. гос. ун-т. Братск, 2011. 119 с.: ил. Библиогр. 130 назв. Рус. деп. в ВИНТИ, 21.07.2011. № 360-В2011 / Библиографический указатель ВИНТИ «Депонированные научные работы». 2011. № 9. 120 с.
2. Ереско А. С., Ереско С. П. Грузоподъемный механизм // Изобретатели – машиностроению. 2003. № 2. С. 26.
3. Ереско А. С., Ереско С. П. Рабочее оборудование фронтального погрузчика // Изобретатели - машиностроению. 2003. № 4. С. 42.
4. Патент РФ № 2173270. Грузоподъемный механизм / А. С. Ереско, С. П. Ереско. 25.10.1999. Опубл. 10.09.2001, Бюл. № 25.
5. Патент РФ № 2195276. Фронтальный погрузчик / А. С. Ереско, С. П. Ереско и др. 25.10.2002. Опубл. 20.09.2003. Бюл. № 26.
6. Патент РФ № 2233237 Гидросистема управления рабочим оборудованием фронтального погрузчика / А. С. Ереско, С. П. Ереско, Т. Т. Ереско и др. 17.03.2003. Опубл. 04.03.2004. Бюл. № 3.

© Шниперов А. В., 2013

З. А. Юдина, А. М. Масловская
 Научный руководитель – В. И. Медведев
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ СОВМЕСТИМОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Представлен краткий обзор технологической совместимости (ТхС) изделий машиностроения (ИМ) отечественного производства. Показан принцип совместимости физико-технических объектов (ФТО) вида совместимости «станок–изделие».

Современное машиностроение это огромный комплекс взаимосвязанных отраслей, производящих оборудование. Эффективная деятельность всего комплекса позволяет удовлетворять потребительский спрос на приборы бытового назначения и разнообразные аппараты, обеспечивать техническое вооружение всего национального производства, создавать оборонный и экономический потенциал страны. Отечественное машиностроение вносит огромный вклад в ускорение темпов научно-технического прогресса и интенсификацию экономического развития. Кроме того, машиностроение повышает производительность труда за счет усовершенствований в отрасли и обеспечения всех хозяйственных сфер новейшими методологическими методами.

В свою очередь, имеется ряд методологических разработок, где представлен и научно обоснован ряд предложенных методов обеспечения ТС, являющийся основой для обеспечения качества отечественной продукции, в том числе и совместимости производственного технологического процесса изделий машиностроения [1].

Методологическую концепцию ТхС можно обобщённо представить совокупностью нескольких основных положений. Определяющим моментом в обеспечении ТхС является проектирование ТП изготовления деталей, узлов и комплектующих изделий. Для ТП характерны материальные, энергетические и информационные связи с системами окружающей среды [2].

Технологические объекты и оборудование могут быть совокупно объединены в систему, если они обладают свойством совместимости по наиболее существенным видам связей и отношений, т. е. такой общностью по выполняемым функциям, структурным и функциональным свойствам, благодаря которым обеспечивается их совместное функционирование как единой технологической системы в соответствии с заданными техническими требованиями. Этот принцип технологической совместимости (ТхС) достаточно унифицирован и приемлем для технологических систем любого вида и масштаба.

Оценку параметров ТхС объекта технической совместимости можно провести на примере совместимости «объект–изделие», где в виде «объекта» принимается токарный станок, а в виде «изделия» принимается любая сборочная единица технологического процесса.

Так, фреза и шпиндель станка совместимы, если форма и размеры хвостовика фрезы соответствуют

форме и размерам инструментального конуса шпинделя (модульный параметр), индуктор и контактные пластины станка для пайки радиодеталей токами высокой частоты (ТВЧ) совместимы, если геометрические и электрические параметры индуктора соответствуют геометрическим и электрическим параметрам пластин.

Операции технологического процесса (ТП) совместимы, если состояние обрабатываемой детали на выходе одной операции будет исходным для других. Токарный станок с числовым программным управлением (ЧПУ) считается достаточно эффективным для воспроизводства своих функций, то есть обладающим свойствами любой технологической машины, такими как, технологическая воспроизводимость, подразумевающая корректировку отклонений геометрических параметров изготавливаемого изделия. Расчет допусков, вероятность которых, при массовом производстве должна принимать гауссовый закон распределения случайных величин, так как является гарантом исполнения геометрических параметров получаемой детали, и, следовательно, значительного сокращения времени на регулировку и отладку технологического оборудования.

Величина помех (вибрация, неустойчивость крепежа, неправильная заточка инструмента, неправильный выбор режимов подачи, и т. д.) отрицательно сказываются на выходных параметрах изделия. Если уровень помех достаточно высок, то это может повлиять на нормальную работу прибора в целом, что приведёт к низкому качеству деталей. Для минимизации помех проводят анализ источников помех и стараются их избежать или изолировать от них.

Процесс обеспечения по таким характеристикам, как, размерная (допуски), динамическая (нагрузки), механическая, электрическая (входные и выходные сигналы), электромагнитная (помехи), тепловая и т. д., является комплексной задачей ТхС. Но, для того, чтобы считать совместимым процесс изготовления продукции, необходимо согласование всех этих параметров.

Таким образом, объектам, типа «совмещённый объект» [3], большинству физических принципов действия (ФПД) техники которых, имеет сложную структуру, с одновременным использованием нескольких физико-технических эффектов (ФТЭ), необходимо соблюдать определённые правила совместимости ФТЭ.

$$(A_i, B_i, C_i), (A_{i+1}, B_{i+1}, C_{i+1}), \quad (1)$$

где A_i, A_{i+1} – входные воздействия (входные продукт, сырье, информация и т. п.) первого и второго ФТЭ, соответственно; C_i, C_{i+1} – выходная продукция первого и второго ФТЭ, соответственно; B_i, B_{i+1} – объекты, осуществляющие преобразование A_i в C_i и A_{i+1} в C_{i+1} ; будут совместимы, если результат воздействия C_i эквивалентен входному воздействию A_{i+1} , т. е., если C_i и A_{i+1} имеют одни и те же физические величины и совпадающие значения этих величин:

$$A_i \rightarrow B_i \rightarrow (C_i \leftrightarrow A_{i+1}) \rightarrow B_{i+1} \rightarrow C_{i+1}. \quad (2)$$

В результате объединения одного совместимого ФТЭ получается преобразователь-переходник (согласующее устройство), в виде универсального сборочного приспособления (УСП), позволяющего быстро и многократно производить ТхС объектов, типа «объект-изделие», обеспечивая различные виды механической обработки из набора стандартизованных деталей

и сборочных единиц. В случае невыполнения условия (2) приходится продолжать уменьшать число ФТЭ.

Библиографические ссылки

1. Совместимость технических систем : учеб. пособие А. А. Носенков, В. И. Медведев, А. М. Муллин ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2005. 146 с.
2. Цветков В. Д. Системно-структурное моделирование и автоматизация проектирования технологических процессов. Минск : Наука и техника, 1979. 264 с.
3. ГОСТ 30709–2002. Техническая совместимость. Термины и определения. Минск : Межгосуд. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2002. 3с.

© Юдина З. А., Масловская А. М., 2013

УДК 004.658.2

А. С. Баженов
Научный руководитель – М. Н. Петров
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА КРАСНОЯРСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ

Рассмотрена созданная автором информационная база данных и программного обеспечения для этой базы. С помощью данного программного обеспечения пользователь должен быстро и безошибочно составлять отчеты на аварийные ситуации при абсолютном не знании языков программирования и работы баз данных.

Известно, что информационные технологии играют огромную роль в различных сферах жизни общества. Поэтому для повышения эффективности деятельности человека по обработке информации необходимо правильное и рациональное использование информационных технологий, которые позволяют собирать, хранить и обрабатывать различную информацию автоматически, что позволяет повысить трудоспособность и эффективность работы.

Основной целью является создание web-ориентированного программного обеспечения с использованием баз данных и систем управления базами данных. Данное программное обеспечение призвано повысить эффективность использования баз данных для предупреждения аварийных ситуаций на Красноярской железной дороге.

В данной работе для достижения цели используются основные ключевые пункты, при помощи которых создана база данных и программное обеспечение для этой базы:

– Проектирование базы данных [1–2], в которой создана модель данных, соответствующей всем предъявленным требованиям. В результате была получена предварительная структура базы данных: список объектов – таблиц и список атрибутов каждого объекта – столбцов таблицы.

– Использование системы управления базой данных [1]. Между физической базой данных и пользователями системы располагается уровень программного обеспечения, называемый системой управления базой данных (СУБД).

– Использование языка программирования для создания программного обеспечения, которое содержит основные модули для создания отчета и последующей записи данного отчета в базу данных и возможностью вывода отчета из базы. Для реализации данного пункта используется язык WEB-программирования – PHP.

В результате выполнения всех ключевых пунктов, данная программа должна помочь пользователю, абсолютно не разбирающемуся в программном коде и структуре базы данных, эффективно и быстро создавать отчеты по аварийным ситуациям, не требуя от пользователя никаких навыков программирования.

Библиографические ссылки

1. Гольцман В. *MySQL 5.0 Библиотека программиста*. СПб. : Питер, 2010. 253 с.
2. Кузин А. В., Левонисова С. В. *Базы данных : учебное пособие для студентов вузов. 5-е изд.* СПб. : Академия, 2012. 320 с.

© Баженов А. С., 2013

УДК 621.311.25 (06)

А. В. Банных
Научный руководитель – А. А. Носенков
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОБ АППАРАТУРНО-МЕТОДИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ КОНТРОЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ХРАНЕНИЯ ОТРАБОТАВШЕГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА

Изложены вопросы аппаратурно-методического обеспечения контроля технологического процесса хранения отработавшего ядерного топлива в специализированных хранилищах. Рассмотрены требования государственных законодательных и нормативных актов по радиационной безопасности и реальные возможности их выполнения. Учены результаты исследований в смежных областях современной техники, а также рекомендации новой научной дисциплины – теории технической совместимости.

Используемое в реакторе, например, атомной электрической станции (АЭС) ядерное топливо (ЯТ) постепенно утрачивает свой основной теплотворный потенциал и, в результате, через определенное время подлежит замене [1]. При этом выгруженное из реактора отработавшее ЯТ (ОЯТ) перевозится в специализированное хранилище (СХ) для хранения и возможной последующей переработки. ОЯТ в своем составе содержит не только остатки ядерных материалов, но и продукты их деления – радиоактивные вещества, испускающие ионизирующее излучение (ИИ), весьма опасное для человека и окружающей среды. Это и ряд других обстоятельств требуют неукоснительного выполнения требований по обеспечению безопасности технологического процесса (ТП) хранения ОЯТ [2].

Содержательный уровень инженерных мероприятий по реализации таких требований зависит от трех основных факторов: типа ядерного реактора – «хозяйина» ОЯТ, вида ОЯТ и принципиально-конструктивных особенностей (ПКО) СХ. В свою очередь, эти факторы имеют последовательную обусловленную связь. Например, типом ядерного реактора определяются: конструктивное исполнение тепловыделяющих сборок (ТВС), химический состав ЯТ, глубина его выгорания и физико-химические свойства продуктов деления. При этом определяющее влияние на выбор физической среды хранения ОЯТ имеет его температура остаточного тепловыделения (ТОТ). Так, для ОЯТ водо-водяных энергетических реакторов (ВВЭР-1000) ТОТ составляет около 350 °С. Это ОЯТ должно храниться в водной среде, имеющей достаточно высокую теплоотводящую конвекцию, позволяющую предотвратить перегрев и деформацию ТВС. СХ, осуществляющее такое хранение ОЯТ, называется мокрым.

Для ОЯТ от реакторов большой мощности канальных (РБМК-1000) ТОТ составляет около 240 °С. Это ОЯТ целесообразно хранить в воздушной среде, что значительно проще и экономичнее мокрого хранения даже с учетом необходимости обеспечения бесперебойной воздушной конвекции между ТВС.

Важнейшим мероприятием по обеспечению безопасности ТП хранения ОЯТ является контроль его параметров: температуры окружающей среды ТВС, расход теплоносителя в системе конвективного теплообмена, уровень ИИ в камерах хранения и др. Однако наиболее проблематичным является радиационный контроль (РК) ТП хранения ОЯТ.

Применяемая с 1985 г. на изотопно-химическом заводе (ИХЗ) ФГУП «ГХК» система РК (СРК) «Орешник» по своему аппаратурному исполнению и функциональным возможностям устарела в части выполнения требований современных стандартов для РК атомных объектов (по экспозиционной дозе, объемной активности радиоактивных аэрозолей, аналоговой форме контрольной информации и др.). Согласно понятийному аппарату теории технической совместимости (ТС) указанные недостатки трактуются как отсутствие достаточной ТС вида «объект контроля – метод контроля» – ТС, характеризующей пригодность метода контроля, определенного для проведения контроля рассматриваемого объекта (процесса) с заданными

точностью, достоверностью и полнотой [3–5]. Кроме того, СРК «Орешник» относится к системам ручного управления.

В настоящее время согласно Федеральным законам и нормативным актам по радиационной безопасности нормируемой величиной по фотонному излучению является эквивалентная доза, которая показывает меру возможных неблагоприятных последствий при облучении живого организма, отдельной ткани или органа (измеряется в зивертах). Также ужесточились требования к качеству аппаратурного исполнения СРК и способу кодирования контрольной информации.

Проведенные, с участием автора, исследования позволили создать существенно модернизированную СРК автоматизированного (на базе персональной ЭВМ) типа. В части кодирования информации о состоянии контролируемого ТП было заменено аналоговое ее формирование на цифровое.

В процессе модернизации СРК была разработана подсистема детектирования всех видов ИИ: электромагнитного (фотонного), нейтронного, объемной активности альфа- и бета- радиоактивных аэрозолей (в прежнем варианте аппаратурного исполнения СРК «Орешник» контролировались только бета- радиоактивные аэрозоли), с использованием сцинтилляционного варианта детектирования вместо газоразрядного счетчика Гейгера. При этом были приняты также во внимание некоторые полезные результаты исследований ИИ, проводимых в космической отрасли [6; 7].

Модернизированная СРК отвечает всем требованиям государственной нормативной технической документации, широко использует современные электронные приборы и устройства, достаточно полно интегрируется с другими технологическими системами предприятия.

Библиографические ссылки

1. Быстрицкий Г. Ф. Основы энергетики. М. : Инфра-М, 2005. 278 с.
2. Машикович В. П., Кудрявцева А. В. Защита от ионизирующих излучений : справ. М. : Энергоатомиздат, 1995. 496 с.
3. Носенков А. А. О методологической концепции теории технической совместимости // Микроэлектронные устройства. Проектирование и технология : межвуз. сб. / отв. ред. А. А. Левицкий ; КрПИ. Красноярск, 1990. С. 100–103.
4. ГОСТ 30709–2002 Техническая совместимость. Термины и определения. Минск : Межгосуд. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2002. 4 с.
5. Носенков А. А. Техническая совместимость: Практика, наука, проблемы : монография ; СибГАУ, Красноярск, 2005. 136 с.
6. Инженерный справочник по космической технике / А. А. Алатырцев, А. И. Алексеев, М. А. Байков и др. / под ред. А. В. Солодова. М. : Воениздат, 1977. 430 с.
7. Бармин И. В., Горюнов Е. И., Егоров А. В. и др. Оборудование космического производства / под общ. ред. В. П. Бармина. М. : Машиностроение, 1998. 256 с.

УДК 621.396.67

А. А. Бычкова, И. А. Доржин
 Научный руководитель – И. И. Потапов
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СОГЛАСОВАНИЕ ТРОСОВОЙ АНТЕННОЙ СИСТЕМЫ ПРОВОЛОЧНОГО ВИДА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОГО НИЗКОЧАСТОТНОГО РАДИОКАНАЛА

Рассмотрена проблема увеличения излучаемой мощности в радиопередающей антенной системе. Этим обуславливается необходимость применения согласующих устройств в составе радиопередающего устройства.

Применение мобильных радиопередающих устройств низкочастотного КВ диапазона с быстро развертываемой антенной системой сопряжено с необходимостью электрического согласования входных сопротивлений.

Предлагаемая конструкция тросовой антенны, представляет собой вертикальный несимметричный вибратор, с длиной несколько сотен метров. Подъем антенного провода на заданную высоту, можно осуществлять с помощью газовых аэростатов, беспилотных летательных аппаратов. Для повышения излучаемой мощности и, соответственно, дальности радиосвязи, необходимо увеличивать высоту антенны, что связано с необходимостью решения ряда технологических задач. Таких как обеспечение малого времени подъема антенного троса на рабочую высоту, устойчивость к ветровым нагрузкам, снижение массогабаритных параметров. Для снижения зависимости антенной системы от геоэлектрических свойств подстилающей поверхности применяются противовесы. Электрические параметры тросовой антенны во многом зависят от характеристик устройств подъема и удержания антенны в заданном положении. Аппаратура канала усиления мощности радиосигналов низкочастотного диапазона состоит из стойки усиления мощности, перестраиваемого согласующего устройства, фильтров гармоник, систем обеспечения функционирования.

Одним из важнейших компонентов радиопередающей системы является перестраиваемое согласующее устройство, предназначенное для согласования входных параметров антенны с оптимальным со-

противлением нагрузки усилителя мощности. Устройство реализовано на дискретных элементах (емкостях и индуктивностях). Для определения необходимых значений согласующих элементов выполняется предварительное измерение комплексного сопротивления антенной системы на рабочей частоте, затем устройство управления рассчитывает значение элементов согласования и формирует команды управления на их подключение.

Снижения уровней внеполосных излучений может достигаться как на этапе формирования, так и на этапе фильтрации сигналов, с помощью применения управляемого перестраиваемого фильтра гармоник. В настоящее время использование первого метода осложняется в силу несовершенства элементной базы применительно к заданным мощностям и частотам. Поэтому в инженерной практике находит применение более несовершенный метод фильтрации сигналов, так как он проще в реализации, хотя приводит к существенным потерям мощности, основанным на принципе работы фильтра.

Для расчета электрических характеристик тросовой антенной системы проведено моделирование излучающей системы с помощью программы «ММАНА». Проведенные исследования показали, что изменение геометрии антенны под действием ветровых нагрузок не оказывает существенного влияния на электрические параметры антенны. Это позволяет уточнить алгоритмы дополнительной подстройки согласующего устройства и фильтра.

© Бычкова А. А., Доржин И. А., 2013

УДК 621.31: 629.78

К. Н. Виноградов, Е. К. Виноградова, А. А. Фадеев, Ц. Г. Надараиа
 Научный руководитель – И. Я. Шестаков
 ОАО «Информационные спутниковые системы»
 имени академика М. Ф. Решетнева, Железногорск

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА С ВРАЩАЮЩИМИСЯ АККУМУЛЯТОРНЫМИ БАТАРЕЯМИ

Использование электризации КА для уменьшения массы системы электроснабжения КА.

Одной из важнейших бортовых систем любого космического аппарата (КА), которая в первую очередь определяет его тактико-технические характеристики, надежность, срок службы и экономическую

эффективность, является система электроснабжения. Поэтому проблемы разработки, исследования и создания систем электроснабжения космических аппаратов имеют первостепенное значение.

От энергетической установки во многом зависит конструктивное исполнение КА, габаритные размеры, масса и срок активного существования на орбите. Выход из строя энергоустановки влечет за собой выход из строя всего аппарата.

Масса бортовой энергетической установки отечественных КА находится в пределах 8-25 % от массы объекта [1]. Поэтому снижение массы энергоустановки является актуальной проблемой.

Электроэнергия для питания бортовых систем КА может быть получена либо путем накопления перед пуском достаточно больших ее запасов в аккумуляторных батареях, либо путем преобразования солнечной энергии.

Существенный недостаток аккумуляторных батарей заключается в большом весе при малой энергоёмкости. Например, серебряно-цинковая батарея при емкости 300 а·ч весит около 100 кг [3]. Это означает, что при мощности тока 260 Вт (нормальное потребление на обитаемом спутнике «Меркурий») такая батарея будет работать менее двух суток. Удельный вес батареи, характеризующий весовое совершенство источника тока, составит около 450 кг/кВт.

Солнечные батареи выгодно применять, так же как аккумуляторы, для небольших потребляемых мощностей тока из-за большой площади их поверхности и высокого удельного веса. Для получения, например, мощности 3 кВт требуется батарея, состоящая из 100 000 элементов с общим весом около 300 кг, т. е. при удельном весе 100 кг/кВт. Такие батареи займут площадь более 30 м².

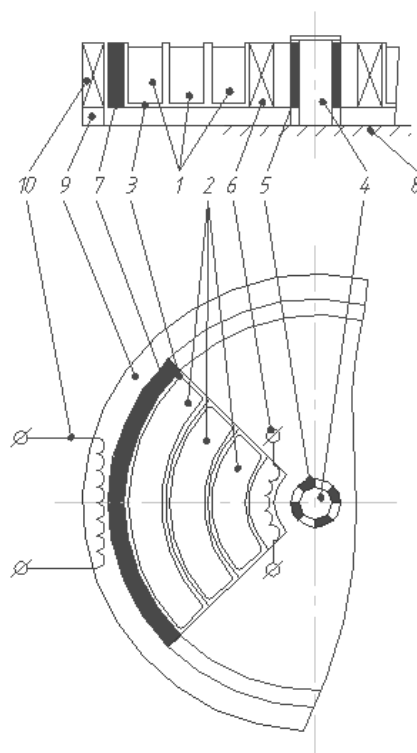
КПД солнечных батарей невелик, он не превышает пока 11–13 %. Это значит, что с 1 м² современных солнечных батарей снимается, мощность около 100–130 Вт.

При прохождении КА в космическом пространстве на него действуют потоки плазмы, электромагнитных излучений с разными длинами волн и многое другое, что составляет космическую среду. Под действием этих факторов КА, в частности, приобретает некоторый электрический заряд и обусловленный им электрический потенциал относительно окружающей плазмы.

Разные участки поверхности КА могут заряжаться неодинаково: из-за различных условий воздействия внешних факторов на эти участки, из-за различий в электрофизических свойствах находящихся на них материалов. Типичным примером здесь является приобретение неодинаковых зарядов освещенным и неосвещенным участками поверхности КА в сильно разреженной космической плазме. Поскольку поверхность современных КА на 80 – 90% покрыта диэлектрическими материалами (терморегулирующими покрытиями, защитными стеклами солнечных батарей и т. п.), потенциалы различным образом заряженных ее участков не могут выровняться. Происходит так называемое дифференциальное заряджение, при котором между отдельными участками поверхности КА появляются электрические напряжения, вызывающие электростатические разряды [4].

В данной работе предлагается использование электростатических разрядов для подзарядки аккумуля-

торных батарей. Для этого в энергетической установке (см. рисунок) аккумуляторные батареи (АБ) 1 необходимо устанавливать в сектора 2 на вращающемся корпусе 3. Корпус имеет форму диска и вращается относительно оси 4, на которой закреплены постоянные магниты 5. Коаксиально оси на корпусе расположены статорные обмотки 6, в которых наводится ЭДС, необходимая для подзарядки АБ. По периферии корпуса установлены кольца 7 из магнитных материалов (викалой, альнико и др.). Ось устройства находится в центре дискообразного основания 8, на боковой периферийной стенке 9 которого смонтированы статорные обмотки 10, на которые подается напряжение для раскрутки АБ перед стартом КА. Вращающиеся части энергетической установки играют роль маховичного накопителя. По мере расходования кинетической энергии накопителя число оборотов вращающейся массы снижается.



Энергетическая установка:

- 1 – аккумуляторные батареи; 2 – сектор; 3 – корпус;
- 4 – ось; 5 – постоянные магниты; 6 – статорные обмотки;
- 7 – кольца; 8 – дискообразные основания;
- 9 – периферийная стенка; 10 – статорные обмотки

Для восстановления кинетической энергии предполагается использовать кинетическую энергию выбрасываемой массы газов через сопла двигателей коррекции, ориентации и стабилизации путем установки турбины-генератора в поток газов. С генератора напряжение подается на статорные обмотки, расположенные в основании. В результате взаимодействия тока с магнитными кольцами создается крутящий момент, который увеличивает число оборотов маховичного накопителя. Другой вариант восстановления кинетической энергии накопителя – использование тепловой энергии выбрасываемого газа путем применения термоэлектронного преобразователя.

Модель подобной конструкции была создана и испытана при числе оборотов 3 000 об/мин. Электрическое напряжение АБ при испытаниях не изменялось, целостность корпуса батарей не нарушалась. Использование кинетической энергии вращающихся АБ позволит сократить массу бортовой энергетической установки на 5–7 % (за счет использования электростатического заряда, образующегося на поверхности КА, а также за счет уменьшения габаритно-массовых характеристик солнечных батарей).

Библиографические ссылки

1. Гуцин В. Н. Основы устройства космических аппаратов. М. : Машиностроение, 2003.
2. Новиков Л. С. [и др.]. Электризация космических аппаратов в магнитосферной плазме / Т. 2. Воздействие космической среды на материалы и оборудование КА. 8-е изд. М., 2007.
3. Зайцев Ю. И. Спутники «Космос». М. : Наука, 1975.
4. Акишин А. И., Новиков Л. С. Электризация космических аппаратов. М. : Знание, 1985.

© Виноградов К. Н., Виноградова Е. К.,
Фадеев А. А., Надараица Ц. Г., 2013

УДК 621.313.13.1

П. Г. Гордовенко
Научный руководитель – О. Н. Рябов
Сибирский федеральный университет, ИГДГТ, Красноярск

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ ДВИГАТЕЛЕЙ В АВИАЦИИ И КОСМОНАВТИКЕ

Рассматривается возможность применения линейных электродинамических двигателей в качестве непосредственного привода механизмов использующихся в авиации и космонавтике.

Во множестве процессов движение рабочего органа имеет прямолинейный характер. В то же время привод фактически всегда осуществляется только вращательными двигателями. Именно поэтому в классической компоновке между приводом и рабочим органом необходимы механизмы для преобразования вида и параметров движения. Это осуществляется с помощью зубчатых реек, винтовых передач, пневмо- или гидропривода и т. п. Техническая и экономическая целесообразность применения линейных электродвигателей в качестве непосредственного привода рабочих органов обоснована в работах многих авторов, например в источнике [1].

Следует особо подчеркнуть, что применение линейных электродвигателей позволяет повысить надежность, быстродействие, точность позиционирования рабочего инструмента.

Например, первоначально в таких областях, как роботостроение, станкостроение значительное место занимали пневматический и гидравлический привод. Однако в настоящее время во всем мире четко прослеживается тенденция к расширению области применения электрического привода. По мере развития робототехнических систем, совершенствования систем подачи современных станков, требования к гибкому управлению ими будут все более возрастать, и, по видимому, электрический привод станет рассматриваться как один из основных.

Такому положению способствует, прежде всего, одинарное преобразование информации электрического сигнала в механическое движение. Особое место занимает непосредственный привод, включающий в себя двигатели линейного и поворотного движения и системы управления ими. Такой привод характеризуется простотой и технологичностью конструкции,

позволяет обеспечить непосредственное управление от ЭВМ или микропроцессоров, удобен как для встраивания непосредственно в конструкцию системы работа либо станка, так и для обслуживания и ремонта. Привод также имеет высокую надежность и низкий уровень собственных шумов. С точки зрения функциональных возможностей для него характерны широкий диапазон динамических состояний и высокое быстродействие.

В ряде случаев двигатели линейного движения можно изготавливать по упрощенной технологии, позволяющей в качестве магнитных материалов использовать обычную конструкционную сталь. Такая технология за счет доступности ее для предприятий, имеющих обычную машиностроительную базу, позволяет значительно упростить кинематические схемы оборудования имеющего механизмы с линейным возвратно-поступательным движением, и за счет этого упрощения повысить рентабельность производства и надежность изделий [1].

На кафедре «Электронной техники и телекоммуникаций» СибГАУ накоплен опыт по конструированию и создана серия линейных электродинамических машин. Апробированной сферой их применения является привод механизмов используемых при электрической обработке поверхностей, в вибрационных и ударных машинах.

Рассмотрим возможности применения линейного электродинамического двигателя в авиации и космонавтике на примере существующих механизмов: 1) передача винт-гайка скольжения подъемника стабилизатора самолёта; 2) привод линейного перемещения (производство ОАО «ИСС») для сдерживания и синхронизации движения силовых спиц или их перемещения при раскрытии рефлектора антенны.

Сравнительные технические характеристики механизмов

Механизм	Кинематическая схема	Тяговое усилие, кН	Перемещение, м
Подъёмник стабилизатора самолёта	Электродвигатель, конический редуктор, передача винт-гайка скольжения	240	0,25
Двигатель (производство ОАО «ИСС»)	Непосредственный привод рабочего органа	2	0,3
Двигатель линейный электродинамический	Непосредственный привод рабочего органа	450	0,3

Сравнительные технические характеристики механизмов сведены в таблицу. (Параметры линейного электродинамического двигателя приводятся для импульсного режима и получены опытным путем.)

Сравнения позволяет сделать вывод о возможности применения линейных электродинамических двигателей в механизмах, используемых в авиации и космонавтике.

Разработка конструкции и проектирование линейных электродинамических машин для конкретных

механизмов в различных сферах применения и ставится целью наших дальнейших исследований.

Библиографическая ссылка

1. Шестаков И. Я., Стрюк А. И., Фадеев А. А. *Линейные электродинамические двигатели. Конструирование. Практическое использование : монография / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2011. 148 с.*

© Гордовенко П. Г., 2013

УДК 621.372.543.2

В. В. Иванов, В. А. Шокиров
 Научный руководитель – Я. Ф. Бальва
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МИНИАТЮРНЫЙ ТРЕХПРОВОДНИКОВЫЙ ПОЛОСКОВЫЙ РЕЗОНАТОР И ПОЛОСНО-ПРОПУСКАЮЩИЙ СВЧ ФИЛЬТР С ВЫСОКИМ УРОВНЕМ ПОДАВЛЕНИЯ ПОМЕХ В ШИРОКОЙ ПОЛОСЕ ЗАГРАЖДЕНИЯ НА ЕГО ОСНОВЕ

Предложена миниатюрная конструкция трехпроводникового полоскового резонатора на двухслойной диэлектрической подложке, на основе которого можно создавать миниатюрные полосно-пропускающие фильтры с протяженной полосой заграждения и высоким уровнем режекции. Для демонстрации перспективности предложенной конструкции изготовлен макет полосно-пропускающего фильтра четвертого порядка, у которого граничная частота полосы заграждения по уровню -100 дБ более чем в 10 раз превышает центральную частоту полосы пропускания.

Известно, что повышение помехоустойчивости систем беспроводной связи, предназначенных для работы в условиях высокого уровня шумов, требует разработки новых миниатюрных полосно-пропускающих фильтров (ППФ) с улучшенными селективными свойствами. При этом зачастую важно не только понизить уровень прохождения мощности в полосе заграждения, но и одновременно увеличить ширину этой полосы. В большинстве случаев этому препятствуют паразитные полосы пропускания, возникающие на частотах высших мод колебаний используемых резонаторов. К настоящему времени предложено большое количество способов расширения полосы заграждения [1-3], однако в лучшем случае удается высокочастотный край полосы заграждения по уровню -60 дБ приблизить к частоте около $8f_0$, где f_0 – центральная частота фильтра. В то же время для современной беспроводной связи зачастую требуется более протяженная полоса заграждения с более высоким уровнем режекции. Одним из путей решения данной проблемы является применение оригинальных технических решений, например, новой конструкции

миниатюризованного коаксиального резонатора [4]. На его основе возможна реализация полосно-пропускающих фильтров со сверхширокой полосой заграждения (до $47f_0$ по уровню -100 дБ), однако с точки зрения технологичности, надежности и стоимости такие устройства существенно уступают конструкциям на полосковых и микрополосковых структурах.

В настоящей работе предлагается оригинальная миниатюрная конструкция полоскового резонатора (рис. 1), позволяющая проектировать полосковые ППФ с рекордно глубокой и широкой полосой заграждения.

Резонатор выполнен на двухслойной диэлектрической подложке, подвешенной посередине между верхней и нижней стенкой металлического корпуса. Он образован тремя полосковыми проводниками, расположенными один под другим на поверхностях слоев диэлектрической подложки. Два проводника, расположенные на внешних поверхностях подложки, замкнуты одним концом на одну из боковых стенок корпуса. Проводник, расположенный внутри подлож-

ки, замкнут одним концом на противоположную боковую стенку.

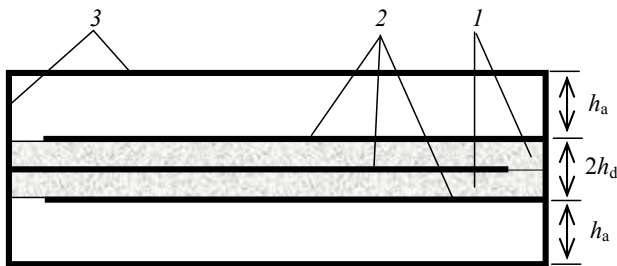


Рис. 1. Продольное сечение полоскового резонатора: 1 – диэлектрик; 2 – полосковые проводники; 3 – металлический корпус-экран

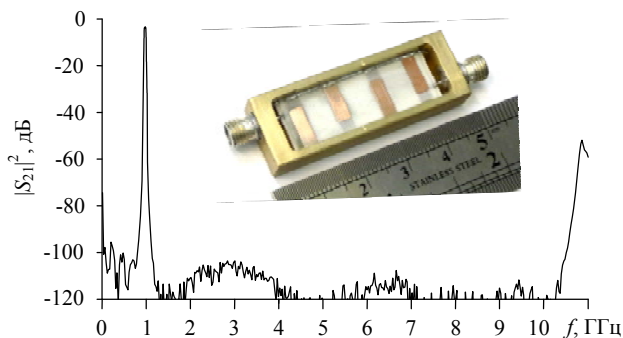


Рис. 2. Измеренная частотная характеристика и фотография макета фильтра

Для подтверждения перспективности применения предложенного резонатора в технике СВЧ был изготовлен макет четырехрезонаторного фильтра на его основе. Двухслойная подложка макета фильтра была выполнена из материала RT/Duroid толщиной $h_d=0.2$ мм, имеющего диэлектрическую проницаемость $\epsilon_r=3.4$ и диэлектрические потери $\text{tg}\delta\approx 0.002$. Подложка имеет размеры 12×38 мм². Все полосковые

проводники резонаторов имеют ширину $w=3$ мм. Длина проводников внутренних резонаторов равна $l_s=9$ мм, а длина проводников наружных резонаторов – $l_s=9.25$ мм. Толщина воздушных зазоров между диэлектрической подложкой и стенками металлического корпуса равна $h_a=3.5$ мм. Зазор между соседними внутренними резонаторами составлял $S_1=6,5$ мм, а между внутренним и наружным резонатором – $S_2=5,75$ мм. Измеренная амплитудно-частотная характеристика изготовленного макета представлена на рис. 2, здесь же на вставке приведена фотография устройства.

Фильтр имеет относительную ширину полосы пропускания $\Delta f/f_0\approx 5\%$ по уровню -3 дБ с центральной частотой $f_0=1$ ГГц и полосу заграждения, простирающуюся до $10.5f_0$ по уровню -100 дБ. Минимальные потери в полосе пропускания составляют около 3 дБ.

Таким образом, в работе предложена миниатюрная конструкция трехпроводного полоскового резонатора на двухслойной подвешенной подложке, позволяющая создавать полосно-пропускающие фильтры с рекордно широкой и глубокой полосой заграждения.

Библиографические ссылки

1. Lin S.-C., Deng P.-H., Lin Y.-S., Wang C.-H., Chen C. H. // *IEEE Trans. Microwave Theory and Techniques*. 2006. Vol. 54, № 3. P. 1011–1017.
2. Tyurnev V. V. // *Progress In Electromagnetics Research B*. 2010. Vol. 21. P. 47–67.
3. Chen Y.-M., Chang S.-F., Chang C.-C., Hung T.-J. // *IEEE Trans. on Microwave Theory and Techniques*. 2007. Vol. 55, № 10. P. 2191–2199.
4. Belyaev B. A., Serzhantov A. M., Tyurnev V. V., Leksikov A. A. // *Microwave and Optical Technology Letters*. 2012. Vol. 54, № 5. P. 1117–1118.

© Иванин В. В., Шокиров В. А., 2013

УДК 621.371.3

С. И. Иконников

Научный руководитель – В. Г. Сомов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ВЛИЯЮЩИХ НА КАЧЕСТВО РАДИОСВЯЗИ ПРИ РАСПРОСТРАНЕНИИ РАДИОВОЛН В НЕСТАЦИОНАРНОЙ ДИСПЕРГИРУЮЩЕЙ АНИЗОТРОПНОЙ СРЕДЕ

Представлен анализ особенностей распространения электромагнитных волн в ионосфере при организации КВ-радиосвязи. Показано влияние многолучевости на амплитуду и фазу принимаемого сигнала. Также рассмотрены частотная и пространственно-временная структуры активных помех в данном диапазоне радиоволн и фокусирующие свойства среды.

Коротковолновая радиосвязь отличается сложностью и нестационарностью условий распространения радиоволн в неоднородной диспергирующей анизотропной среде и помеховых ситуаций.

Характерным для КВ радиоканала является замирание сигнала. В ионосферном канале составляющие

сигнала распространяются по нескольким путям. Во-первых, в пункте приема обнаруживаются лучи, которые распространяются путем многократного или однократного отражения. Во-вторых, сигнал излучается передающей антенной в пределах ширины диаграммы направленности (ДН), следовательно, можно считать,

что на ионосферу падает не один луч, а пучок подлучей, которые достигают приемной антенны с различными амплитудами и фазами. В-третьих, к многолучевой интерференции излучения приводит среда распространения с крупномасштабной и мелкомасштабной неоднородными структурами. Многолучевость при высоких скоростях работы и обычных видах манипуляции ограничивает возможности повышения надежности связи путем увеличения мощности передатчика. Если разность хода лучей сравнима с длиной волны, то прием информации осуществляется по лучу, который имеет в данный момент наибольший уровень, а при переходе с одного луча на другой происходит рассинхронизация по циклам, что приводит к потере отдельных знаков сообщения. Многолучевость с большой разностью хода лучей приводит к интерференции элементов сообщения, приходящих в точку приема разными лучами, и сигналы в лучах с меньшим уровнем в этом случае играют роль аддитивных помех.

Различают быстрые и медленные замирания [1]. Основной причиной быстрых замираний сигнала является многолучевое распространение радиоволн, которое приводит к интерференционным замираниям. В данном случае амплитуду принимаемого сигнала можно оценить из соотношения [2]:

$$A = \sqrt{2[1 + \cos(\Delta\phi)]},$$

где Δ – разность фаз.

Легко видеть, что вариации разности фаз приводят к вариациям амплитуды принимаемого сигнала. Для изменения фазы волны на 180° достаточно, чтобы длина пути изменилась на $\lambda/2$, т. е. на 5...50 м [1; 3]. Такие незначительные изменения длины пути распространяющейся волны, могут происходить непрерывно, следовательно, колебания напряженности электрического поля в диапазоне коротких волн являются частыми и глубокими.

Важной характеристикой замираний является закон распределения огибающей амплитуды. Быстрые замирания хорошо описываются законом распределения Релея.

Помимо быстрых замираний, при распространении радиоволн наблюдаются медленные замирания, причиной которых является изменение поглощения радиоволн в ионосфере. Распределение огибающей амплитуды сигнала при медленных замираниях подчиняется нормально-логарифмическому закону при стандартном отклонении порядка 8дБ [4].

При ионосферном распространении радиоволн в ионосфере возникают замирания сигналов, вероятность появления которых существенно превышает ожидаемое распределение амплитуды в соответствии с релейским законом. Данные подрелейские замирания хорошо описываются распределением Накагами. Анализ, проведенный в работе, позволяет сделать вывод, что существенный вклад в флуктуации амплитуды принимаемого сигнала вносят эффекты фокусирования (дефокусирования) радиоволн, распространяющихся в ионосферной плазме.

Показано, что вне точки фокуса увеличение амплитуды сигнала достигает 5...7 дБ при отражении радиоволны от F слоя и порядка 4 дБ при отражении от E слоя. В зоне фокуса увеличение амплитуды сигнала составляет 10...15 дБ и может достигать величины 27 дБ. На неоднородностях ионосферы увеличение амплитуды сигнала составляет 4...9 дБ. При передаче сообщения на трассах до 3 000 км увеличение амплитуды сигнала за счет фокусирования на горизонте составляет 8 дБ, при угле излучения около нуля градусов и не превышает 5 дБ при угле излучения порядка 10° .

Эффект фокусирования радиоволн может приводить к значительному увеличению уровня принимаемого сигнала, что имеет важное практическое значение при организации КВ радиосвязи.

Кроме интерференционных замираний сигнала, в КВ диапазоне волн имеют место поляризационные замирания. Причиной поляризационных замираний является поворот плоскости поляризации волны при распространении её в анизотропной, неоднородной среде в направлении силовых линий магнитного поля Земли. Поляризационные замирания наблюдаются реже интерференционных в 10...15 % всех случаев [1], однако их учет при организации связи имеет явно выраженную практическую направленность.

Анализ частотной и пространственно - временной структуры активных помех показал, что практически в любом частотном канале могут присутствовать 3...4 источника пространственно сосредоточенных помех, действующих с боковых направлений приема. Установлено, что подавление мощных активных помех эффективно в случае реализации алгоритмов нестационарной пространственной фильтрации, когда интервал перенастройки пространственного фильтра равен времени пространственной стационарности сигналов активных помех коротковолнового диапазона волн.

При некогерентном приеме сообщений вероятность ошибки зависит от отношения сигнал/помеха на входе демодулятора следующим образом [5]:

$$P_{\text{ош}} = 0,5 \exp(-kH^2/M) \text{ при } H^2 \gg 1,$$

где M – параметр вида манипуляции (для амплитудной телеграфии (АТ): $M = 4$; для частотной телеграфии (ЧТ): $M = 2$; для относительной фазовой телеграфии (ОФТ): $M = 1$); k – коэффициент энергетических потерь, который зависит от качества демодулятора; H^2 – отношение энергии активного элемента сообщения к спектральной плотности мощности шума:

$$H^2 = A^2 / 2\nu^2 V,$$

где A – амплитуда полезного сигнала; V – скорость манипуляции; ν^2 – спектральная плотность мощности шума на входе демодулятора.

Таким образом, повысить достоверность передачи дискретных сообщений возможно, если принять меры к увеличению отношения сигнал / шум. Увеличение отношения сигнал/шум может быть достигнуто:

1. Повышением мощности радиопередающего устройства (что не всегда целесообразно).

2. Построением высокоэффективных адаптивных систем помехозащиты.

3. Использованием фокусирующих свойств среды распространения.

Из сказанного следует, что комплексный учет особенностей распространения радиоволн в нестационарной диспергирующей анизотропной среде и их использование при разработке адаптивных способов и алгоритмов к изменяющимся условиям распространения позволит существенно повысить качество передачи дискретных сообщений по ионосферному каналу.

Библиографический ссылки

1. Грудинская Г. П. Распространение радиоволн. М. : Высшая школа, 1975. 279 с.

2. Нургожин Б. И. О боковом падении радиоволны на крупномасштабные неоднородности ионосферы // Геомагнетизм и аэрономия. 1972. Т. 12. № 4. С. 761.

3. Долуханов М. П. Распространение радиоволн. М. : Связь, 1972. 335 с.

4. Калинин А. И., Черенкова Е. Л. Распространение радиоволн и работа радиолиний. М. : Связь, 1971. 439 с.

5. Хазан В. Л. Математические модели дискретных каналов связи декаметрового диапазона радиоволн : учеб. пособие. Омск, ОмГТУ, 1998. 106 с.

© Иконников С. И., 2013

УДК 621.372.543.2

А. М. Ковалев

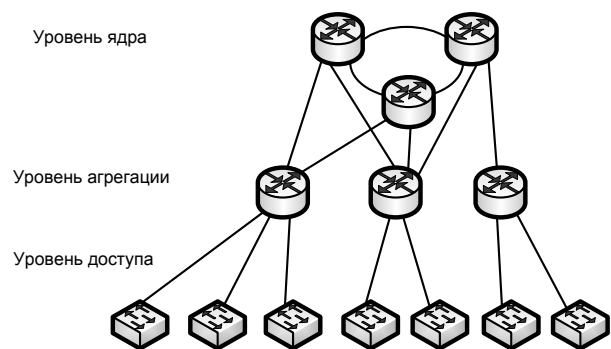
Научный руководитель – Д. Ю. Пономарев
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАЗРАБОТКА ИНФОКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ НА ОСНОВЕ ПИКОСПУТНИКОВ

Предложена архитектура построения инфокоммуникационной сети на основе пикоспутников, которая в перспективе предоставит возможность предоставления мультимедийных услуг связи абонентам в любой точке мира, независимо от их территориального местоположения. Использование технологии VSAT в данном проекте позволит обеспечить высокоскоростной доступ к сетям передачи данных даже в самых отдаленных от коммуникаций местностях. Главным преимуществом работы является разгрузка наземных сетей и перенос маршрутизации основных потоков трафика на орбиту.

С развитием инфокоммуникационных технологий все устройства связи становятся всё более мобильными – телефоны, смартфоны, ноутбуки, планшеты и прочие гаджеты уже просто не могут обойтись без постоянного доступа в интернет. Естественно встает вопрос организации повсеместного высокоскоростного доступа к сетям передачи данных. Дабы унифицировать сеть, что не менее актуально, проектируется именно мультисервисная сеть. Таким образом проект подразумевает сеть передачи данных, функциями которой является обеспечение передачи трех видов трафика – аудио, видео, данные.

В качестве основной архитектуры выбрана трехуровневая иерархическая структура [1], подразумевающая распределение устройств сети по трем основным уровням (см. рисунок): базовому уровню (ядро сети), уровню распределения (агрегации), уровню доступа. Основными преимуществами такой структуры являются: надежность, высокая скорость соединения, высокий уровень безопасности. Надежность достигается за счет использования топологии типа «кольцо» (с возможностью каскадного соединения колец) на базовом уровне и возможно на уровне агрегации. Данная топология является наиболее надежной в сравнении с другими, за счет возможности организации обходных маршрутов в аварийных ситуациях. Высокие скорости соединения достигаются применением высокопроизводительного оборудования и равномерным распределением трафика на уровне агрегации. Безопасность обеспечивается стандартными процедурами.



Иерархическая структура сети

Уровень ядра – это наиболее производительная часть сети, находится на самом верху представленной иерархии и отвечает за надежность и скорость передачи больших объемов данных. Единственная задача уровня ядра – обеспечить быструю и надежную обработку информационных потоков. Трафик, передаваемый через ядро, является общим для подавляющего большинства пользователей. Сами пользовательские данные обрабатываются на уровне агрегации, который при необходимости перенаправляет запросы к уровню ядра.

Данный уровень маршрутизации будут обеспечивать крупногабаритные спутники на геостационарных орбитах. Это спутники, подобные существующим спутникам телевидения. Основное принципиальное

отличие в том, что в данной иерархии на спутник будет установлено большое количество оборудования, которое будет по внутренней сети производить маршрутизацию трафика и перенаправлять его в необходимом направлении.

Уровень агрегации или уровень распределения является связующим звеном между уровнем ядра и уровнем доступа. Основное назначение уровня распределения – обеспечить маршрутизацию, фильтрацию и доступ к услугам сети и при необходимости определить путь пакетов к ядру. Уровень распределения должен найти самый быстрый путь обслуживания пользовательских пакетов (например, способ пересылки файла запроса серверу). Определив оптимальный путь, уровень агрегации пересылает запрос на уровень ядра. Далее, на уровне ядра производится пересылка запроса соответствующей сетевой службе.

Среднеорбитальные спутники будут играть самую важную и существенную роль в данной иерархии: они будут обеспечивать агрегацию потоков трафика. Аналогом спутниковой технологии агрегации трафика является существующая разработка компании «Cisco» IRIS (Internet routing in space). На данный момент для маршрутизации используются «Cisco 18400 Space Router» [2], имеющий не столь высокие скорости обмена данными, но обладающий главным качеством – способностью маршрутизировать в космосе и прошедший уже несколько удачных испытаний.

Уровень доступа – контролирует доступ пользователей и рабочих групп к ресурсам объединенной сети. Иногда его называют уровнем рабочего стола. Сете-

вые ресурсы, необходимые большинству пользователей, здесь становятся доступными локально. Весь трафик для удаленных служб обрабатывается на уровне распределения.

Этим уровнем, в представленной структуре, будет непосредственно россыпь пикоспутников. Несколько спутников на орбите будут организованы в виде фазированной антенной решетки и, работая как ретранслятор, будут передавать сигнал от наземных станций и устройств к уровню агрегации.

Таким образом, разработка инфокоммуникационной сети на основе пикоспутников позволит разгрузить большую часть наземного оборудования, даст возможность доступа к глобальной сети даже из самых отдаленных от коммуникации мест посредством VSAT (деревни и селения, отрезанные от коммуникации), обеспечит точную навигацию и надежную передачу речевой информации, что позволит не только уменьшить затраты на связь, но и обеспечит военные силы и службы спасения средствами связи при чрезвычайных ситуациях.

Библиографические ссылки

1. Трехуровневая иерархическая модель компании Cisco [Электронный ресурс], 2010. URL: http://network.xsp.ru/5_7.php (дата обращения: 1.03.2013).
2. Cisco 18400 Space Router: Data sheet. Cisco Systems, 2010.

© Ковалев А. М., 2013

УДК 621

А. А. Лаврищев

Научный руководитель – Г. Г. Назаров

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ СВЯЗИ И ЕЕ ОПТИМИЗАЦИЯ ПРИ ОКАЗАНИИ УСЛУГ THREE-PLAY В ПРИГОРОДНЫХ ПОСЕЛКОВЫХ РАЙОНАХ

Изложены вопросы проектирования структур связи для пригородных районов, проведена оптимизация вариантов структур связи. Выбраны технические комплектующие и разработана технология выполнения работ в пригородных поселковых районах.

Наибольшего уровня развития собственно сеть Интернет и необходимая Интернет-инфраструктура достигли в городах с населением свыше миллиона человек – прежде всего в Москве, С.-Петербурге, Новосибирске, Нижнем Новгороде, Самаре и Екатеринбурге. В городах с населением менее 300 тыс. и особенно в сельской местности сектор интернет-услуг очень неразвит.

Интернет в регионах формируется по мере развития там рынка. Наблюдается практически прямая зависимость – чем сильнее в регионе рыночная инфраструктура, тем более развит и сектор Интернет-услуг.

Чем более демонополизирован рынок Интернет-услуг в регионе, тем выше уровень развития Интернета. Поэтому, как правило, там, где действует только

один провайдер в лице предприятия ОАО «Ростелеком», уровень развития Интернета низок.

Несмотря на высокое проникновение услуги, проблемой для регионов остаются более высокие, чем в столице, тарифы и низкие скорости интернет – доступа. Особенно это заметно в небольших городах с населением до 300 тыс., что можно наблюдать во всех городах Красноярского края, где нет развитой инфраструктуры телекоммуникаций.

В настоящее время в пригородных населенных пунктах слабо развиты системы коммуникаций связи. Многие провайдеры связи не могут позволить себе в финансовом плане эффективно обеспечить интернетом, телефонией, телевидением (3-play) в пригородных поселковых районах.

В краткосрочной перспективе провайдер должен предоставить сельскому жителю и дачнику городской уровень информационных услуг.

На первом, «проектно-исследовательском», этапе реализации выполнены работы по теоретическому обоснованию структур связи для создания магистральной инфраструктуры в пригородных районах г. Красноярска. Проработан процесс согласования прокладки ВОЛС между хозяйствующими субъектами района. В ходе этих проработок были сформулированы необходимости услуг администрации края, администрации района, государственных подразделений края, технико-экономические обоснования будущих проектов на территории пригородных районов. Проектирование, строительство, сдача под «ключ», обслуживание муниципальных образований следующих направлений: теплоцентраль, водоканал, энергосбыт, газовое хозяйство, МЧС, МВД, медицина, образование. Для проработки структуры связи и обучения монтажников связи был разработан лабораторный комплекс на основе оптоволоконного кабеля (ВОЛС), различных типов адаптеров (SC/UPC, SC/APC, LS) и делителей на 2, 3, 4, 5 сигналов [1]. На основе проведенных исследований было выбрано 2 типа структуры связи для выполнения работ в пригородных поселковых районах. Выполнены проработки инструкций по выполнению данных работ. На основе проведенных исследований рассчитаны стоимости возможных структур связи. По стоимости предложенные структуры связи равнозначны. Оптимальными на основе анализа признаны 2 структуры связи, имеющие свои достоинства и недостатки.

- на основе GPON;
- на основе кольца с вынесенными узлами связи.

GPON – не требует дополнительных узлов связи при создании развитой инфраструктуры телекоммуникаций. Имеющие муфты с разветвителями позволяют с минимальными затратами развернуть информационную сеть на большой территории с возможностью оказания three-play услуг по ограниченному количеству ВОЛС. Но данная технология требует использования монтажников с более высокой технической подготовкой. И при порыве ВОЛС удаленный сегмент будет неработоспособным без проведения срочного ремонта. Провайдер становится привязанным к производителю оборудования [2].

Структура связи на основе кольца с вынесенными узлами связи позволяет использовать разнообразное оборудование предлагаемое многими фирмами. Монтажники обслуживающие данную сеть могут быть менее технически подготовлены. Надежность работы данной сети выше, чем по технологии GPON. Оказание услуг three-play по данной технологии требует поддержку 2х независимых каналов на передачу и телевидения.

На основе проведенных исследований проработаны основные критерии и структуры связи для пригородных районов. Оптимизированы разработанные структуры в финансовом плане и технология выполнения работ для эффективного обеспечения интернетом, телефонией, телевидением (3-play) в пригородных поселковых районах.

Библиографические ссылки

1. URL: www.prointech.ru/kb/uplotnenie-vols/ustrojstvo-mux-demux.html.
2. URL: <http://www.velcom-s.ru/library/articles/2859/>.

© Лаврищев А. А., 2013

УДК 669.713.7

В. В. Мысягин

Научный руководитель – С. Г. Овчинников
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ НАГРЕВА КРЕМНИЕВЫХ ПОДЛОЖЕК В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГО ВАКУУМА

Рассматривается исследование проблемы создания электрического нагревателя кремниевых подложек в вакуумной камере и результаты работы над ним.

Сегодня в мире среди ведущих институтов в области магнитных явлений стоит проблема нанесения различных веществ на кремниевые подложки. Однако она решается не столько правильным отжигом кремниевой подложки, сколько увеличением её размеров для уменьшения градиента температуры на определенном участке поверхности. Такое решение вынуждает увеличивать и размеры самой системы нагрева, где по окончании работы имеется некоторое количество неиспользованного объёма кремния, который по завершению экспериментов утилизируется без дальнейшего использования. В результате имеются боль-

шие установки для отжига кремния, излишние затраты денежных средств на электроэнергию и неиспользуемое сырьё по окончанию исследований.

Было изучено большое количество аналогов таких систем, но все они имели сложную конструкцию, большие затраты электропотребления, недостаточно равномерный отжиг подложки или не были обнаружены их необходимые для исследования характеристики. В 2012 году Институтом Физики им. Киренского была поставлена задача изучить возможные способы решения данной проблемы.

В настоящее время были достигнуты следующие результаты:

1) предложена компьютерная модель системы нагрева с заданным низким градиентом температур для отжига подложек, но он имеет сложную конструкцию, которую невозможно создать в условиях отсутствия необходимого оборудования лаборатории Физики Магнитных Явлений Института Физики;

2) предложена компьютерная модель системы нагрева с относительно простой конструкцией, но большим градиентом температур, чем в предыдущем варианте;

3) создано несколько элементов конструкции, которые в последствие будут использованы для надёжной установки нагревательного элемента.

При анализе результатов первой созданной модели с относительно низким градиентом температур было выявлено, что данная конструкция позволяет провести отжиг кремниевой подложки лучше, чем на предыдущей используемой системе нагрева в установке МЛЭ «Ангара» в Институте Физики. Основным новшеством является конструкция нагревательного элемента, который представлен в виде тонкой (0,3 мм) и широкой (7 мм) ленты, загнутой определённым образом по спирали. Благодаря ей возможно создать такую систему, которая будет способна производить отжиг подложек с низким градиентом температур (10–20 градусов). Однако у нее есть один существенный недостаток: при создании необходимо спроектировать очень сложную систему крепления нагревательного элемента и выдержать расстояния между соседними дугами спирали менее 1 мм. В условиях работы в лаборатории Физики Магнитных Явлений, расположенной в Институте Физики им. Киренского, было достигнуто расстояние между соседними дугами

в 5 мм, в результате чего эксперименты с данной моделью были приостановлены.

В результате предыдущего исследования было решено изменить конструкцию нагревательного элемента на более простую, представляющую собой танталовые ленты, соединённые между собой на двух участках, в центральных частях крайних двух пластин было подведено напряжение. Благодаря такой конструкции достигается максимальное увеличение нагрева на двух крайних лентах, тогда как на находящихся между ними пластинах тантала нагрев осуществляется меньше, что позволяет уменьшить центральную область нагрева поверхности подложки. Также при создании последней системы производятся расчёты на компьютерной модели новых методов уменьшения градиента температур, такими как изменение расстояния между нагревательным элементом и рассеивателем, варьированием его размеров и формы, созданием каскада рассеивателей между нагревательным элементом и подложкой.

В результате сборки испытательного образца системы нагрева был произведён новый способ крепления танталовой проволоки на керамическом каркасе без сваривания элементов, позволяющий сохранить свойства танталовой проволоки, так как при точечной сварке её элементов ухудшаются характеристики тантала: гибкость (становится хрупким) и чистота (при сварке на воздухе приобретает в своем объеме примеси).

Работа по проектированию и созданию системы нагрева подложек продолжается по настоящее время, в результате данной работы будут решены проблемы неравномерного нагрева и относительно высокого градиента температур, позволяющих уменьшить объёмы непригодного для использования кремния.

© Мысягин В. В., 2013

УДК 537.6

В. И. Нихочин

Научный руководитель – С. Г. Овчинников

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ВАКУУМНОЙ УСТАНОВКИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕГО ПОДВИЖНОСТЬ ПОДЛОЖКИ И ЕЕ ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ

Описывается разработка универсального манипулятора, включающего в свой рабочий орган одновременно, как систему нагрева, так и систему охлаждения. Рассмотрены основные аспекты проектирования и моделирования данного комплекса и описаны результаты исследований и анализ полученных моделей и реальных образцов.

Основной проблемой при создании образцов наноматериалов в сверхвысоком вакууме, является несовершенный технологический процесс, в ходе которого подложку (в большинстве экспериментах являющейся кремниевой) подвергают окислению при загрузке её в вакуумную камеру, и при выгрузке после напыления на нее материала с помощью молекулярно-лучевой эпитаксии. Второй проблемой является отжиг подложки при несовершенной печи, возможны

образования аморфных материалов, и в результате этого образец становится полностью негодным для исследования, или отсутствие отжига образца из-за определенных технико-физических параметрах вакуумной установки.

При поисках альтернативных решений данных проблем были рассмотрены, разнообразные манипуляторы, системы нагрева и охлаждения. Однако ни одно из них не подходило под параметры, которые

были заданы для вакуумной системы МЛЭ Института физики имени Киренского. Была поставлена беспрецедентная задача, по разработке уникального комплекса встраиваемого в вакуумную камеру и включающего в себя систему загрузки/выгрузки, систему отжига подложки с минимальным градиентом температуры и передачей тепла на вакуумную камеру, а так же охлаждение подложки для дальнейших магнитных исследований.

На данном этапе развития проекта достигнуты следующие результаты:

1) Разработана модель вакуумной системы, в которой моделируются различные варианты рабочих органов манипулятора, для нахождения оптимального по всем параметрам результата.

2) Разработан реальный образец манипулятора с рабочим органом, включающим в себя систему отжига с температурным градиентом не более 15 °С, при температурах свыше 1000 °С. При уменьшении температуры градиент уменьшается и при низких температурах порядка 200 °С составляет 1–2 °С.

3) Разработана компьютерная модель с подробными чертежами рабочего органа манипулятора включающего систему отжига и охлаждения.

4) Проведены испытания в вакуумном универсальном посту прототипа модели штока, включающего в себя систему отжига и охлаждения.

Разработка комплекса была разбита на два этапа: первый – манипулятор только с отжигом; второй – полный законченный комплекс.

Основной причиной такого разбиения было выявление на первом этапе всех нюансов при разработке такой системы, получение необходимого опыта, так

как в альтернативных решениях отжиг осуществлялся отдельным нагревательным элементом, который располагался непосредственно внутри вакуумной камеры. В наших условиях установка такого элемента недопустима вследствие ограниченности рабочего объема. Охлаждение же и измерение магнитных свойств осуществлялось после выгрузки образца и загрузки его в специальную камеру. Такой подход был сразу отклонен, в связи с тем что образец долгое время должен был находиться на воздухе, и образование оксидов и загрязнение образца негативным образом влияет на магнитные свойства.

Благодаря такому подходу второй этап по скорости разработки был гораздо эффективнее, и внедрение системы охлаждения, с дальнейшей переработкой рабочего органа заняло минимум времени по сравнению с первым этапом.

Разработанный комплекс является уникальным во всем мире, так как одновременно включает в себя манипулятор для загрузки/выгрузки образца; отжиг подложки для очистки ее от оксидов и других видов технологической грязи, систему охлаждения, благодаря которой измерение с помощью магнитоэллипсометров происходит при сверхнизких температурах, наиболее подходящих для такого рода исследований.

В лице автора выражается благодарность В. Н. Заблуде, С. Н. Варнакову, Д. В. Шевцову сотрудникам лаборатории Физики молекулярных явлений Института физики им. Киренского за помощь в моделировании, создании готовых образцов и обработке полученных результатов.

© Нихочин В. И., 2013

УДК 621.396.67

А. В. Разумовский, А. Ю. Суворов
Научный руководитель – И. И. Потапов
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ УСТАНОВКИ ГИТ-М ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ РЭС НА ЭЛЕКТРОМАГНИТНУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ

Проведение проверок аппаратуры на электромагнитную безопасность, устойчивость автоматизированных систем в защищенном исполнении (АСЗИ) к воздействиям импульсных помех рекомендовано ГОСТ Р 52863–2007 [1].

Для проверок степеней жесткости аппаратуры и электрооборудования предполагается применение высоковольтного имитационного оборудования предприятия ОАО «ЦКБ «Геофизика». Существующая установка ГИТ-М позволяет формировать управляемые высоковольтные тестовые импульсы в диапазоне амплитуд от 1 до 10 кВ с максимальной энергией разряда до 10 кДж и периодом следования импульсов не более 2 с.

АСЗИ необходимо испытывать совместно с минимально необходимым комплектом технических

средств, функционально взаимодействующих с испытуемым АСЗИ.

В настоящее время разрабатываются методики проведения испытаний с учетом формирования электромагнитных воздействий (ЭВ) и наводимых импульсных токов [2].

Испытания проводят путем воздействия на АСЗИ электромагнитных полей, токов и напряжений. Имитатор позволяет реализовать весь диапазон испытательных видов воздействий.

При проведении испытаний на устойчивость к периодическим импульсам тока короткого замыкания установку подключают параллельно сети электропитания испытуемых технических средств и объектов с АСЗИ и формируют тестовые воздействия.

Испытания технических средств и объектов с АСЗИ на устойчивость к преднамеренным ЭВ по металлоконструкциям проводят путем подачи соответствующих воздействий от установки на фрагменты, образованные металлоконструкциями РЭС, в которых размещены технические средства и системы АСЗИ.

Испытания АСЗИ на устойчивость к преднамеренным ЭВ проводят путем формирования электромагнитных полей. Электромагнитные поля имитируют средства преднамеренного воздействия внутри и снаружи объекта, в котором расположена АСЗИ.

В настоящее время отработана методика проведения испытаний на воздействие молниевых разрядов на примере защитного устройства системы энергоснабжения. Для создания требуемых воздействий используются накопительные емкости генератора ГИТ-М и внешний ограничительный резистор. Функциональная схема испытательного нагружения защитного узла системы энергоснабжения телекоммуникационного радиоканала представлена на рисунке. Параметры воздействий были определены предварительными расчётами и формировались высоковольтной разряд-

ной цепью генератора. Конструкция установки позволяет подключать определённое число накопителей заряженных до установленного напряжения. Внешний ограничительный резистор задает предельные значения испытательных токов. Для сигнальных проводников параметры испытательных импульсов и значения основных формирующих элементов приведены в таблице 1. Проверки проводились для каждого фидера в отдельности, с регистрацией уровней выходных остаточных сигналов не менее трех раз. Результаты испытаний позволяют сделать заключение по параметрам стойкости узлов защиты от наведённых импульсных напряжений и токов.

Разработанное высоковольтное испытательное оборудование и методическое обеспечение проведения испытаний на устойчивость к преднамеренным электромагнитным воздействиям с помощью установки ГИТ-М позволяет проверять критические узлы радиоэлектронных средств. Для оценки параметров стойкости АСЗИ предложены средства преобразования выходных тестовых импульсов и контроля выходных импульсных сигналов.

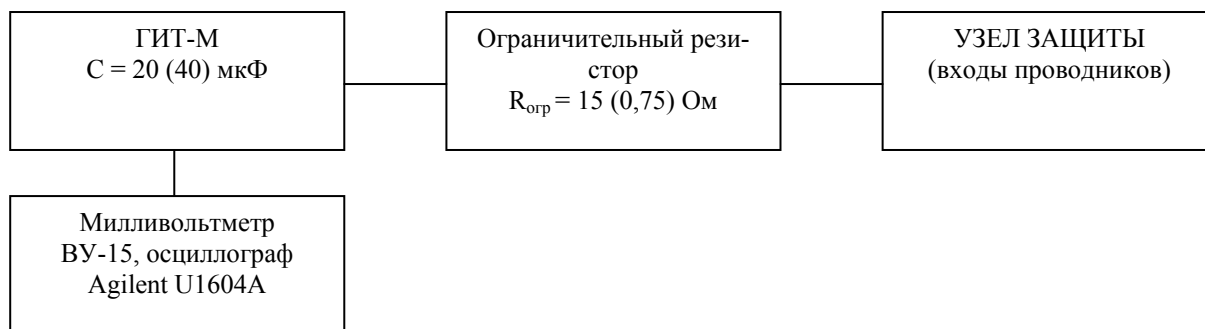


Схема нагружения узла защиты

Параметры испытательных импульсов и значения основных формирующих элементов

Вид воздействия	Параметры импульсов		Параметры схемы нагружений
	Рассчитанные	формируемые ГИТ-М	
ЭМП молниевых разрядов	$I_{\max} = 240 \text{ А},$ $\tau_{\text{фронта}} = 200 \text{ нс},$ $\tau_{\text{импульса}} = 5 \text{ мкс}$	$I_{\max} = 267 \text{ А},$ $\tau_{\text{импульса}} = 200 \text{ мкс}$ $\mathcal{E} = 10 \text{ Дж/Ом}$ $Q = 0,08 \text{ Кл}$	$U_{\text{зар}} = 4 \text{ кВ},$ $R_{\text{огр}} = 15 \text{ Ом},$ $C_{\text{ГИТ-М}} = 20 \text{ мкФ}$
Эквивалентный (наводки токов растекания молниевых ударов)	$I_{\max} = 6 \text{ кА},$ $\tau_{\text{фронта}} = 5 \text{ мкс},$ $\tau_{\text{импульса}} = 70 \text{ мкс}$	$I_{\max} = 5,8 \text{ кА},$ $\tau_{\text{импульса}} = 21 \text{ мкс},$ $\mathcal{E} = 426 \text{ Дж/Ом}$ $Q = 0,17 \text{ Кл}$	$U_{\text{зар}} = 4,3 \text{ кВ},$ $R_{\text{огр}} = 0,75 \text{ Ом},$ $C_{\text{ГИТ-М}} = 40 \text{ мкФ}$

Библиографические ссылки

1. ГОСТ Р 52863–2007. Защита информации. Автоматизированные системы в защищенном исполнении. Испытания на устойчивость к преднамеренным силовым электромагнитным воздействиям. Общие требования; введ. 30.06.2008. М. : Стандартинформ, 2008. 38 с.

2. Балюк Н. В., Кечиев Л. Н., Степанов П. В. Мощный электромагнитный импульс: воздействие на электронные средства и методы защиты. М. : Группа ИДТ, 2007. 478 с.

© Разумовский А. В., Суворов А. Ю., 2013

УДК 628.9.041.4

В. В. Скубо, А. П. Молева
 Научный руководитель – И. А. Чистоедова
 Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОСВЕТЛЯЮЩИХ ПОКРЫТИЙ
 ДЛЯ СВЕТОДИОДОВ НА ОСНОВЕ GaN**

Представлены исследования оптических характеристик просветляющих покрытий SiO₂; Al₂O₃; Ta₂O₅; TiO₂ на подложке из GaN для светодиодов.

В настоящее время разработка высокоэффективных мощных светодиодных кристаллов, излучающих в синем и ультрафиолетовом диапазонах, является одной из основных задач в исследовании полупроводниковых приборов на основе GaN и его твердых растворов.

Основным физическим эффектом, ограничивающим эффективность вывода света, является эффект полного внутреннего отражения.

Исходя из анализа литературы [1–2] одним из возможных решений данной проблемы является нанесение дополнительного слоя.

В табл.1 приведены результаты расчёта угла полного внутреннего отражения для подложки из GaN ($n = 2,4$) для ряда покрытий (см. таблицу).

Углы полного внутреннего отражения для различных слоев на подложке из GaN

№	Покрытие	n	$\alpha_{кр}^0$
1	Al ₂ O ₃	1,6	41,85
2	SiO ₂	1,41	36
3	ITO	1,9	52,17

Были рассчитаны коэффициенты отражения для однослойных и многослойных покрытий для подложки из GaN. На основе расчётов были построены спектры отражения, представленные на рис.1.

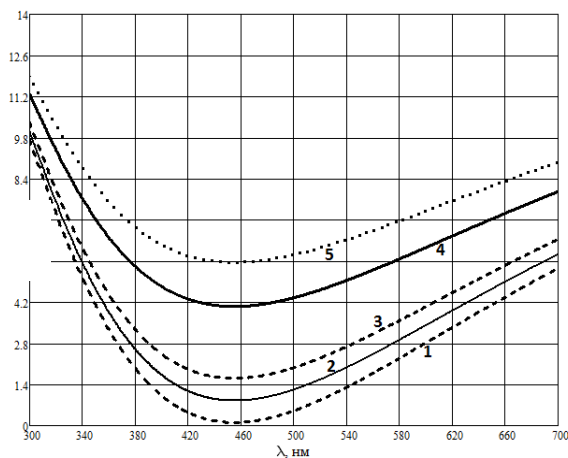
При расчете коэффициента отражения для подложки из GaN ($n = 2,4$) в качестве просветляющих покрытий были выбраны следующие слои: SiO₂, TiO₂, Ta₂O₅, Al₂O₃ и ITO. При расчете коэффициента отражения для подложки из GaN ($n = 2,4$) в качестве двухслойных просветляющих покрытий были выбраны следующие комбинации слоёв: SiO₂+ ITO; TiO₂+ ITO; ITO+ Al₂O₃.

Из рис. 1, а видно, что для GaN наилучший эффект просветления наблюдается при нанесении просветляющих покрытий из Al₂O₃ ($d = 71,1$ нм), у которого коэффициент отражения получился наименьшим $R = 0,104$ % и SiO₂ ($d = 80$ нм), с $R = 0,842$ %.

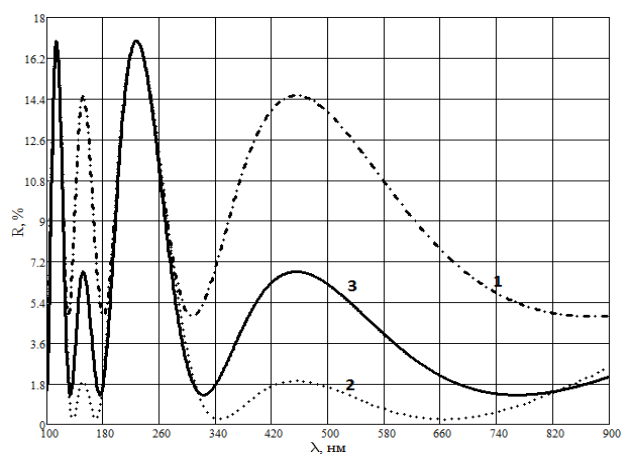
Из рис. 1, б видно, что для GaN из рассчитанных двухслойных просветляющих покрытий, минимальное отражение обеспечивают комбинации покрытий из ITO ($d = 60$ нм) + SiO₂ ($d = 80$ нм) с коэффициентом отражения $R = 1,92$ % и из ITO ($d = 60$ нм) + Al₂O₃ ($d = 71$ нм) с коэффициентом отражения $R = 6,75$ %.

Как показали расчеты, двухслойное покрытие из ITO + SiO₂ позволяет уменьшить отражение по сравнению с однослойными покрытиями из ITO: ITO + SiO₂ $R = 1,92$ %, ITO $R = 4,053$ %.

На рис. 2 приведены графики зависимости коэффициента пропускания от длины волны для LiNbO₃ без пленки (график 1) на длине волны 455 нм коэффициент пропускания $T = 52,833$ % и для для LiNbO₃ с покрытием SiO₂ (график 2) с $d = 80$ нм, на длине волны 455 нм коэффициент пропускания $T = 68,512$ %.



а



б

Рис. 1. Спектр отражения для подложки из GaN с однослойными просветляющими покрытиями: 1 – Al₂O₃; 2 – SiO₂; 3 – Ta₂O₅; 4 – ITO; 5 – TiO₂ (а); и двухслойными 1 – TiO₂+ ITO; 2 – ITO + SiO₂; 3 – ITO+ Al₂O₃ (б)

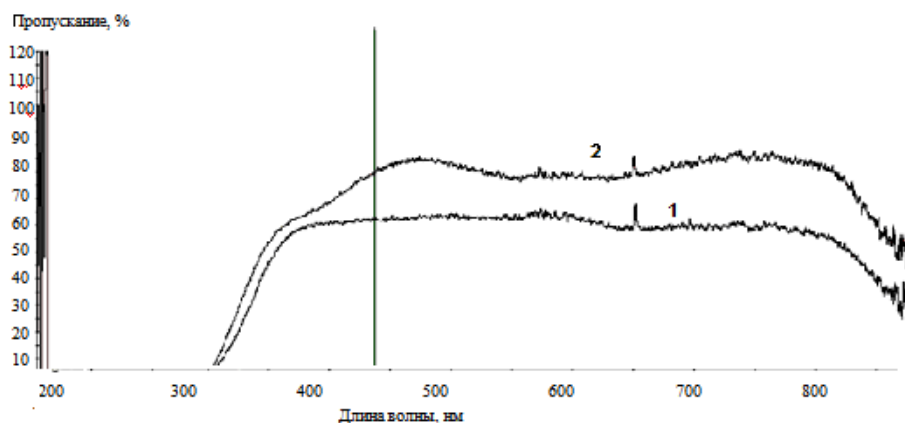


Рис. 2. График зависимости коэффициента пропускания от длины волны для LiNbO₃ с покрытием SiO₂.

Коэффициент пропускания для чистого ниобата лития $T = 55\%$ ($\lambda = 455$ нм). Слабое пропускание обусловлено некачественной полировкой поверхности ниобата лития.

Коэффициент пропускания SiO₂ на подложке из ниобата лития равен 75% ($\lambda = 455$ нм).

Из рис. 2 видно, что при нанесении просветляющего покрытия SiO₂ на LiNbO₃ коэффициент пропускания увеличился на 45% .

Таким образом, при нанесении SiO₂ наблюдается эффект просветления, то есть SiO₂ является просветляющим покрытием для LiNbO₃.

Анализ расчетных и экспериментальных результатов показывает целесообразность использования в качестве однослойных просветляющих покрытий на GaN слоев SiO₂, Al₂O₃ и двухслойных просветляющих покрытий с комбинациями слоев ITO + SiO₂ и ITO + Al₂O₃.

Библиографические ссылки

1. *Nanoepitaxy to improve the efficiency of InGaN light-emitting diodes // Нанозпитаксия для улучшения эффективности светодиодов на основе GaN // Zang K. Y., Chua S. J., Teng J. H., Ang N. S. S., Yong A. M., Chow S. Y. // Applied Physics Letters. 2008. Т. 92; № 243126. С. 1–3.*

2. *GaN-based light-emitting diode with textured indium tin oxide transparent layer coated with Al₂O₃ powder // Светодиод на основе GaN с текстурированным прозрачным слоем ITO, покрытым порошком Al₂O₃ // Kim T. K., Kim S. H., Yang S. S., Son J. K., Lee K. H., Hong Y. G., Shim K. H., Yang J. W., Lim K. Y., Bae S. J., Yang G. M. // Appl. Phys. Lett. 2009. Т. 94; № 16. С. 161107/1–161107/3.*

© Скубо В. В., Молева А. П., 2013

УДК 621.371.3

Р. Э. Сорокатый

Научный руководитель – В. Г. Сомов

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ ОРГАНИЗАЦИИ РАДИОСВЯЗИ ДЛЯ ВЫВОДА В МИРОВЫЕ СЕТИ ИНТЕРНЕТ УДАЛЕННЫХ АБОНЕНТОВ

Проведен анализ сетей связи Красноярского края. Исходя из анализа, сделан вывод о необходимости организации радиосвязи для вывода в мировые сети Интернет удаленных абонентов. Для таких целей предложено 5 способов организации радиосвязи рациональность применения которых обуславливается местоположением абонентов и поставленными задачами.

Интенсивное развитие компьютерной техники, широкое внедрение информационных технологий делают все более актуальной проблему информационного обеспечения абонентов в труднодоступных районах. Сельские школы из-за отсутствия сетей связи (либо неудовлетворительного их состояния) практически лишены возможностей подключения к международной информационной сети Интернет, что не позволяет оперативно доставлять современные учеб-

ные и методические материалы, а также решать жизненно необходимые задачи.

Согласно схеме территориального планирования Красноярского края [1] в крае не телефонизировано 16 населенных пунктов. Количество неудовлетворенных заявок на установку телефонов составляет 27 530. Телефонизация таких регионов для операторов невыгодна с коммерческой точки зрения. Информационной сетью Интернет в Красноярском крае пользуется

всего 15 % населения, это на 6% меньше чем в среднем по России. Шестьдесят процентов пользователей сети находится в Красноярске, остальные – жители районных центров. В сельской местности, удаленной от районных центров использование сети Интернет практически не возможно. Система сотовой связи в крае также имеется только вблизи крупных районных центров.

Для обеспечения радиосвязью и доступом в сеть Интернет абонентов удаленных районов предлагается использовать базовые станции сотовой связи, коротковолновую радиосвязь и системы спутниковой связи.

Расчеты показали, что на расстоянии порядка 35 км от базовой станции оператора сотовой связи можно установить радиосвязь с помощью подключения к компьютеру абонента GSM модема с антенной. Такое расстояние обусловлено временным разделением каналов в стандарте GSM [2].

Увеличить дальность радиосвязи до 300 км возможно с помощью ретранслятора с преобразованием частоты и двух антенн, установленных в зоне покрытия базовой станции сотовой связи. У абонента устанавливается обратный преобразователь частоты и модем, последовательно подключенные к компьютеру. Так, например, при ретрансляции сигнала на частоте 5 ГГц на расстояние 300 км, 80 % радиуса первой зоны Френеля равны 53 метрам, что значительно меньше значения этого параметра при передаче сигнала на такое же расстояние на частоте 900 МГц [3].

Организовать радиосвязь на расстояние 1 000–3 000 км возможно с помощью радиоволн коротковолнового диапазона, используя их способность отражения от ионосферы. Такой способ предполагает установку базовой станции в г. Красноярске обслуживающей все абонентские станции, расположенные в удаленных районах. Оборудование базовой станции состоит из модема имеющего доступ к сети Интернет, трансивера и коротковолновой антенны. Оборудование абонентской станции идентично, за исключением трансивера, который исходя из меньшей нагрузки, в целях финансовой экономии может быть заменен на более дешевый.

Заслуживает внимания способ организации радиосвязи с удаленными абонентами с использованием односторонней и двухсторонней спутниковой связи. Односторонняя связь со спутником предполагает отправку запросного сигнала через существующие или созданные по любому из вышеперечисленных способов линии связи, и получение ответного сигнала через спутник связи. Двухсторонняя связь организовывается передачей обоих сигналов через спутник. Возможность организации такой радиосвязи обуславливается расположением абонента в зоне покрытия спутника связи. На территории Красноярского края доступ к спутниковому Интернету обеспечивается спутниками Ямал 300К, Экспресс-АМ22 и Экспресс-АМ33 [4].

В таблице представлены сравнительные характеристики приведенных выше способов.

Сравнительные характеристики способов организации радиосвязи

Способ организации радиосвязи	Стоимость абонентской станции, тыс. руб	Стоимость базовой станции, тыс. руб	Стоимость передачи 1 Мб данных, руб	Скорость передачи данных, кбит/с	Дальность соединения, км
Сигнал от базовой станции	10–25	–	2	9,6–2 048	35
Ретрансляция сигнала от базовой станции	10–25	25–35	2	9,6–2 048	70–300
Радиоволны КВ диапазона	50	100	–	9,6	3 000
Односторонняя связь со спутником	15–65	0–100	0,2–0,8	64–2 048	–
Двухсторонняя связь со спутником	20–30	–	0,9	1 024–4 096 (256–512)	–

Рациональность применения представленных способов организации радиосвязи зависит от местоположения абонентов и решаемых задач. Предложенные способы могут применяться в различных областях. С их помощью можно организовать: связь с удаленными абонентами, в том числе на опасных участках дорог для вызова аварийно-спасательных служб; доступ к сети Интернет для получения информации и обучающих материалов для школ или дистанционное обучение в случае их отсутствия; дистанционный прием больных и получение квалифицированных медицинских консультаций.

Библиографические ссылки

1. *Схема территориального планирования Красноярского края : отчет о НИИ : гос. науч.-исслед. и*

проектный ин-т урбанистики ; рук Д. Х. Шалахина ; исполн.: А. С. Холоднов [и др.]. СПб., 2008. 96 с. Инв. № 2122.

2. *Радиус действия соты сетей GSM : ежедн. интернет-изд. 2012. 18 июля. : URL: http://www.mobile-networks.ru/articles/radius_dejstvija_soty_setej_gsm_35_km.html (дата обращения: 6.04.2013).*

3. *Расчет энергетического бюджета и радиуса зоны Френеля : URL: <http://www.nporapira.ru/sections/4/articles/28> (дата обращения: 6.04.2013).*

4. *Оператор спутникового Интернета StarBlazer : URL: <http://www.starblazer.ru/> (дата обращения: 7.04.2013).*

© Сорокатый П. Э., 2013

А. Н. Фаткулин
Научный руководитель – Е. Н. Сухарев
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПОСТРОЕНИЕ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОЙ ИТ-ИНФРАСТРУКТУРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ ВИРТУАЛИЗАЦИИ

Представлен краткий анализ понятия виртуализации, преимуществ, а так же существующих проблем эксплуатации, предложены рекомендации для создания инфраструктуры, способной снизить эксплуатационные издержки, повысить эффективность ИТ-инфраструктуры.

Виртуализация – метод построения ИТ-инфраструктуры, при котором на одном физическом компьютере запускается нескольких виртуальных компьютеров–эмуляторов. Виртуализация позволяет абстрагировать программное обеспечение от аппаратной части, что дает следующие преимущества:

– Повышение качества обслуживания пользователей за счет снижения времени простоя критических и не только бизнес-приложений;

– Сокращение эксплуатационных издержек за счет консолидации аппаратного обеспечения;

Рассмотрим каждый из пунктов более подробно. В классической схеме построения ИТ-инфраструктуры, каждое приложение (под приложением понимается конечный сервис, операционная система) расположено на отдельном физическом сервере. В случае выхода из строя оборудования, происходит незапланированный простой в обслуживании пользователей. Решение проблемы заключается, как правило в установке и настройке такого же приложения на другом сервере, с последующим восстановлением данных. Время восстановления, зависит от сложности запускаемого приложения, и может составлять от нескольких десятков минут до нескольких суток. С использованием средств виртуализации, виртуальный сервер представляет собой всего один файл определенного размера (чем выше сложность приложения, тем больше размер файла), который беспрепятственно может выполняться на любом из серверов с поддержкой виртуализации. В данном случае решение будет заключаться в миграции приложения на другой сервер, а время восстановления составит от нескольких секунд, до нескольких минут. Таким образом, общая надежность системы возрастает пропорционально увеличению количества физических серверов, а пользователи получают бесперебойное обслуживание (Фаткулин А. Н. Виртуализация, как средство оптимизации ИТ-инфраструктуры предприятия).

Консолидацию серверов лучше рассмотреть на примере. В настоящее время средняя загрузка физических серверов – около 10–15 %. Объединение виртуальных серверов на базе одного физического сервера позволит более эффективно использовать вычислительные мощности, увеличив загрузку до 80–100 %. Уменьшение количества физических серверов снизит затраты на их эксплуатацию обслуживание, в том числе охлаждение и электропитание, и освободит дополнительное пространство в серверном помещении. К примеру, средняя нагрузка каждого сервера состав-

ляет порядка 10 %. За один год 50 серверов используют порядка 400 тыс. кВт·ч, при цене 3 рубля, за 1 кВт·ч, тем самым затраты на электроэнергию составляют 1,2 млн рублей в год. С помощью виртуализации можно сократить количество аппаратного обеспечения до 6 серверов, тогда их средняя нагрузка составит ~85–90 %, а экономия электроэнергии составит 88 %. Так же стоит учитывать и издержки связанные с охлаждением сервером, техническим обслуживанием, а так же старением аппаратного обеспечения, так как внедрение виртуализации позволит обновлять аппаратное обеспечение без переустановки виртуальных серверов, а также существенно облегчит миграцию виртуальных серверов между физическими серверами.

Целесообразность использования очевидна, но в случае выхода из строя одного из серверов, произойдет отказ не одного сервиса, как раньше, а целого комплекса из 8–9 сервисов, то же самое произойдет и при техническом обслуживании одного из серверов. Правильным решением будет строительство комплекса виртуализации на базе КВН (кластера высокой надежности). КВН – это группа компьютеров, объединённых высокоскоростными каналами связи и представляющая с точки зрения пользователя единый аппаратный ресурс, что гарантирует предоставление сервиса в случае отказа одного или нескольких серверов.

В случае изменения каких-либо состояний в системе, она должна оповещать администратора о новом состоянии серверов и приложений. От скорости оповещения будет зависеть скорость возобновления доступа.

Состояния серверов условно можно разделить на два типа – это частичный и полный отказ в обслуживании. При частичном отказе происходит остановка в обслуживании одного и/или более (но не полностью всех приложений на сервере) приложений. При полном отказе происходит отказ всего сервера виртуализации, либо всех его приложений. Система мониторинга при этом должна распознавать тип отказа, отказавшие приложения, и оперативно оповестить по нескольким каналам связи (электронная почта, телефон и т. д.) администратора об этом.

Стоит отметить, что для эффективного управления ИТ-инфраструктурой необходимо знать состояния не только серверов, но и пользовательских компьютеров. В ближайшем рассмотрении этой проблемы всплывают вопросы по инвентаризации аппаратного и про-

граммного обеспечения, ведению журнала материально-технического обеспечения, оперативное реагирование на проблемы пользователей и т. д.

Таким образом, на базе сформулированных требований создана структурная модель IT-инфраструктуры, которая позволяет эффективно управлять серверами, приложениями, пользовательскими компьютерами и оргтехникой внутри организации, при этом имеет развитые средства мониторинга и обратной связи с пользователями.

Данная модель IT-инфраструктуры успешно построена на базе Ресурсного центра коллективного пользования «Космические аппараты и системы» (РЦКП «КАС»).

Система состоит из трех уровней: оборудования, системы управления, приложений. К уровню оборудования относится физическое оборудование, такое как: серверы со специально настроенной операционной системой Linux, сетевые хранилища, коммутаторы. Система управления состоит из трех компонентов: средства управления виртуализацией, мониторинга состояний, управления ресурсами предприятия. Уровень приложений содержит большое количество разнообразных приложений, установленных и настро-

енных для нужд РЦКП «КАС», таких как: сервер каталогов, системы управления базами данных, корпоративные порталы и сервер проектов, комплекс связи между сотрудниками, включающий в себя электронную почту и сервис мгновенных сообщений, систему управления данными об изделии и его жизненном цикле, а так же систему накопления опыта предприятия.

После внедрения данной IT-инфраструктуры, количество сбоев в работе приложений сократилось в 18 раз, время реакции за счет автоматического оповещения стало строго определенным и составляет 1–2 минуты, экономия на покупке нового оборудования составила более 1 млн рублей. Таким образом, IT-инфраструктура, построенная на виртуализации может обеспечить современным предприятиям существенную экономию издержек. Стоимость такой инфраструктуры определяется ценой оборудования и программного обеспечения (ПО) уровня приложения, так как ПО системы управления является полностью бесплатным.

© Фаткулин А. Н., 2013

УДК 51-74

А. В. Антипин
Научный руководитель – Е. Е. Носкова
Сибирский федеральный университет, Красноярск

ИНТЕГРАЦИЯ САПР ПРИ КОНСТРУИРОВАНИИ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Предложен метод конструирования печатных плат с применением геометрического моделирования. Рассмотрены различные анализы САЕ системы ANSYS.

При конструировании электронной аппаратуры (ЭА) этап конструкторского проектирования (КП) определяется комплексом задач связанных с преобразованием функциональных или принципиальных электрических схем в совокупность конструктивных узлов.

В связи с увеличением плотности, сложности и степени интеграции современных электронных устройств, задача разработки их геометрических моделей (задача 3D-моделирования) становится очень важным и практически неотъемлемым этапом современной технологии проектирования и производства ЭА. Процесс конструирования ЭА на основе геометрического моделирования позволяет на ранней стадии разработки получить наглядное представление о конструкции изделия в целом; определить крепеж печатных плат и их размещение в корпусе; спроектировать технологию сборки изделия. Кроме того, разработка геометрических моделей компонентов и электронных устройств в целом позволит на качественно иной уровень вывести решение задач контроля полученных конструктивных решений: анализ механических характеристик конструкции; анализ тепловых режимов; анализ электромагнитной совместимости.

Следовательно, выполнить весь комплекс задач этапа конструкторского проектирования ЭА: задачи синтеза конструкций, контроля полученных конструктивных решений, оформления конструкторской документации на современном этапе возможно только через организацию сквозного проектирования посредством интеграции САПР различного назначения.

Разработанная методика конструирования ЭА обеспечивает сквозное проектирование электронного устройства на основе интеграции САПР печатных плат (ПП), машиностроительных САПР (в устоявшейся терминологии – САД-систем), систем инженерного анализа (САЕ-систем). САПР ПП обеспечивает разработку конструкций печатных узлов, решая задачу трассировки соединений. САЕ-система позволяет выполнить анализ механических и тепловых характеристик ЭА через формирование конечно-элементных моделей электронных компонентов и устройств в целом. В качестве САПР ПП выбрана система Altium Designer, в качестве САД-системы – PTC Creo Elements, в качестве САЕ-системы – система ANSYS. После конструирования печатной платы в 2D-варианте в САПР Altium Designer, создается библиотека 3D-моделей электронных компонентов и сохраняется в стандарте STEP. 3D-модели электронных компонентов экспортируются из Creo Elements в Altium Designer. Полученная геометрическая модель печатной платы с рисунком трассировки и компонентами сохраняется в формате STEP. Полученная методика проектирования на этапе конструкторского проектирования позволяет снизить общее время разработки ЭА посредством проведения механического и теплового анализа электронных устройств на стадиях технического предложения и эскизного проектирования, когда конструкция аппаратуры еще не приобрела свои реальные размеры и форму.

© Антипин А. В., 2013

УДК 658

А. В. Апонасенко
Научный руководитель – Е. Е. Носкова
Сибирский федеральный университет, Красноярск

БИБЛИОТЕКА МЕТОДОВ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Предложены методы оптимизации оперативного управления производством. Рассмотрен программный продукт, предназначенный для демонстрации данных методов. Приведены результаты их работы и анализ.

Задачами современного радиоэлектронного производства являются разработка и изготовление радиоэлектронной аппаратуры различного назначения. При

этом общими особенностями радиоэлектронных производств является значительное расчленение технологического процесса на отдельные операции и широкая

номенклатура выпускаемой продукции. В рамках отдельных предприятий смешанность типов производств от единичного до крупносерийного при наличии многотысячной номенклатуры деталей значительно повышают сложность функций управления производством, следовательно, сложность внутрипроизводственного планирования. Для таких предприятий особенно актуальна задача автоматизации оперативного управления, целью которого является составление оптимального расписания запуска деталей (работ) в производство. Календарное расписание определяет очередность обработки заданной партии деталей на каждом участке технологического маршрута.

Требуется найти календарное расписание работы участка, определяющее последовательность запуска деталей в обработку на каждом станке (единице технологического оборудования) такое, чтобы общая длительность производственного цикла (время за которое все детали пройдут обработку на каждом станке) будет минимальна.

Для решения поставленной задачи был разработан программный, позволяющий провести сравнительный анализ методов оперативного управления производством, и получить графические иллюстрации расписаний в форме диаграммы Ганта. Данный программный продукт разработан на объектно-ориентированном языке программирования C++ для эксплуатации в операционной системе Windows. В его состав входит модуль оптимизации, предназначенный непосредственно для расчета оптимального расписания и графический модуль, позволяющий отобразить диаграмму Ганта.

В качестве способов расчета оптимального расписания предложены следующие методы:

- Алгоритм Джонсона, модифицированный для применения его к N станкам;
- Метод Петрова–Соколицина;
- Методы направленного перебора основанные на базе метода ветвей и границ.

Главное окно модуля оптимизации представлено на рис. 1. Входные данные, представляют собой текстовый файл, содержащий матрицу длительностей обработки каждой детали на определенном станке.

В качестве примера возьмем оперативный план, состоящий из 7 деталей и 5 станков, длительность производственного цикла которого 74 часа, диаграмма Ганта для него представлена на рис. 2.

После оптимизации данного расписания по методу Петрова–Соколицина длительность производственного цикла сократилась до 65 часов. После Алгоритма Джонсона она составила 68 часов. А в результате расчета по методу ветвей и границ – 67 часов. Расчет по методу Петрова-Соколицина показал наилучший результат. Диаграмма Ганта для этого случая показана на рис. 3.

Анализ полученных оперативных планов показал, что оптимизация посредством предлагаемых алгоритмов позволила сократить длительность производственного цикла на 10–15 %, это приводит к увеличению фондотдачи оборудования, позволяя увеличить объемы производства, и повышению конкурентоспособности предприятия.

Модуль оптимизации выполнен в виде отдельной динамически-подключаемой библиотеки, что позволяет использовать его в качестве ядра, или положить в основу модуля оперативного управления уже существующей MES-системы.

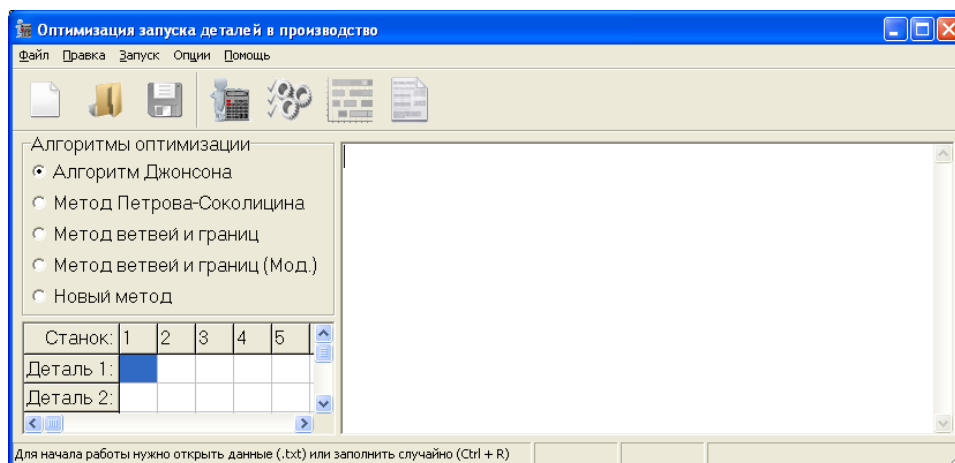


Рис. 1

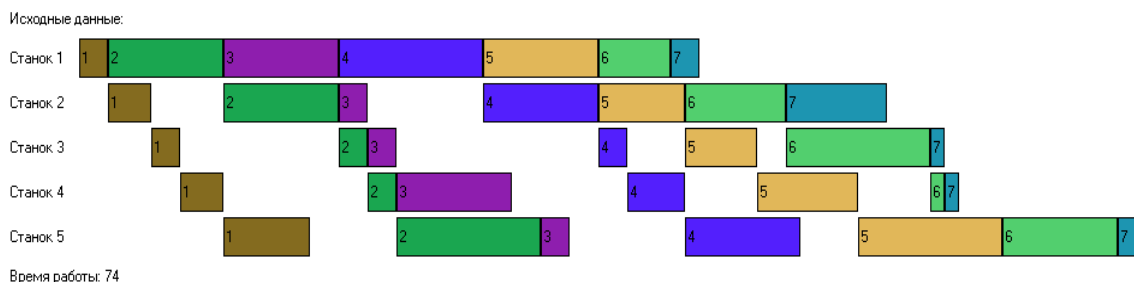


Рис. 2

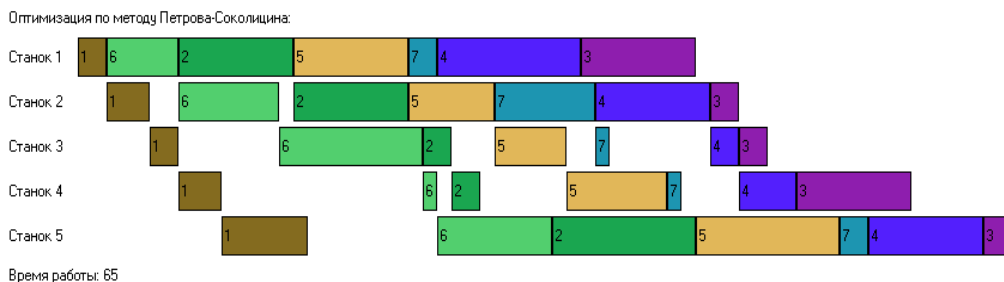


Рис. 3

© Апонасенко А. В., 2013

УДК 51-74

В. С. Архипов¹, Д. В. Тарасов²
 Научный руководитель – Е. Е. Носкова
¹Сибирский федеральный университет, Красноярск
²ОАО «Информационные спутниковые системы»
 имени академика М. Ф. Решетнева, Железногорск

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ РАЗМЕЩЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ НА ОСНОВЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО-ИТЕРАЦИОННОГО АЛГОРИТМА

Реализован новый алгоритм размещения элементов схемы, на основе последовательно-итерационного алгоритма. Приведено пошаговое описание модифицированного алгоритма, его структура, и критерий оптимальности. Представлены результаты испытания программы. Планируется дальнейшее развитие данного алгоритма.

При конструировании бортовой радиоэлектронной аппаратуры выделяют основные задачи синтеза конструкций: компоновка и размещение конструктивов низшего уровня по конструктивам высшего уровня проектирования, а также трассировка соединений. Размещение элементов – это задача определения их местоположения на коммутационном поле (КП) в конструктивном модуле такого, при котором создаются наилучшие условия для решения последующей задачи трассировки соединений с учетом конструктивно-технологических требований и ограничений. Тесная взаимосвязанность задач и большая размерность каждой из них обычно не позволяет предложить метод поиска оптимального конструктивного решения в едином цикле в связи с трудностями создания общей математической модели, комплексно учитывающей особенности конструкторско-технологической базы производства. Поэтому разработка и реализация алгоритмов и методов решения отдельных задач этапа конструкторского проектирования: компоновки, размещения и трассировки, до сих пор остаются актуальными проблемами, решение которых неотъемлемо связано с развитием систем автоматизации проектирования.

Сложность принятия проектного решения на этапе конструирования при проектировании электронных устройств обусловлена тем, что задачи синтеза конструкций, как правило, являются задачами многокритериальной глобальной оптимизации. Выполнить постановку задачи указанной оптимизации, т. е. прежде всего сформировать целевую функцию, даже имея математическое описание объекта проектирования, весьма сложная для формализации процедура.

Среди существующих алгоритмов размещения электронных компонентов на коммутационном поле при конструировании печатного узла группа последовательных алгоритмов в наибольшей степени имитирует действия инженера-проектировщика. Сочетание последовательного и итерационного алгоритмов даёт в сумме результат размещения лучше, нежели при использовании их по отдельности. При модификации известного последовательно-итерационного алгоритма, представленного в [2], как в последовательной, так и в итерационной части можно значительно повысить качество получаемого проектного решения, сохранив при этом простоту алгоритмической реализации.

Идея алгоритма заключается в определении коэффициента связности для всех неразмещенных вершин и в помещении в первую свободную позицию рядом с размещенной вершиной вершины с максимальным значением $\Delta(x_i)$. Последовательно просматривая все вершины графа, выполняют их размещение (наиболее связанные элементы следует располагать максимально близко друг к другу). Итерационная часть алгоритма заключается в парной перестановке некоторых вершин графа $G(X, U)$ и оценке критерия оптимальности при каждой замене. Замена целесообразна, если критерий оптимальности стремится к экстремуму.

Рассматриваемым критерием оптимальности при решении задачи размещения является минимизация суммарной длины соединений (СДС), представленная выражением:

$$F = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n r_{ij} d_{p(i)p(j)},$$

где $d_{p(i)p(j)}$ – расстояние между позициями, занимаемыми элементами e_i и e_j ; r_{ij} – число связей между e_i и e_j элементами; n – количество элементов

На первом шаге алгоритма размещаем элемент с наибольшим количеством «длинных» связей (размещение начинают с крайнего левого узла G). На втором шаге претендентами на размещение являются элементы, связанные с размещенным элементом (приоритетным является элемент, имеющий наидлиннейшую связь с размещенным элементом). На третьем шаге алгоритма – из списка неразмещенных элементов выбираются элементы, связанные с уже размещенными элементами, и в списке позиций для размещения происходит поиск позиции, при помещении в которую выбранного элемента обеспечивается минимальное значение СДС системы размещенных элементов. Соответствующие элемент и позиция переносятся из списков в матрицу размещения. Затем производится проверка, все ли элементы размещены. Если нет, тогда происходит переход ко второму шагу, иначе следует окончание алгоритма.

Основные достоинства модифицированного алгоритма размещения – элементы, имеющие наибольшее количество связей, располагаются рядом, что существенно уменьшает суммарное значение СДС. Алгоритм разработан для размещения большого числа конструктивных элементов, позволяя сократить время решения задачи при вполне приемлемом для практики качестве получаемого результата. Двухэтапное решение задачи размещения позволяет на первом этапе создать благоприятный вариант для итерационного

улучшения и сократить тем самым время итераций, что очень существенно для схем большой сложности.

При размещении элементов происходит перебор вариантов размещения, с целью минимизации суммарной СДС. Коммутационное поле создается автоматически, в зависимости от количества элементов коммутационной схемы. Имеется возможность задавать пороговое значение, превышая которое, связь будет являться «линией», что в свою очередь позволяет увеличить глубину поиска.

Модифицированный алгоритм размещения программно реализован на языке C# и интегрирован с САПР OrCAD посредством получения коммутационной схемы в одном из выходных форматов указанной системы автоматизированного проектирования (*.net). Предварительные испытания показали, что решения, полученные на основе модифицированного алгоритма размещения, обеспечивают уменьшение СДС на 3–13 % по сравнению с традиционным последовательно-итерационным алгоритмом размещения, при этом выполнение модифицированного алгоритма происходит за приемлемое время.

Библиографические ссылки

1. Корячко В. П., Курейчик М. М. Теоретические основы САПР. М.: Энергоатомиздат, 1987. 400 с.
2. Норенков И. П. Системы автоматизированного проектирования. М.: Высш. шк., 1988. 430 с.

© В. С. Архипов, Тарасов Д. В., 2013

УДК 621.314

Д. В. Гончарук

Научный руководитель – Ю. В. Краснобаев
ОАО «Информационные спутниковые системы»
имени академика М. Ф. Решетнева, Железногорск

ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ РАБОТА БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИХ ИМПУЛЬСНЫХ СТАБИЛИЗАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ ПОНИЖАЮЩЕГО ТИПА С ЦИФРОВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Рассматриваются особенности реализации устройства управления быстродействующим импульсным стабилизатором напряжения, включающим два силовых модуля. Приводятся результаты исследований процессов в макете ИСН, состоящем из одного и двух силовых модулей.

При реализации системы управления импульсным стабилизатором напряжения (ИСН) на основе цифрового регулятора возникает задача по разработке новых или адаптации известных законов управления силовыми модулями стабилизатора, исходя из минимизации количества процедур оцифровывания входных информационных сигналов за период преобразования энергии, использования простых и экономичных по времени расчетных процедур для формирования выходного импульсного сигнала управления силовым ключом силового модуля (СМ).

В [1] предложен метод синтеза и сам синтез последовательного корректирующего устройства (КУ) импульсного стабилизатора напряжения понижающего типа, обеспечивающего близкие к минимально

возможным амплитуду и длительность отклонения выходного напряжения ИСН в переходных режимах.

Дискретная передаточная функция корректирующего устройства имеет вид:

$$W_K^*(p) = d_0 + d_0(1 - e^{-pT}),$$

где $d_0 = LC/T$, L и C – индуктивность и емкость выходного фильтра ИСН, а T – период преобразования.

Алгоритм обработки дискретных значений информационных сигналов, реализующий дискретный закон формирования импульсного сигнала управления силовым ключом СМ рассмотрен в [2].

Для проверки работоспособности алгоритма были разработаны макеты силовых модулей, управление

силовым ключом в которых обеспечивается посредством микроконтроллерной техники.

Оцифровывание входных сигналов в макете силового модуля производится внешним аналого-цифровым преобразователем (АЦП) MAX130В, вычислительные процедуры производятся микроконтроллером ATMEGA128A1. Силовая цепь макета СМ имеет следующие параметры: индуктивность дросселя $L = 110\text{--}180$ мкГн и зависит от силы протекающего тока, емкость конденсатора выходного фильтра $C = 1000$ мкФ, период преобразования $T = 25$ мкс, входное напряжение $U_{\text{вх}} = 25\text{--}80$ В и выходное напряжение $U_{\text{вых}} = 15$ В.

Исследование процессов в макете ИСН, состоящем из одного или двух силовых модулей, показали работоспособность ИСН с предложенным устройством управления силовыми модулями. При этом в ИСН обеспечивается астатизм выходного напряжения и длительность переходных процессов в 2–3 периода преобразования при ступенчатом изменении тока нагрузки и малом отклонении длительности импульса управления. При значительной величине коммутируемой составляющей тока нагрузки (около 1,2 А), приводящей к существенному приращению длительности импульса управления, происходит увеличение длительности переходного процесса до 3–5 периодов преобразования, однако сохраняется конечный характер переходного процесса.

Вариант реализации (1) с применением дискретных значений регулируемой составляющей выходного напряжения может быть использован и для управления СМ, входящими в состав многомодульного ИСН. Устройство управления СМ, входящим в состав многомодульного ИСН, помимо задач по обеспечению требуемого качества выходного напряжения в динамических и статических режимах работы должно решать и задачу по распределению тока нагрузки между отдельными модулями, входящими в состав ИСН, что позволяет выровнять тепловыделение в модулях.

Для равномерного распределения тока нагрузки между СМ при аналоговой реализации устройства управления (УУ) использован контур отрицательной обратной связи (ОС) по току дросселя. Применение этого контура формирует наклонную внешнюю характеристику модуля, что способствует выравниванию выходных токов СМ.

Применение в УУ контура отрицательной ОС по току дросселя может негативно отразиться на динамических характеристиках СМ и многомодульного ИСН в целом, так как отрицательная ОС по току дросселя препятствует изменению тока дросселя, необходимому для компенсации приращения тока нагрузки. Поэтому сигнал ОС по току дросселя подвергается частотной коррекции аperiodическим звеном с постоянной времени, превышающей длительность переходного процесса при стабилизации выходного напряжения.

Исследование процессов в макете СМ, устройство управления которого дополнено контуром ОС по току дросселя, не выявило существенного изменения динамических и статических характеристик. Основное отличие процессов в СМ с дополнительной ОС по току дросселя состоит в том, что сигнал на выходе интегратора сигнала рассогласования при отсутствии контура ОС по току дросселя изменяется незначительно при ступенчатой коммутации тока нагрузки, в то время как при наличии контура ОС по току дросселя происходят существенные изменения величины сигнала на выходе интегратора. Это объясняется тем, что изменение сигнала на выходе интегратора сигнала рассогласования компенсирует приращения сигнала контура ОС по току дросселя, что позволяет обеспечить астатизм выходного напряжения силового модуля. При исследовании процессов в макете максимальное отклонение выходного тока фазы модуля от тока нагрузки, деленного на число фаз ИСН ПН не превышает 4 % и возникает при максимальном различии уровней питающих напряжений модулей (около 30 В) и низком уровне тока нагрузки.

Библиографические ссылки

1. Соустин Б. П., Иванчура В. И., Чернышев А. И. и др. Системы электропитания космических аппаратов. Новосибирск : Наука, 1994. 318 с.
2. Краснобаев Ю. В., Капулин Д. В., Гончарук Д. В. Быстродействующие импульсные стабилизаторы напряжения с модульным принципом построения и дискретным управлением Журнал СФУ // Красноярск, 2012. С. 327–339.

© Гончарук Д. В., 2013

УДК 621.31

О. А. Донцов

Научный руководитель – Ю. В. Краснобаев
Сибирский федеральный университет, Красноярск

ЭКСТРЕМАЛЬНЫЙ РЕГУЛЯТОР ПОИСКОВОГО ТИПА ДЛЯ АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Описаны способы организации автономных систем электропитания на основе солнечных батарей, их преимущества и недостатки. Предложен вариант системы электропитания с экстремальным регулированием и ее функции, а также реализация этих функций. Рассмотрены преимущества поисковых методов экстремального регулирования при изменяющихся внешних условиях.

подавляющее большинство автономных систем электропитания (СЭП), использующих фотоэлектрические преобразователи, включают в себя источник

энергии – солнечную батарею (СБ), а также аккумуляторную батарею (АБ), которая запасает энергию, выработанную СБ в светлое время суток. В СЭП с

общими шинами СБ-АБ-нагрузка напряжение СБ поддерживается равным напряжению на АБ, и меньшим напряжением $U_{СБ,ОПТ}$, при котором достигается экстремум на мощностной характеристике СБ. Следовательно, происходит недоиспользование мощности СБ, которое может достигать 15–30 % от максимальной [1].

Исключить недоиспользование можно за счёт введения в СЭП конвертора, включённого между СБ и АБ. Этот конвертор позволяет разделить по напряжению СБ и АБ, что дает возможность регулировать ток, потребляемый от СБ и обеспечить следующие режимы работы контроллера СБ:

а) в случае избытка мощности:

– поддержание заданного зарядного тока АБ;

– дозаряд АБ падающим током при поддержании заданного фиксированного напряжения $U_{АБ}$;

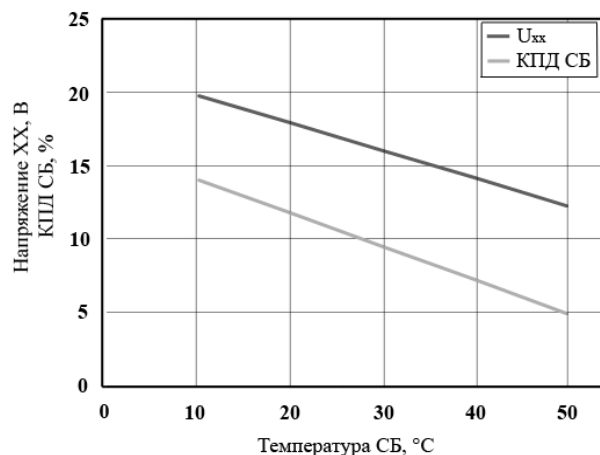
б) в случае недостатка мощности СБ:

– поиск экстремума на мощностной характеристике СБ и поддержание режима отбора экстремальной мощности.

Существующие методы отбора экстремальной мощности СБ значительно разнятся между собой. В данный момент наиболее распространены экстремальные регуляторы (ЭР) поискового типа. Такие ЭР с определенной частотой осуществляют поисковые движения рабочей точки на ВАХ СБ до тех пор, пока не будет достигнута точка, соответствующая максимуму мощности. Поисковый метод имеет определенные преимущества перед остальными методами. К примеру, вид ВАХ СБ не влияет на успешный поиск экстремума мощности, что позволяет использовать поисковый метод при большом разбросе температуры и освещенности СБ. Также стоит отметить, что такой метод поиска экстремума является достаточно простым в реализации, что может быть выгодно при проектировании автономной СЭП.

Вид ВАХ СБ оказывает существенное влияние на процент недоиспользования мощности СБ. Например, при увеличении температуры монокристаллического солнечного модуля на 1 градус происходит уменьшение вырабатываемой мощности в среднем на 0,49 %

вследствие того, что при нагреве СБ ток короткого замыкания незначительно возрастает, но напряжение холостого хода заметно уменьшается. Отсюда следует вывод, что при низких температурах эксплуатации СБ недоиспользование мощности из-за отсутствия в СЭП экстремального регулятора будет выше, так как КПД солнечной батареи возрастает с уменьшением рабочей температуры (см. рисунок).



Зависимость КПД СБ и напряжения $U_{ХХ}$ от температуры

Для создания контроллера СБ была разработана его модель в системе Orcad 9.2, в которой применен алгоритм, обеспечивающий реализацию вышеперечисленных функций. Исследования, проведенные на модели контроллера, показали, что недоиспользование мощности СБ при экстремальном регулировании с пошаговым алгоритмом не превышает 2 %.

Библиографическая ссылка

1. Соустин Б. П., Иванчура В. И., Чернышев А. И. и др. Системы электропитания космических аппаратов. Новосибирск: ВО «Наука». Сибирская издательская фирма, 1994. 318 с.

© Донцов О. А., 2013

УДК 621.314.1

А. Н. Зорин

Научный руководитель – Н. Н. Горяшин

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ РАБОТА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ НАПРЯЖЕНИЯ С ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕМ ПРИ НУЛЕВЫХ ЗНАЧЕНИЯХ ТОКА ПОВЫШАЮЩЕГО ТИПА

Исследуется влияние резонансного режима работы преобразователя напряжения с переключением ключевых элементов при нулевых значениях тока на распределения токов при параллельной работе преобразователей.

Для повышения надежности систем электропитания на постоянном токе обычно используется блочно-модульный принцип с параллельно включенными преобразователями напряжения (ПН), работающими на общую нагрузку. При этом первичный источник

электроэнергии (ПИЭ) может быть общий или отдельный для каждого преобразователя. Разброс параметров элементов преобразователей и первичных источников может стать причиной неравномерного распределения мощности между модулями ПН, что

в свою очередь может привести к выходу системы электропитания из строя. Одним из методов достижения равных значений токов является обеспечение значений элементов ПН с допустимым разбросом.

Современная элементная база позволяет применять ПН с резонансным переключением, которые составляют конкуренцию традиционным ПН по таким параметрам как КПД, электромагнитная совместимость, удельная мощность. В данной работе был проведен анализ влияния резонансного режима работы ПН повышающего типа, на распределение токов между параллельно работающими ПН с отдельными ПИЭ (рис. 1). Для этого было проведено моделирование

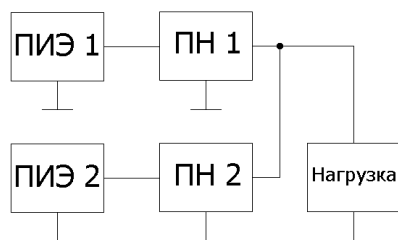


Рис. 1. Схема параллельного включения ПН с отдельными первичными источниками

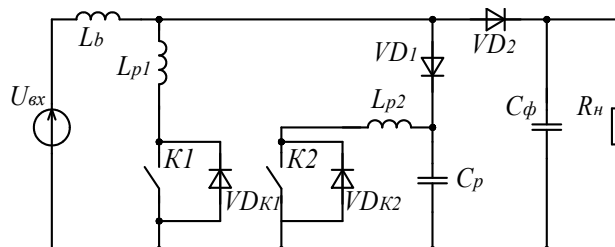
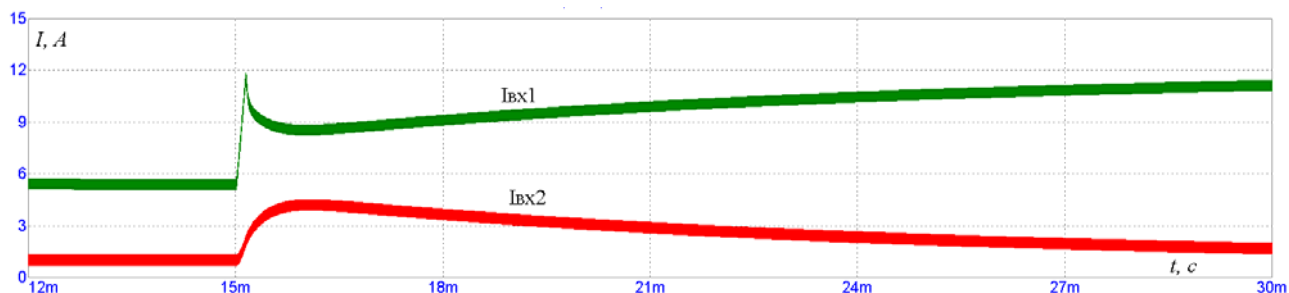
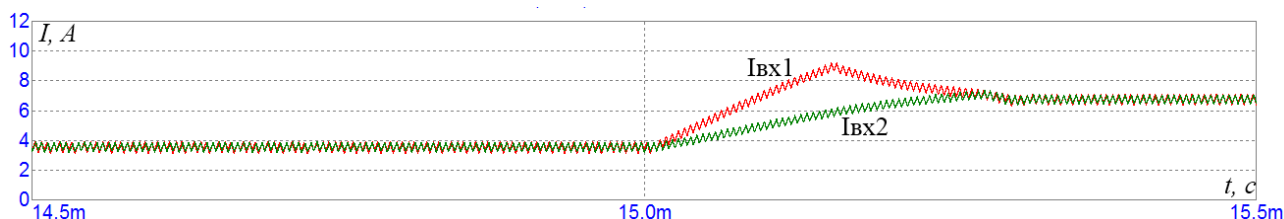


Рис. 2. Схема повышающего ПНТ-преобразователя напряжения с ШИМ



а



б

Рис. 3. Диаграммы входных токов
а – классический преобразователь; б – квазирезонансный преобразователь

Библиографическая ссылка

1. Cho Bo Hyung. Novel zero-current-switching (ZCS) PWM switch cell minimizing additional conduction

loss // IEEE Transactions on industrial electronics. Vol. 49, No. 1, February 2002. P. 165–171.

© Зорин А. Н., 2013

УДК 621.3.082

А. С. Каржаев, Н. В. Мацук
 Научный руководитель – Н. Н. Горяшин
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ МДП ТРАНЗИСТОРА В ИМПУЛЬСНОМ РЕЖИМЕ РАБОТЫ

Целью данной работы являлась отработка методики измерения тепловых потерь МДП-транзистора в импульсном режиме и сравнение ее с другими используемыми методиками измерений мощности тепловыделения на силовых полупроводниковых приборах.

Существует проблема оценки тепловых потерь транзисторов работающих в ключевом режиме при проектировании схем импульсных источников вторичного электропитания. На данный момент существует три традиционных способа измерения тепловых потерь силовых полупроводниковых приборов: калориметрический, электрический и теоретический. При измерении тепловых потерь МДП транзистора в импульсном режиме работы их использование имеет следующие достоинства и недостатки. Калориметрический метод имеет высокую точность, но не позволяет исследовать режимы работы транзистора в высокочастотной схеме, так как необходимые для её использования преобразования схемы искажают режим работы транзистора. Электрический метод не требует искажения схемы и осуществляется за счет анализа тока и напряжения в цепи ключа с использованием запоминающего осциллографа, однако обладает существенной погрешностью ввиду того что невозможно исключить влияние паразитных реактивных компонентов схемы. Теоретический метод позволяет исследовать любой режим работы, но не позволяет достичь нужной степени адекватности, ввиду невозможности учета всех факторов математической модели.

Предлагаемая методика измерений позволяет: не выносить транзистор из схемы, что увеличивает адекватность реальным режимам работы, а также имеет достаточную для поставленной задачи точность измерений. Методика заключается в следующем: транзистор расположенный на радиаторе при исследуемом режиме работы нагревает радиатор до состояния теплового равновесия, когда теплоотдача с радиатора равна нагреву радиатора транзистором, при этом температура каждой точки радиатора не меняется с течением

времени. После достижения теплового равновесия, тепловизором снимается карта распределения температур по радиатору. В начале работы были сняты карты распределения температур по радиатору при работе транзистора в линейном режиме для требуемого диапазона мощностей. Линейный режим транзистора позволяет с большой точностью измерить мощность рассеиваемую на транзисторе. На основе этих данных были составлены калибровочные таблицы распределения температур по сечению радиатора проходящему через центр кристалла, в зависимости от мощности рассеиваемой на транзисторе. Зная что зависимость установившейся температуры в любой точке в пределах плоскости радиатора от мощности рассеиваемой транзистором является неубывающей функцией с помощью этих таблиц можно определить тепловые потери любом режиме работы транзистора. Погрешности данной методики малы ввиду малых погрешностей измерения температур тепловизора (доверительный интервал 0.1C° для каждой точки), и высокой точности измерения мощности транзистора работающего при постоянном токе при составлении калибровочных таблиц (среднеквадратичное отклонение 0.2Вт). Все измерения были сделаны при одинаковых внешних температурных условиях. На рис.1 представлено графическое отображение калибровочных таблиц где каждая линия представляет собой распределение температур по сечению радиатора проходящему через кристалл исследуемого транзистора. Пунктиром представлена линия полученная в результате измерения мощности рассеиваемой на транзисторе в импульсном режиме работы, с формой напряжения сток-исток представленной на рис. 2.

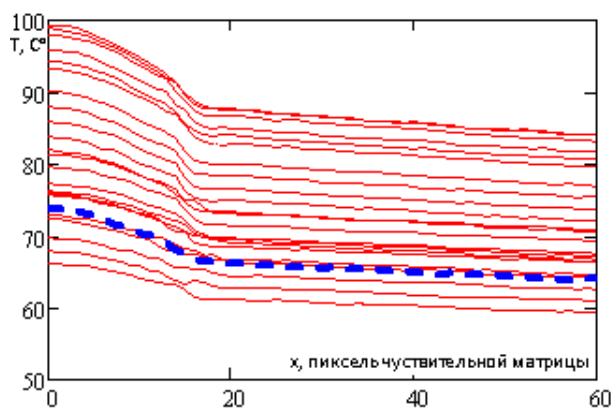


Рис. 1

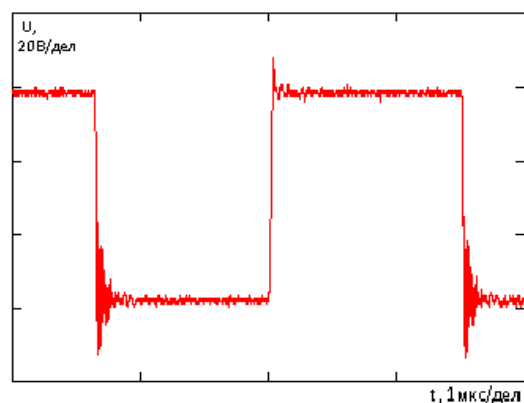


Рис. 2

Библиографические ссылки

1. Wilson E. A Practical Switching Loss Model for Buck Voltage Regulators / Zhiliang, Z., Yan-Fei, L., Paresh C. S. // IEEE Trans. Power Electron. 2009. Vol. 24. No. 3. P. 700–713.

2. Rodr'iguez, M. An Insight into the Switching Process of Power MOSFETs: An Improved Analytical Losses

Model / Rodr'iguez, A., Fern'andez, P. M., Gonz'alez, D. L., Sebasti'an, J. Z. // IEEE Trans. Power Electron. 2010. Vol. 25. No. 6. P. 1626–1640.

© Каржаев А. С., Мацук Н. В., 2013

УДК 669.713.7

О. Г. Клевцова

Научные руководители – В. И. Иванчура, А. П. Прокопьев
Сибирский федеральный университет, Красноярск

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ УПЛОТНЕНИЯ

В настоящее время, специалисты, причастные к сооружению дорожных объектов, пришли к выводу, что уплотнение является ключевой технологической операцией по своей значимости и влиянию на эффективность вкладываемых средств, качество, надежность и долговечность всего дорожного сооружения.

Повышение эффективности управления дорожными катками является основной и постоянной задачей при их конструировании и эксплуатации. Постоянно повышается производительность, увеличивается срок эксплуатации, наращивается надежность. Вместе с этим во многом детерминированными остаются методы и алгоритмы управления этими машинами. В первую очередь на это влияние оказывают кинематические характеристики и конструктивные особенности, от которых, в свою очередь, зависят методы и алгоритмы управления. Традиционно и технологически складывалось так, что в управлении и во взаимодействии машины со средой участвует оператор (либо его виртуальное присутствие, выраженное в виде алгоритмов контроля и управления) и все управление зависит от его мастерства и от эффективности выполняемых алгоритмов системой управления. Некоторые функции управления машиной переносились на регуляторы и автоматы, но они лишь являлись некоторыми продолжениями возможностей человека, а никак не заменяющие и исключающие его из операций принятия оперативных и стратегических решений по управлению. Тем более ни одна микропроцессорная система не способна обобщать предыдущие этапы, режимы, периоды, смены, сезоны и т. п. работы с последующей оптимизацией управления. Все известные системы управления дорожными катками строились по принципу оптимального управления по сколь угодно сложному алгоритму лишь с условиями устойчивости, наблюдаемости.

Следовательно, встала задача по совершенствованию и модернизации уже имеющихся систем управления. Одним из примеров такого совершенствования является внедрение нечеткого регулирования в управление виброкатком. Это управление основывается на алгоритмах нечетких множеств. Таким образом, мы получаем «умный каток», подстраивающийся под изменяющиеся параметры среды.

Подобные катки уже существуют в природе. В настоящее время компании Ammann, Bomag, Дунарас,

Hamm, Sakai выпускают катки на основе интеллектуального уплотнения. Перед конструкторами этих компаний стоит не только задача сделать каток, способный адаптировать параметры воздействий на уплотняемый материал, свойства которого изменяются со временем, но и совершенствование вибрационных катков по таким направлениям, как повышение эргономических и экологических показателей, безопасности работы; повышение надежности, ремонтпригодности и удобства обслуживания, повышения уплотняющей способности, повышение удобства обслуживания и расширение функциональных возможностей.

Конечно же, наибольший интерес представляет задача наилучшего уплотнения асфальтобетона, являющаяся наиболее сложной, так как в ее решении невозможно применить методы с других отраслей машиностроения.

Управлять уплотнением можно посредством изменения веса, приходящегося на вибрационный модуль, чего можно достичь балластировкой водой или грузами и изменением размера база катка; изменением формы и площади контактируемой поверхности за счет естественного частичного выглубления вальцов по мере уплотнения грунта. Это что касается регулирования статической составляющей давления катка.

Регулирование динамической составляющей можно осуществить, регулируя вынуждающие усилие вибровозбудителя, изменяя вектор направленный колебаний, изменяя рабочую скорость.

Расширяя функционал возможностей для удобства обслуживания и решения поставленной задачи используется GPS и ГЛОНАСС навигация, данные полученный со спутника, помогают управлять катком с диспетчерского пункта.

Важной задачей является выбор конкретных параметров катка в условиях реального времени. В этом и помогает «интеллектуализация», которая помогает исключить ошибки, связанные с неправильным выбором режима работы машины, что исключит недоуплотнение и переуплотнение материала.

Существуют и отечественные разработки в данном направлении. В конструкции вибрационного катка ДУ-111 в качестве дополнительной опции предлагается прибор «Баллада». Этот прибор позволяет определить относительную, а после калибровки и полу-

ченную абсолютную плотность грунта. Одновременно контролируется поперечный крен катка, температура рабочей жидкости, автоматический контроль включения/выключения вибратора при остановки/движении катка, регистрируются данные о частоте вращения вальца, наработка двигателя и пройденный путь.

Можно сказать, что первые шаги в России по созданию «Умного катка» сделаны. Но спектр нерешен-

ных задач достаточно широк, а именно, уплотнение, учитывающие параметры уплотняемой среды; нечеткое регулирование обратной связи, полностью автоматическая система уплотнения. Эти задачи открыты для исследований и решений.

© Клевцова О. Г., 2013

УДК 625.855.3

А. Д. Петров

Научный руководитель – В. И. Иванчура, А. П. Прокопьев
Сибирский федеральный университет, Красноярск

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ УПЛОТНЕНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ ДОРОЖНЫМ КАТКОМ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Рассматриваются модели процесса уплотнения асфальтобетонной смеси и системы автоматического управления режимами вибрационного катка с нечетким регулятором. Система автоматического управления; имитационная модель процесса уплотнения; нечеткий регулятор; реологическая модель; ускорение деформации.

Главные недостатки российской дорожной отрасли – малое количество и низкое качество автомобильных дорог с асфальтобетонным покрытием.

Научной задачей совершенствования процесса уплотнения асфальтобетонных покрытий является разработка системы автоматического управления (САУ) на основе современных достижений науки и техники. Развитие САУ дорожных катков на основе внедрения результатов теоретических и экспериментальных исследований, современных информационных технологий, навигационных систем GPS/ГЛОНАСС, с учетом динамики подсистем привода, является актуальной задачей.

Цель работы: разработка адаптивной системы автоматического управления режимами работы вибрационного асфальтового катка на основе нечеткой логики.

Рабочий процесс вибрационного катка характеризуется многократными воздействиями вальцом (вальцами) на уплотняемый материал с повторяющимися проходами для достижения требуемой плотности асфальтобетонного покрытия. Уплотняемая среда характеризуется сложными процессами из-за непрерывного изменения характеристик при деформации упруго-вязко-пластической среды, изменения температуры уплотняемого слоя во времени, и других факторов, что требует постоянного внимания со стороны оператора за управлением режимами работы вибрационного катка. Обеспечение эффективной работы дорожных катков возможно только за счет автоматизации технологических процессов.

Учитывая повышенный уровень сложности математического описания процесса уплотнения на основе априорной информации, из-за нелинейности динамической системы объекта управления, стохастического изменения характеристик уплотняемой среды, при разработке систем управления предпочтительным является использование методов искусственного ин-

теллекта. Известно [1], что традиционные ПИД-регуляторы, имеют плохие показатели качества при управлении нелинейными и сложными системами, а также при недостаточной информации об объекте управления. Характеристики регуляторов в этих случаях можно улучшить с помощью методов нечеткой логики и нейронных сетей.

Выбор для управления нечеткого регулятора дорожным катком связан с особенностями характеристик уплотняемой среды при изменении температуры. Асфальтобетонная смесь характеризуется как стохастическая динамическая система. При разработке нечеткого регулятора учтены следующие параметры: температура смеси, плотность смеси, скорость движения катка, статическая нагрузка на валец, частота и амплитуда вибраций вальца, масса вальца и катка в целом.

На рис. 1 представлена функциональная схема системы автоматического управления процессом уплотнения асфальтобетонной смеси вибрационным дорожным катком [2].

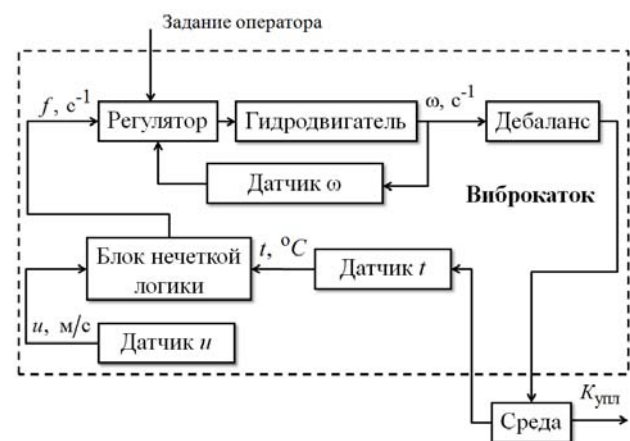


Рис. 1. Функциональная схема системы автоматического управления

Основная функция блока нечеткой логики – формирование задающего воздействия для системы гидропривода. Использование методов нечеткого управления позволяет получить качественный переходный процесс без использования громоздких вычислительных процедур по классическому методу управления с использованием градиентного алгоритма или других методов оптимизации.

Для моделирования была выбрана конечная фаза укатки асфальтобетонной смеси типа В: время работы 0,07 с; температура смеси понижается с 85 °С до 60 °С; $K_u = 0,98 - 1,0$. На основе рекомендаций по уплотнению асфальтобетонных смесей были сформулированы следующие правила:

1. IF temperature = begin OR skorost = up THEN chastota = low;
2. IF temperature = middle OR skorost = forward THEN chastota = medium;
3. IF temperature = final OR skorost = down THEN chastota = high.

Графики выполнения правил нечеткого регулятора показан на рис. 2.

Заключение. Разработана модель нечеткой системы автоматического управления режимами работы вибрационного катка с учетом реологических характеристик среды.

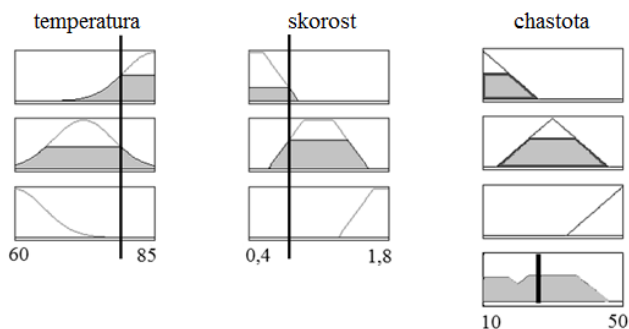


Рис. 2. Графики выполнения правил нечеткого регулятора

Библиографические ссылки

1. Денисенко В. В. ПИД-регуляторы: принципы построения и модификации // СТА. 2006. № 4, 5. С. 66–74.
2. Иванчура В. И., Прокопьев А. П., Емельянов Р. Т. и др. Модель адаптивной системы управления режимами работы вибрационного асфальтового катка с нечетким регулятором // Строительные и дорожные машины. 2012. № 9. С. 39–45.

© Петров А. Д., 2013

УДК 621.31:629.78

С. С. Пост

Научный руководитель – В. И. Иванчура
Сибирский федеральный университет, Красноярск

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОНТРОЛЛЕРА СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ

Разработана энергетическая модель контроллера солнечной батареи. Методика моделирования и исследования энергетических процессов использует информационную систему поддержки автоматизированного проектирования и MATLAB 7.9.

Автономные системы электропитания на основе солнечных батарей (СБ) находят все более широкое применение. Это связано, во-первых, с тем, что в последние десятилетия значительно расширяется спектр электротехнических устройств и приборов, применяемых в различных областях деятельности человека и, во-вторых, со значительным снижением стоимости солнечных батарей. В состав таких систем, помимо, собственно, СБ входит аккумуляторная батарея (АБ), кабельная сеть, коммутатор нагрузки и контроллер солнечной батареи, выполняющий при избытке мощности СБ функции поддержания заданных тока заряда или зарядного напряжения АБ, а при дефиците мощности СБ обеспечивает режим отбора максимальной мощности от СБ.

Для разработки математической модели системы необходимы модели составляющих её элементов. С разработанной моделью солнечной батареи можно ознакомиться в [1]. В качестве модели аккумуляторной батареи используется модель литий-ионной батареи, входящая в состав библиотеки SimPowerSystems пакета MatLab 7.9 [2]. Модель контроллера солнечной

батареи рассматривается в настоящей работе. Логика функционирования модели должна обеспечивать:

- работу контроллера в режиме экстремального регулирования мощности СБ при дефиците мощности СБ;
- заряд АБ постоянным током задаваемой величины I_z при избытке мощности СБ;
- заряд АБ снижающимся током при достижении напряжения АБ задаваемого уровня $U_{абmax}$ в условиях избытка мощности СБ.

На рис. 1 представлена система, состоящая из солнечной батареи (её номинальные параметры: $U_{хх} = 22$ В, $I_{кз} = 3.5$ А, $P_{max} = 63$ Вт), контроллера солнечной батареи и аккумуляторной батареи, собранная в пакете MatLAB 7.9. [3]

Входящий в состав контроллера пошаговый экстремальный регулятор мощности производит поиск максимальной мощности с частотой шагов опроса 200 Гц.

Рассмотрим работу системы в целом. На рис. 2 приведены временные диаграммы, поясняющие работу системы. Пусть на временном интервале $t_1 \div t_2$ мощность, генерируемая СБ превышает мощность АБ. Соответственно, система находится в режиме за-

ряда током постоянной величины в 4 А. В момент времени $t_2 = 2000$ s освещённость СБ снижается и максимально генерируемая ею мощность становится ниже мощности потребляемой АБ при её заряде фиксированным током в 4 А. Поэтому система переходит в режим экстремального регулирования и за 5 шагов экстремальный регулятор мощности находит экстремальное значение мощности СБ с учётом снижения её освещённости. На данном интервале времени мощность, передаваемая на заряд аккумуляторной батареи

остаётся неизменной, и поэтому напряжение на выходе АБ растёт, а ток её заряда снижается. Далее, в момент времени $t_3 = 3000$ s, освещённость СБ достигает своего первоначального значения. Система вновь переходит в режим заряда АБ током постоянной величины. В момент времени $t_4 = 3350$ s напряжение на АБ достигает максимально возможного уровня и система переходит в режим заряда АБ падающим током. Далее, в момент времени $t_5 = 4250$ s ток заряда АБ падает до нуля и заряд АБ прекращается.

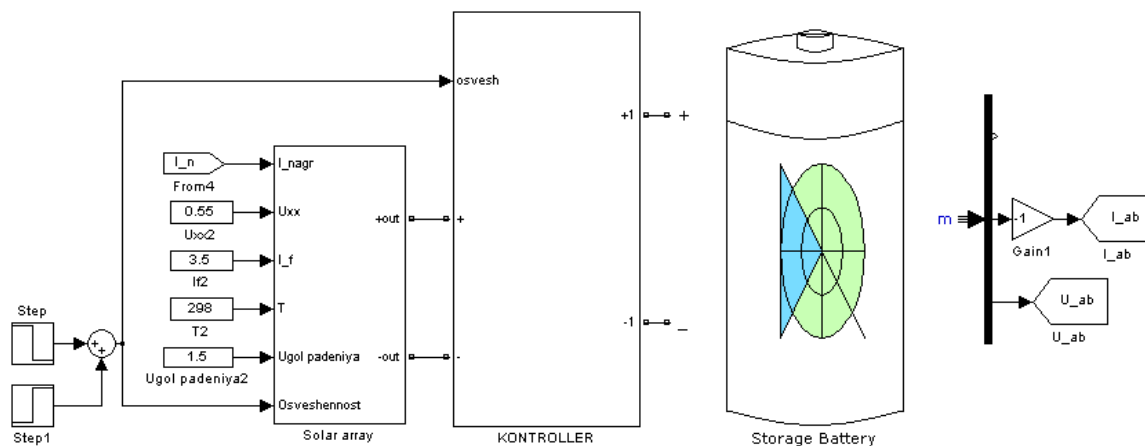


Рис. 1. Модель системы электропитания

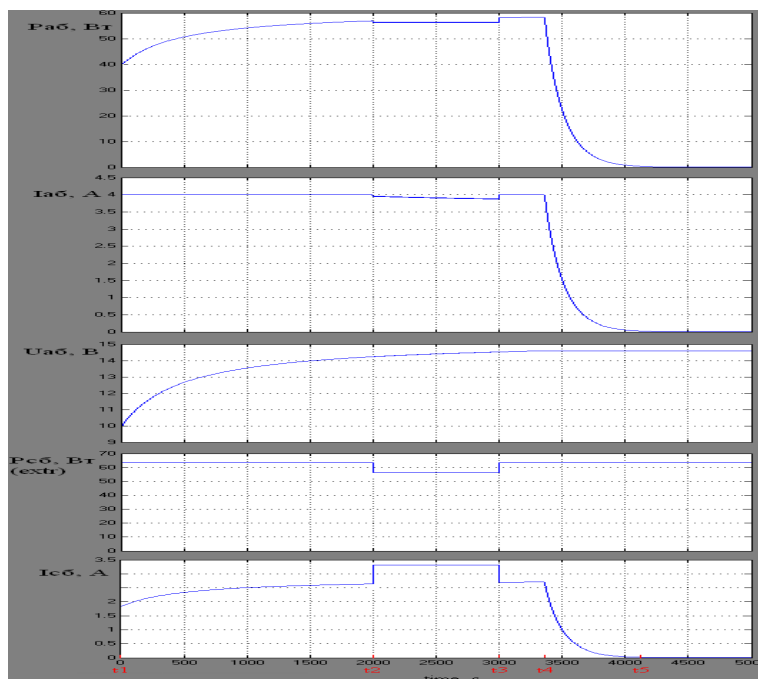


Рис. 2. Временные диаграммы, поясняющие работу модели

Аналогичным образом была проведена проверка работы системы при иных вариантах смены режимов работы, в ходе которой была подтверждена правильность работы системы.

Разработанная модель контроллера солнечной батареи с использованием функциональных блоков в программном пакете автоматизированного проектирования MATLAB 7.9 обеспечивает возможность

объединения СБ и АБ в автономную систему, в которой обеспечиваются следующие режимы работы:

- режим экстремального регулирования;
- режим заряда АБ постоянным задаваемым током;
- режим заряда АБ снижающимся током при достижении напряжением АБ некоторого задаваемого значения.

Библиографические ссылки

1. Иванчура В. И.; Чубарь А. В.; Пост С. С. Энергетические модели элементов автономных систем электропитания // Научный журнал СФУ. Секция техника и технология. № 5. Т. 2. С. 179–190.

2. *Implement generic battery model.* URL: <http://www.mathworks.com/help/physmod/powersys/ref/battery.html>.

3. Черных И. В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, Simulink и SimPowerSystems. М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. 288 с.: ил.

© Пост С. С., 2013

УДК 537.22

И. Е. Сазонов

Научный консультант – М. В. Лукьяненко
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ВЫРАВНИВАНИЕ ЗАРЯДА В ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЯХ

Автор описывает одну из основных задач, возникающих при эксплуатации литий-ионных аккумуляторных батарей – необходимость выравнивания уровня заряда между аккумуляторами в батарее. Описаны два метода выравнивания: пассивный и активный.

В настоящее время существует задача по выравниванию уровней заряда между аккумуляторами в литий-ионных батареях. Батарея состоит из нескольких аккумуляторных ячеек. Несколько аккумуляторов соединяются последовательно, в соответствии с требуемым уровнем напряжения. Рассогласование уровней заряда между аккумуляторами делает эксплуатацию менее эффективной и небезопасной. Рассогласование зарядов между соединенными последовательно аккумуляторами уменьшает общую емкость батареи и срок службы. Таким образом, все ячейки батареи должны иметь равный накопленный заряд, в том числе во время заряда и разряда.

Традиционно, устройства выравнивания заряда, применяемые в составе космических летательных аппаратов, выполняются в виде отдельного блока. Главной целью нашего исследования является интеграция функций выравнивания заряда в зарядно-разрядное устройство, входящее в состав бортовой системы электропитания космического аппарата (КА).

Методы выравнивания заряда делятся на два типа: пассивные и активные. В пассивных, или рассеивающих выравнивающих схемах, измеряется и регулируется напряжение каждой ячейки. Процесс заряда продолжается даже тогда, когда наиболее заряженные ячейки достигли своего максимального напряжения и до тех пор, пока все ячейки в батарее не будут полностью заряжены. Выравнивание зарядов происходит путем пропускания тока через рассеивающий элемент (резистор) в обход заряженной ячейки, до тех пор, пока её напряжение не станет таким же, как и у остальных в последовательной цепочке. Разряд батареи прекращается тогда, когда хотя бы одна ячейка не

достигнет минимального напряжения. Пассивные схемы выравнивания не являются предпочтительными для использования в составе КА. Во-первых, выравнивание не происходит во время заряда или разряда, что приводит к уменьшению емкости батареи. Во-вторых – это фиксированное напряжение выравнивания. Это недостаток, поскольку со временем батарея стареет, и её необходимо заряжать до более высокого уровня путем увеличения напряжения заряда.

В активных схемах выравнивания, напряжения и уровень заряда каждой ячейки измеряется, и регулируется путем пропускания тока через нерассеивающие элементы (конденсаторы и индуктивности) в обход ячейки. Такой метод позволяет постоянно переносить энергию от более заряженных ячеек к менее заряженным. Активные методы удовлетворяют предъявляемым требованиям.

Таким образом, в рамках диссертационного исследования было решено разработать зарядно-разрядное устройство для литий-ионных аккумуляторных батарей с интегрированной функцией выравнивания аккумуляторных ячеек по напряжению.

Библиографические ссылки

1. *Stephen W. Moore, P. F. Stevens, An investigation of Cell Balancing and Equalization for Lithium-Ion Battery Packs // Lithium Power Solutions LLC, Fishers, 2012.*

2. *Xidong Tang, Brian Koch, Capacity Estimation for Li-ion Batteries // American Control Conference, San Francisco, CA, USA, 2011.*

© Сазонов И. Е., 2013

Д. С. Тарасов
 ОАО «Информационные спутниковые системы»
 имени академика М. Ф. Решетнева, Железногорск

ПОДСИСТЕМА КОНСТРУИРОВАНИЯ БОРТОВОЙ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

При конструировании бортовой радиоэлектронной аппаратуры выделяют основные задачи синтеза конструкций: компоновка и размещение конструктивов низшего уровня по конструктивам высшего уровня проектирования, а также трассировка соединений. Сложность принятия проектного решения на этапе конструкторского проектирования РЭА обусловлена тем, что задачи синтеза конструкций, как правило, являются задачами многокритериальной глобальной оптимизации. Выполнить постановку задачи указанной оптимизации, т.е. прежде всего сформировать целевую функцию, даже имея математическое описание объекта проектирования, весьма сложная для формализации процедура. Для поиска глобального экстремума также требуется большое количество вычислительных ресурсов. Поэтому в настоящее время на предприятии ОАО «ИСС» конструирование электронных узлов осуществляется с применением САПР P-CAD в ручном режиме, из-за отсутствия соответствующих алгоритмов и критериев оптимальности в библиотеке методов проектирования. Инженер-конструктор получая чертежи принципиальной электрической схемы, осуществляет компоновку и размещение вручную, используя разработанную базу данных элементов. После того как элементы скомпонованы и размещены, производится трассировка печатной платы ручным способом.

При выполнении этапов компоновки, размещения и трассировки конструктор должен учесть множество требований предъявляемых к конструкции. В связи с тем, что все основные задачи конструирования РЭА (компоновка, размещение, трассировка) осуществляются ручным, не автоматизированным способом, возникает необходимость разработки и внедрения алгоритмов компоновки, размещения и трассировки на соответствующих этапах проектирования РЭА в составе подсистемы конструирования бортовой РЭА. Это позволит формализовать требования к конструктивам в виде целевой функции, адаптировать известные алгоритмы конструирования РЭА и разработать уникальные для ОАО «ИСС», что сократит время на проектирование электронных узлов, повысит их качество и надежность.

Этап конструкторского проектирования РЭА начинается с решения задачи компоновки – распределение конструктивных элементов i -го уровня по конструктивным элементам $(i + 1)$ -го уровня в соответствии с выбранным критерием. При компоновке узлов особое внимание должно быть уделено определенным соединениям для минимизации задержек в распространении сигналов, так как переход соединительных цепей с одного уровня на другой влечет за собой уменьшение быстродействия схем.

Основными критериями компоновки являются: минимум числа узлов; минимум числа межузловых соединений; число элементов в узлах скомпонованной схемы; суммарная площадь, занимаемая элементами и соединениями; электромагнитная совместимость в модуле; параметры теплообмена между элементами в узле.

В задачах компоновки конструктивных узлов критерии оптимизации и ограничения могут быть сведены к определенным конструктивным параметрам расположения отдельных элементов и межузловых соединений. Основной целью задачи компоновки следует считать создание наилучших условий для последующего размещения элементов узла [1].

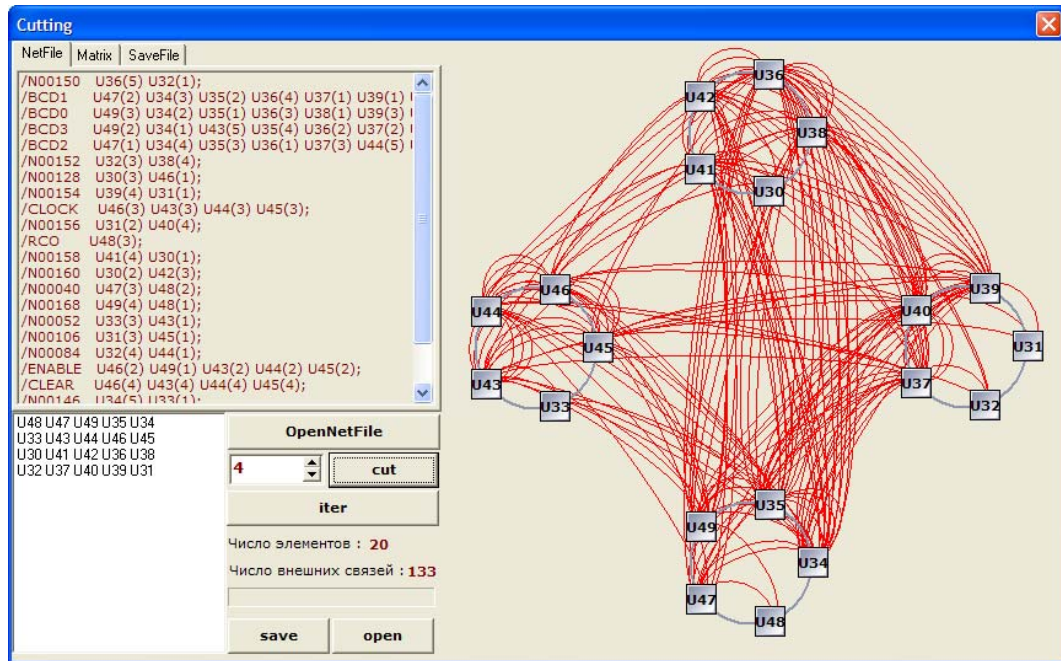
Формализовать задачу компоновки можно используя описание коммутационной схемы конструктива РЭА i -го уровня в виде графа $G = (X, U)$, которое среди различных вариантов описания коммутационных схем отличается наибольшей общностью и наглядностью. Множество вершин X – радиоэлектронные компоненты проектируемого изделия, а множество рёбер U – связи между ними в соответствии с принципиальной электрической схемой. Компоновка, т.е. распределение компонентов по определённым конструктивным электронным модулям, моделируется разрезанием графа на куски с заданным количеством вершин в каждом из них. Для оценки качества решения задачи разрезания графа используются такие количественные показатели, как минимум внешних связей между кусками K ($K = \min K$) или максимум коэффициента разрезания ΔG , вычисляемого по формуле

$$\Delta G = \sum_{i=1}^n L_{ii} / K,$$

где $\sum_{i=1}^n L_{ii}$ – суммарное количество внутренних рёбер графа, связывающих вершины внутри кусков.

Разрезание графов осуществляется различными методами, чаще всего последовательными и итерационными. Последовательные методы легко реализуются программно, отличаются простотой и высокой производительностью, но в большинстве случаев не обеспечивают оптимальных результатов. Итерационные методы позволяют получить более приемлемые с точки зрения критерия (1) результаты, однако полученные результаты также не всегда оптимальны.

На рисунке приведена среда проектирования подсистемы конструирования при выполнении компоновки на основе метода разрезания графа в соответствии с критерием $\min K$. Исходными данными является схема соединений, полученная из принципиальной схемы, созданной в системе P-CAD.



Реализация подсистемы конструирования при выполнении компоновки

Эффективность работы алгоритма компоновки коммутационных схем РЭА может быть оценена по исходным данным электрических принципиальных схем и подборе управляющих параметров алгоритмов.

Библиографическая ссылка

1. Носкова Е. Е., Капулин Д. В., Краснобаев Ю. В. и др. Автоматизированное проектирование средств и систем управления : курс лекций. Красноярск : ИПК СФУ, 2009. 272 с.

© Тарасов Д. С., 2013

УДК 351.814.2; 656.7.08

И. В. Алтухов, В. Н. Гейман
 Научный руководитель – В. М. Мусонов
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ БОРТОВОЙ АППАРАТУРЫ СИСТЕМ ПОСАДКИ ОТ ИНТЕРМОДУЛЯЦИОННЫХ ПОМЕХ

Рассмотрен метод защиты бортовой аппаратуры от интермодуляционных помех системы посадки КУРС МП-70 с помощью колец из магнитомягкого феррита.

Бортовое радиоприемное оборудование навигации по системе VOR и бортовое радиоприемное оборудование посадки самолетов по системам ILS и СП работают в диапазоне радиочастот 108,0 – 117,95 МГц [1].

Рядом с навигационно-посадочным диапазоном размещен диапазон радиочастот 87,5 – 107,9 МГц, используемый радиовещательными станциями УКВ-ЧМ [2,3].

Согласно требованиям ИКАО нежелательные уровни сигналов радиостанций УКВ-ЧМ на входе приемников аппаратуры посадки и аппаратуры навигации нормированы и могут достигать на некоторых аэродромах значений, приведенных в таблице.

Под воздействием этих сигналов в приемниках, если в них не предусмотрена специальная защита, возникает интермодуляционная помеха.

Уровни сигналов радиостанций УКВ-ЧМ на входе приемников

Частота МГц	Максимальны уровень помехи на входе приемника	
	мкВ	дБмВт
87,5–102,0	$1,26 \cdot 10^6$	+15
104,0	$0,70 \cdot 10^6$	+10
106,0	$0,40 \cdot 10^6$	+5
107,9	$0,07 \cdot 10^6$	-10

Интермодуляция – это возникновение помех на выходе устройства при воздействии на его вход двух или более сигналов, частоты которых не совпадают с частотой основного сигнала и приводят к помехам на частоте основного сигнала. В рассмотрении опасна интермодуляционная помеха третьего порядка, представляющая собой комбинацию $2f_1 - f_2$.

В незащищенном приемнике вследствие нелинейности активных элементов в маломощных каскадах высокочастотного тракта возникает множество гармонических составляющих, среди них присутствует и составляющая $2f_1 - f_2 = 2 \cdot 107,7 - 107,3 = 108,1$ МГц. Частота 108,1 МГц совпадает с частотой основного сигнала посадочного маяка. Это означает, что посадочный канал 108,1 МГц оказался пораженным и посадка (навигация) самолета становится невозможной.

В случае непринятия специальных мер по защите от помех, пораженных каналов посадки и навигации становится много.

Динамический диапазон по побочным каналам, блокированию, перекрестным искажениям и интермодуляции при избыточности чувствительности приемного тракта может быть расширен путем снижения крутизны нагрузочной прямой первого каскада усилителя высокой частоты. Это может быть обеспечено за счет уменьшения нагрузочного (коллекторного, стокового) сопротивления до величины, при которой значение чувствительности сохраняется в требуемых пределах. Так, например, тогда как по ТУ чувствительность должна быть не хуже 6 мкВ для изделия Курс МП-70. Следовательно, имеется возможность снижения крутизны нагрузочной прямой и, следовательно, сопротивления нагрузки до 2,2 раза, за счет чего и может быть обеспечено расширение динамического диапазона.

Без каких-либо изменений и дополнений принципиальных схем частотная селективность входных цепей изделий КУРС МП-70 может быть повышена, если на высокочастотный кабель одеть кольцо из магнитомягкого феррита (рис. 1), то за счет индуктивности L_k и емкости C_k между кольцом и кабелем будет образован последовательный колебательный контур (рис. 2), характеризующийся резонансными свойствами.

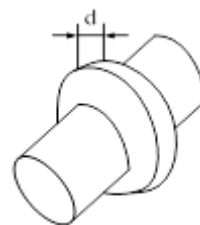


Рис. 1. Кабель с ферритовым кольцом

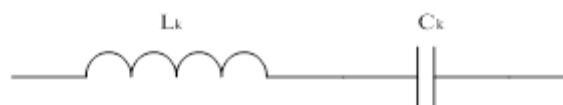


Рис. 2. Эквивалентная схема участка кабеля с кольцом

Для резонансной длины волны при постоянстве внутреннего диаметра кольца:

$$p = d \sqrt{\mu_n \varepsilon''},$$

где d – ширина кольца; μ_n – магнитная проницаемость феррита; ε'' – минимальная часть диэлектрической проницаемости, связана со справочной величиной эффективной проводимости σ .

Марка феррита выбирается с учетом значения частоты радиосигнала. Так, например, для частот до 200 МГц необходимо применять феррит марки 30ВЧ2 со справочными значениями $\mu_n = 25...35$ и $\sigma = 1,5 \cdot 10^6$ м·А⁻¹, а для рабочих частот до 350 МГц – феррит марки 5ВЧ1 со справочными значениями $\mu_n = 4,7...6,5$ и $\rho = 107$ Ом·м.

Для повышения добротности следует применять два, три, четыре ферритовых кольца, одетых на кабель одно за другим и расположенных на расстоянии $(3...4) \cdot d$ друг от друга. Увеличение количества колец свыше четырех может привести к снижению добротности колебательной системы и потерям мощности полезного сигнала.

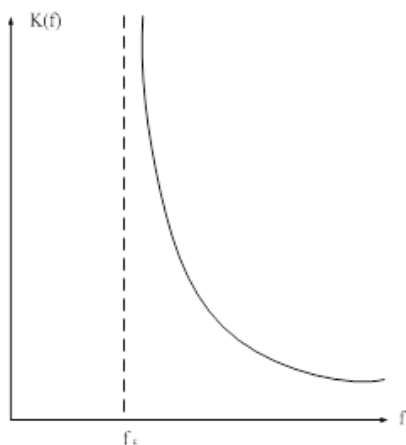


Рис. 3. Амплитудно-частотная характеристика фильтра нижних частот

Расстояние от кольца до концов кабеля особого значения не имеет. Важно, чтобы кабель имел как можно меньше изгибов, и кольца располагались на прямолинейном участке. Это связано с тем, что изгибы кабеля характеризуются внесением реактивностей – индуктивностей и емкостей, что повлияет на резонансную частоту контура, образованного кольцами и кабелем.

Размеры ферритовых колец и место их установки с целью обеспечения наилучших фильтрующих свойств следует подбирать с небольшим разбросом вокруг значений d индивидуально для каждого варианта размещения изделий на борту воздушного судна. Кроме того, система из двух ферритовых колец, одетых на кабель, может представлять собой фильтр нижних частот, если одно кольцо имеет индуктивный характер, а второе – емкостный или активный. При этом если ширина d первого кольца рассчитывается по изложенной выше методике, то ширина второго кольца подбирается опытным путем в пределах $(4...5) \cdot d$ с тем, чтобы частота среза образовавшегося фильтра была достаточно близка к частоте сигнала (рис. 3). При этом мешающие сигналы с частотами выше частоты полезного сигнала будут отфильтровываться.

Библиографические ссылки

1. Хаймович И. А., Иванов П. А., Устроев Ю. Е. и др. Бортовые радиоустройства посадки самолетов. М.: Машиностроение, 1980. 382 с.
2. Кондрашов В. И., Федоренко В. Н. Бортовые радиотехнические средства ближней навигации и инструментальной посадки летательных аппаратов // *Технология и конструирование в электронной аппаратуре*. 2002. № 1. С. 3–9.
3. Кондрашов В. И., Федоренко В. Н. Анализ влияния частотно-модулированных помех, создаваемых УКВ радиовещательными станциями на функционирование бортовой навигационно-посадочной аппаратуры // *Науч. Вестн. МГТУ ГА*. 2003. Сер «Радиофизика и радиотехника». № 62. С. 20–25.

© Алтухов И. В., Гейман В. Н., 2013

УДК 629.73.08; 629.7.004.67

А. А. Анисимова Р. С. Пашков
 Научный руководитель – Л. Г. Феофанов
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ МЕТРОЛОГИИ

Рассмотрены современные требования метрологии в технической эксплуатации авиационной техники.

Метрология – это наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности [1].

Ускорение научно-технического прогресса, темпов роста производительности труда, повышение качества продукции неразрывно связаны с увеличением объема экспериментальных работ, и, соответственно, с объемом получаемой и перерабатываемой информации.

Для повышения качества получаемой продукции, ужесточаются и требования к экспериментам. Они должны проходить в более короткие сроки, быть точнее, и повышать результаты научно-исследовательских работ. Измерение количественно характеризует окружающий материальный мир. Оно может осуществляться при наличии соответствующих технических средств и отработанной техники проведения

измерений. В интересах всех стран, измерения, где бы они не выполнялись, должны быть согласованы, чтобы результаты измерений одинаковых величин, полученные в разных местах и с помощью различных измерительных средств, были бы воспроизводимы на уровне требуемой точности. Эти требования способны обеспечить стандартизация на международном, региональном и национальном уровнях.

Технический контроль – неотъемлемый вид метрологической практики. Такой контроль осуществляется по количественным и качественным показателям. Однако при любых обстоятельствах *контроль нельзя рассматривать вне связи с измерением.*

Для полноценного функционирования любого предприятия требуется соответствующее его профилю деятельности метрологическое обеспечение.

Метрологическое обеспечение (МО) – установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений. Взаимозаменяемость деталей и элементов конструкций, имеющая огромное значение в промышленном производстве, возможна только при условии

широкого применения систем измерений и обеспечения единства измерений при необходимой их точности.

Измерения проводят при учете материальных ценностей, энергетических ресурсов, для охраны окружающей среды и обеспечения безопасности труда.

Сертификация продукции, работ и услуг заключается в подтверждении соответствия продукции установленным требованиям и напрямую связана с качеством. Некачественная продукция не может быть сертифицирована.

Система оценки и подтверждения соответствия является одним из механизмов контроля качества и безопасности продукции, работы и услуги. И поэтому должна гармонично сочетаться с другими формами контроля – государственным контролем и надзором, лицензированием, добровольной сертификацией.

Библиографическая ссылка

1. Курзенков Г. А. *Основы метрологии в авиационной промышленности.* М. : Изд-во МАИ, 1990. 312 с.

© Анисимова А. А. Пашков Р. С., 2013

УДК 629.73.08; 629.7.004.67

Л. В. Байкина, С. В. Полежаев

Научный руководитель – Л. Г. Феофанов.

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ЗНАЧЕНИЕ МЕТРОЛОГИИ В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Показано развитие метрологической службы на авиапредприятиях Гражданской авиации.

Безопасность воздушного движения напрямую связана с уровнем эксплуатационного состояния летательных аппаратов и технических средств обеспечения воздушных сообщений, требования к которым регламентируются комплексом государственных и отраслевых стандартов, метрологических правил и норм. Измерительные средства имеют огромное значение в безопасной эксплуатации летательных аппаратов, так как они дают непосредственное представление о характеристиках полета. Из этого следует, что более безопасным будет полет на воздушном судне, которое прошло все необходимые метрологические измерения и их корректировки.

На основе измерений получают информацию о состоянии производственных, экономических и социальных процессов. Измерительная информация служит основой для принятия решений о качестве продукции. И только достоверность и соответствующая точность результатов измерений обеспечивает правильность принимаемых решений на всех уровнях управления. Получение недостоверной информации приводит к неверным решениям и возможным авариям.

Дальнейшее развитие метрологии привело к тому, что в СССР в 1978 году была образована единая структура метрологической службы Гражданской Авиации [1]. Однако лаборатории измерительной

техники на предприятиях ГА существовали и ранее. С 1978 года организовываются базовые поверочно-ремонтные лаборатории во всех территориальных управлениях (при наиболее крупных предприятиях этих управлений). К середине 80-х годов XX века удалось охватить метрологическим обслуживанием практически все предприятия и организации гражданской авиации в полном объеме. С началом рыночных реформ и развалом единой системы гражданской авиации положение с авиационной метрологией начало ухудшаться. В 1995 году было введено «Положение о метрологической службе гражданской авиации Российской Федерации», однако, при отсутствии финансирования, существенных улучшений не произошло. В настоящее время некоторые малые авиапредприятия и отдельные объекты Росаэронавигации в отдаленных районах страны не охвачены метрологическим обслуживанием полностью или частично.

Метрология ГА решает следующие задачи:

- Обеспечение единства и требуемой точности измерений при создании, эксплуатации, ремонте АТ и СНО.
- Определение основных направлений деятельности и выполнение работ по метрологическому обеспечению исследований, испытаний, эксплуатации, ремонта АТ и СНО.

- Создание эталонов единиц величин и внедрение средств измерений специальных средств измерений, применяемых для контроля параметров АТ и СНО в процессе эксплуатации и ремонта.

- Осуществление метрологического контроля путем поверки и калибровки средств измерений, проверки своевременности представления их на поверку (калибровку).

- Осуществление надзора за состоянием и применением средств измерений, аттестованными методиками выполнения измерений, эталонами единиц величин, применяемыми для поверки (калибровки) средств измерений, соблюдением метрологических правил и норм, нормативных документов по обеспечению единства измерений.

- Разработка и внедрение нормативных документов, регламентирующих вопросы метрологического обеспечения производственной деятельности ГА [2].

- Испытания и сертификация специальных средств измерений, определение вида их метрологического обслуживания (поверка или калибровка), ведение ведомственного реестра [3].

Все эти мероприятия обеспечивают контроль над средствами измерения у наземных служб, а также контроль в воздухе, что гарантирует безопасность воздушных перевозок.

Как и любая наука, метрология имеет ряд особенностей:

- Непосредственная связь с обеспечением безопасности полетов.

- Обслуживание, кроме средств измерений общего назначения, широкого спектра специальных отраслевых средств.

Весь контроль за метрологическими измерениями в РФ осуществляется по следующей структуре:

- Подразделение главного метролога ГА
- Головные и базовые организации метрологической службы

- Ответственные за метрологическое обеспечение в Региональных управлениях воздушного транспорта.

- Центры авиационной метрологии.

- Метрологические службы юридических лиц.

Мероприятия осуществляют контроль над всеми метрологическими службами Гражданской Авиации по всей территории РФ. Однако хотелось бы сказать, что в современной метрологии наметилась тенденция к усложнению контроля качества приборов [4]. Это усложняет настройку, и контроль за средствами измерения, так как некоторые метрологические приборы РФ закупает у других стран, что затрудняет их эксплуатацию, вследствие того, что ремонт и обслуживание происходит в странах - изготовителях.

В конце хотелось бы сказать, что большинство авиакатастроф происходит по вине человеческого фактора (около 75 %), также катастрофы случаются по причине отказа технических средств (около 20 %). Дальнейшее повышение безопасности полетов может быть достигнуто совершенствованием работы метрологических служб.

Библиографические ссылки

1. Крылова Т. Д. Основы стандартизации, сертификации и метрологии. М. : Изд. об. ЮНИТИ, 1998.

2. Чинючин Ю. М. Методология и современные научные проблемы технической эксплуатации ЛА : учеб. пособие. М. : МГТК ГА, 1999.

3. Елисов Л. Н., Баранов В. В. Управление и сертификация в авиационной транспортной системе. М. : Воздушный транспорт, 1999.

4. Baikina L. V., Polezhaev S. V. Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk.

© Байкина Л. В., Полежаев С. В., 2013

УДК 656.7:338; 656.7:658

Б. А. Борисов, Н. В. Иванов
Научный руководитель – Н. В. Юрковец
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АВИАЦИОННОГО ЭЛЕКТРОМАШИНОСТРОЕНИЯ

За несколько десятилетий почти полностью обновился парк эксплуатируемых самолетов, заменяя их оборудованием (SSJ-100, ил-76мд-90а, ПАК ФА, и др.). Новые требования, предъявляемые к самолету, заставляют пересматривать характеристики всего электротехнического оборудования, в том числе и электрических машин. Снижаются их масса и габариты, возрастают окружающие температуры и механические воздействия, их облик становится совершенно другим. Самые главные требования к идеальной электромашине это низкая масса, меньшие габариты и, конечно же, мощность.

1. Техническое задание на разработку авиационных электрических машин.

Разработка АЭМ (авиационные электрические машины) ведется по техническим заданиям (ТЗ), ко-

торый выдаются заказчиком. Все технические данные машины и другие требования должны соответствовать государственным и отраслевым стандартам.

1. Назначение и область использования.

2. *Состав и взаимодействующие изделия.* Для многомашинных агрегатов перечисляются все входящие в них машины и устройства. Для генераторов указывается, например, тип регулятора напряжения и сопряженного блока трансформаторов тока дифференциальной защиты (для генераторов переменного тока).

3. *Основные технически данные* (номинальная мощность, род тока и номинальное напряжение, частота вращения, номинальная частота, число фаз и коэффициент мощности)

4. *Сухая масса машины.*

5. *Габаритные и присоединительные размеры.* Указываются максимальные габаритные размеры машины, тип или размеры присоединительного фланца, способ стыковки вала с приводом или с исполнительным механизмом. Задается тип электрических выводов (коробка контактных зажимов, электрический соединитель или жгут проводов) и др.

6. *Условия эксплуатации.* Указывается максимальная высота, температуры окружающей и охлаждающей сред, механические нагрузки, климатические воздействия и режим работы.

7. *Требования к надежности.* Указывается минимальное значение расчетной вероятности безотказной работы машины для определенной длительности нагрузочного цикла (полета). При этом обычно принимается, что имеющимися средствами контроля подтверждается исправность машины к началу каждого нагрузочного цикла. Сущность решения проблемы обеспечения надежности машин заключается в изучении физических причин появления и развития отказов, создании инженерных методов проектирования высоконадежных изделий, разработке производственно-технологических процессов изготовления материалов, деталей и узлов с заданными физико-механическими и прочностными свойствами, применении эффективных методов и средств эксплуатационного контроля и технического обслуживания изделий, разработке научных методов анализа и прогнозирования ожидаемых нагрузок и внешних воздействий в реальных условиях эксплуатации.

Наряду с этим в ТЗ указываются *конструктивные требования, условия хранения, ресурс и требования норм летной годности самолета.*

2. **Электромашиностроение: состояние и стратегия развития.**

На сегодняшний день в электротехнической промышленности совместно с федеральными органами крайне необходимо определить единую техническую политику, координацию в разработке новой продукции, согласование технических требований, проведение совместных испытаний и решить многие другие вопросы. И наконец, нужно сокращать импорт электродвигателей из Китая при помощи введения таможенных пошлин, потому что ни система сертификации, ни различные налоги не обеспечивают преград проникновению некачественной электротехнической продукции на российский рынок. Сегодня основным поставщиком авиационного электрооборудования в России является ОАО «Электромашиностроительный

завод «ЛЕПСЕ». Ни один серийный летательный аппарат не обходится без изделий завода.

Стратегия развития ОАО «ЛЕПСЕ» – внедрение новейших технологий и оборудования, прогрессивных материалов и элементной базы. Используются все современные технологические процессы:

- все виды механической обработки;
- электромонтажные и сборочные работы;
- литьё металла, пластмасс и резины;
- термическая обработка, технологические процессы с применением лазеров;
- гальванические и лакокрасочные работы;
- все типы и виды испытаний (на климатические и механические воздействия внешних факторов).

Предприятие осуществляет полный цикл создания продукции – разработку, изготовление, испытания и сервисное обслуживание. Сегодня «ЛЕПСЕ» выпускает более 600 типов авиационных электроагрегатов, которые применяются на всех типах самолетов, вертолетов и на ракетно-космических объектах:

- генераторы переменного и постоянного тока;
- электродвигатели различного типа и назначения;
- электромеханизмы поступательного, вращательного, качательного действия;
- коммутационная аппаратура, реле, контакторы, микровыключатели;
- аппаратура запуска авиадвигателей, регулирования и преобразования энергии;
- редукторы, домкраты;
- оборудование для атомной промышленности.

Продукция завода эксплуатируется на летательных аппаратах, разработанных конструкторскими бюро Антонова (Ан-70, Ан-124, Ан-140, Ан-148 и др.), Бериева (Бе-103, Бе-200), Ильюшина (Ил-76, Ил-114, Ил-96-300), Камова (Ка-32, Ка-50, Ка-52, Ка-62, Ка-226), Миля (Ми-8, Ми-24, Ми-26, Ми-28Н, Ми-35, Ми-38), Микояна (МиГ-29, МиГ-29К/КУБ, МиГ-31, МиГ-35 и др.), Сухого (Су-25, Су-30, Су-35 и др.), Туполева (Ту-204, Ту-214, Ту-334 и др.), Яковлева (Як-130). Завод работает в кооперации со всеми авиационными предприятиями России и ближнего зарубежья.

ОАО «ЛЕПСЕ» постоянно осваивает новые изделия. Для этого на предприятии организовано собственное опытно-конструкторское бюро, которое занимается научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами по изделиям авиационного назначения. Высокий интеллектуальный потенциал специалистов предприятия и современная производственно-технологическая база позволили коллективу успешно разработать, освоить и реализовать новые виды продукции, в том числе товары народного потребления.

Библиографические ссылки

1. *Поспелов Л. И. 1982. Конструкции авиационных электрических машин.*
2. URL: <http://www.eprussia.ru/epr/179/13227.htm>.

© Борисов Б. А., Иванов Н. В., 2013

К. В. Владимирова
Научный руководитель – Н. В. Юрковец
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТИПЫ ТРАНСФОРМАТОРОВ. ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ТРАНСФОРМАТОРОВ НА ВЫПРЯМИТЕЛЬНУЮ НАГРУЗКУ. АВИАЦИОННЫЕ ТРАНСФОРМАТОРНО-ВЫПРЯМИТЕЛЬНЫЕ БЛОКИ

Для начала определим понятие, что такое трансформатор, рассмотрим классификацию трансформаторов.

Трансформатором называют статическое электромагнитное устройство, имеющее две или большее число индуктивно-связанных обмоток и предназначенное для преобразования посредством электромагнитной индукции одной (первичной) системы переменного тока в другую (вторичную) систему переменного тока.

Трансформаторы разделяют на силовые общего и специального применения.

К трансформаторам специального назначения относятся:

1. Импульсные трансформаторы

Импульсные трансформаторы применяют в современных устройствах радиоэлектроники, летательных аппаратах. Это связано с тем, что при проведении различных электрофизических экспериментов необходимы электрические токи, достигающие сотен килоампер при напряжениях до нескольких мегавольт.

Основное требование к импульсному трансформатору заключается в передаче трансформируемых импульсов с умеренным искажением формы.

2. Сварочные трансформаторы

Сварочный трансформатор – это аппарат, преобразующий переменное напряжение сети в переменное напряжение для сварки.

Регулирование силы тока в сварочном трансформаторе осуществляется с помощью подвижной обмотки.

Серийно производят сварочные трансформаторы для ручной дуговой сварки и сварочные трансформаторы для автоматической сварки под флюсом.

При необходимости, сварочные трансформаторы могут использоваться в комплекте с выпрямительным блоком для достижения лучших технических характеристик сварочного шва.

3. Измерительные трансформаторы

Измерительный трансформатор применяют в установках переменного тока для изоляции цепей измерительных приборов и реле от сети высокого напряжения и для расширения пределов измерения измерительных приборов. Непосредственное включение измерительных приборов в цепь высокого напряжения сделало бы приборы опасными для прикосновения. Измерительные трансформаторы применяют для подключения амперметров, вольтметров, ваттметров, приборов релейной защиты и электроавтоматики, счетчиков для учета выработки и расхода электрической энергии.

4. Разделительные трансформаторы

Разделительный трансформатор (трансформатор безопасности) — трансформатор, первичная обмотка которого отделена от вторичных обмоток с помощью двойной или усиленной изоляции, или между обмотками имеется заземленный металлический защитный экран.

Разделительные трансформаторы применяются там, где необходима гальваническая развязка первичной и вторичной цепей, а также изоляция подключаемого оборудования от контура заземления.

прикосновении человека к части устройства, аварийно находящегося под напряжением, ток утечки не превысит жизненно опасного порога и трагедии не случится.

5. Автотрансформаторы

В некоторых случаях бывает необходимо изменять напряжение в небольших пределах. Это проще всего сделать недвухобмоточными трансформаторами, а однообмоточными, называемыми автотрансформаторами.

Автотрансформаторы отличаются от трансформаторов тем, что у них обмотка низшего напряжения является частью обмотки высшего напряжения, т. е. цепи этих обмоток имеют не только магнитную, но и гальваническую связь.

В зависимости от включения обмоток автотрансформатора можно получить повышение или понижение напряжения.

Итак, было определено понятие трансформатора и рассмотрены специальные типы трансформаторов, большинство из которых имеют свое значение и место в авиации.

На пример на летательных аппаратах применяются трансформаторно-выпрямительные блоки типа ТВБ или выпрямительные установки типа ВУ.

ВУ содержит выпрямитель, трансформатор, понижающий напряжение переменного тока до необходимого значения и преобразующий число фаз, а также вспомогательные устройства защиты от перегрева и сигнализации.

Стоит обратить внимание на особенности работы трансформатора на выпрямительную нагрузку в схеме выпрямителя.

Выпрямителем называется статическое устройство, обеспечивающее преобразование электрической энергии переменного тока в электрическую энергию постоянного тока.

Выпрямители могут быть выполнены по традиционной схеме или по схеме с двойным преобразованием энергии. В состав входит силовой трансформатор Т, вентильный блок (диодный блок) ВБ и сглаживающий фильтр СФ.



Структурная схема выпрямителя

Трансформатор обеспечивает преобразование уровня напряжения питающей сети (источника энергии) до значений, при которых на выходе может быть получено требуемое значение постоянной составляющей напряжения. Кроме того, трансформатор необходим для обеспечения гальванической развязки между источником энергии и выходными зажимами, что позволяет заземлять один из выходных полюсов (зажимов).

В цепи вторичных обмоток трансформаторов, работающих на выпрямительные установки, включены электрические вентили, пропускающие ток только в одном направлении.

Работа трансформатора совместно с вентильными устройствами имеет свои особенности:

- 1) форма кривых токов в обмотках несинусоидальная,
- 2) при некоторых схемах выпрямления имеет место дополнительное подмагничивание сердечника трансформатора.

Сглаживающие фильтры предназначены для уменьшения пульсаций выпрямленного напряжения.

Стабилизатор напряжения поддерживает неизменным напряжение на нагрузочном резисторе R_n .

Существуют однофазные и трехфазные, управляемые и неуправляемые выпрямители.

В заключении стоит отметить, что, не смотря на обширное многообразие видов и типов трансформаторов, принцип их работы идентичен для всех. Он основывается на явлении электромагнитной индукции. Такое многообразие типов трансформаторов объясняется необходимостью их применения в различных сферах и областях. Поэтому не имеет смысла сравнивать характеристики и принципиальные схемы трансформаторов специального типа между собой. Основной задачей остается только рассмотрение каждого специальных типов в отдельности и расширение сферы их применения.

© Владимирова К. В., 2013

УДК 621.396.932.1

Н. Р. Воскресенский, В. С. Сеславин
Научный руководитель – А. Р. Акзигитов

РАЗРАБОТКА КАНАЛА СВЯЗИ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ АЭРОНАВИГАЦИОННЫХ ДАННЫХ НА ВОЗДУШНОЕ СУДНО

Представлен метод обновления аэронавигационных баз данных в соответствии с циклом AIRAC.

Сегодня как никогда остро встает вопрос безопасности, регулярности и экономичности выполняемых полетов. Говоря об этих критериях, мы подразумеваем оперативность информационного обеспечения.

На борту современного воздушного судна практически всё оборудование цифровое и пилот является оператором автоматического цифрового комплекса.

Этот комплекс позволяет обеспечить автоматизированное управление ВС на всех этапах полета.

Это всё стало возможным благодаря развитию спутниковых навигационных систем (СНС) и инерциальных навигационных систем, СРПБЗ.

С точки зрения технической эксплуатации различных цифровых систем на борту ВС, их объединяет одна особенность: наличие базы данных. Базы данных этих систем, постоянно изменяются, а соответственно должны, своевременно обновляться.

В настоящее время процесс обновления баз данных осуществляется непосредственно техническим персоналом, что не может не вызывать определенных неудобств.

В данной работе будет предложен способ оперативного обновления баз данных по средствам каналов радиосвязи.

Объектом исследования является канал передачи данных Земля-Борт, в метровом диапазоне.

Актуальность связана с тем, что на сегодняшний день обновление БД производится раз в 28 дней (цикл AIRAC – aeronautical information regulation and control, установленный ICAO), главными недостатками которого является длительность и неудобство процесса обновления баз аэронавигационных данных систем входящих в ПНК, необходимость следовать за ВС для его обслуживания.

В качестве линии передачи данных была выбрана система УКВ связи потому, что с помощью этой системы можно передавать данные, при отказе основной спутниковой системы связи.

Разрабатываемая система состоит из наземного и бортового комплексов. Наземный комплекс может устанавливаться в любом офисе с выводом антенны за пределы здания (например, в окно), бортовой комплекс устанавливается на борту ВС.

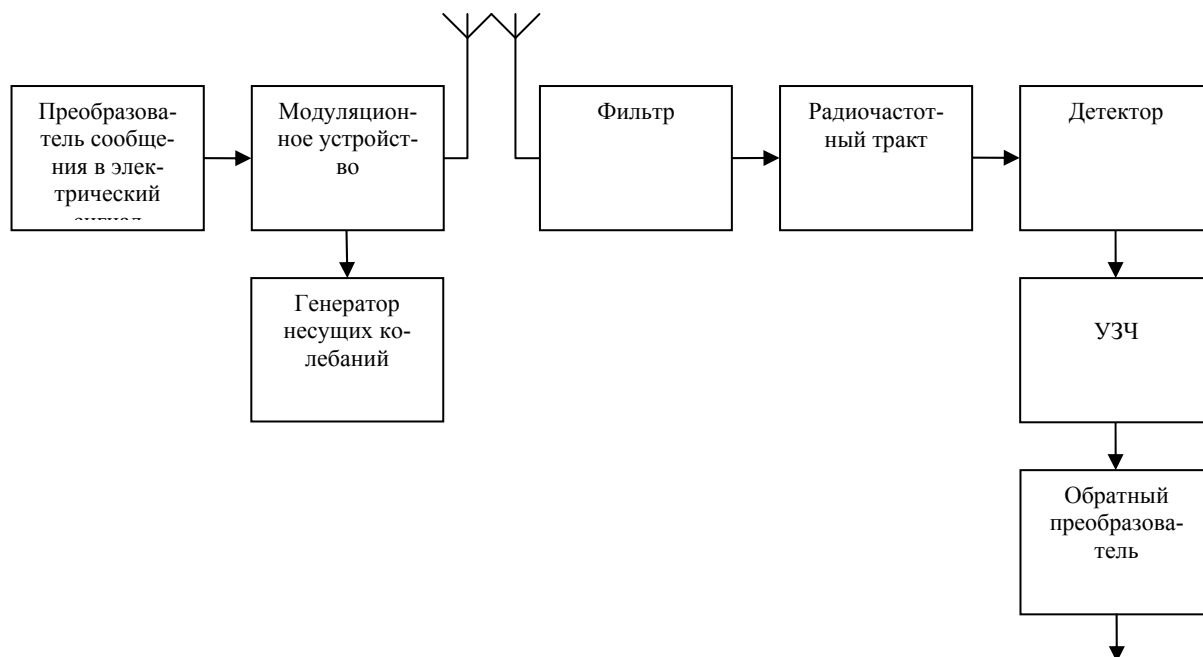


Схема канала связи

Библиографические ссылки

1. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. 2-е, изд. испр. : пер. с англ. – М. Вильямс, 2003. 1104 с. : ил. Парал. тит. англ.
 2. Васин В. А., Калмыков В. В., Себекин Ю. Н. и др. Радиосистемы передачи информации : учеб. посо-

бие для вузов / под ред. И. Б. Федорова и В. В. Калмыкова. М. : Горячая линия – Телеком, 2005. 472 с.: ил.
 3. Кириллов В. И. Многоканальные системы передачи : учебник.. 2-е изд. М. : Новое знание, 2003. 751 с.

© Воскресенский Н. Р., Сеславин В. С., 2013

УДК 656.7:654.9; 656.7:658.284

А. И. Ганжа

Научный руководитель – А. Р. Акзигитов
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ ПРИ УВД

Представлен метод повышения точности системы мониторинга воздушных судов посредством спутниковых систем связи (ССС) в районах, где отсутствует наземный радиолокационный контроль.

Согласно концепции CNS/ATM для информационного обеспечения самолетовождения и УВД ATM должны быть решены три задачи: навигации, наблюдения и связи (CNS) [1]. Анализируя состояние решения этих задач, комитет FANS отмечает недостаточный уровень системы дальней связи, отсутствие данных наблюдения в большом пространстве над океанами и отдельными участками суши, отсутствие полей навигации, наблюдения и связи на малых высотах в большинстве районов мира. Кроме того, имеет место неоправданно большая нагрузка на средства радиотелефонной МВ радиосвязи.

Радикальным средством устранения перечисленных недостатков является использование спутниковых линий передачи данных (ЛПД) в сочетании со спутниковыми системами навигации и наблюдения, которые позволяют отображать воздушную обстанов-

ку для диспетчера, вырабатывать и передавать диспетчерские команды на борт ВС [2]. При их внедрении для передачи речевой информации и данных будет осуществляться по прямой линии связи «искусственный спутник Земли (ИСЗ) – ВС» в полосе частот, выделенной исключительно для авиационной спутниковой службы. В пределах прямой видимости будет использоваться МВ радиосвязь и режим «S» вторичного обзорного радиолокатора (ВОРЛ).

Для реализации этой функции СССР должна обеспечивать достаточную пропускную способность, которая определяется, в первую очередь, энергетическим и частотным ресурсами спутника – ретранслятора, то есть его выходной мощностью и полосой частот, выделенных для связи с ВС ГА [3].

ССС должны применяться при полетах ВС в океанических районах, в отдаленных континентальных

районах с небольшим количеством наземных средств или при их отсутствии, а также при полетах на малых высотах, включая полеты вертолетов, то есть в тех случаях, когда традиционные средства связи либо отсутствуют, либо требуют больших затрат.

Поскольку перспективная ССС должна обеспечивать обслуживание ВС различных типов, FANS определены базовые функции для обеспечения основных видов обслуживания ВД. К этим базовым функциям следует отнести: 1) функции управления системой; 2) функции обслуживания ВД; 3) функции АЗН; 4) функции оперативного руководства полетами; 5) функции передачи пассажирской информации с борта ВС,

В одном из вариантов ССС используются геостационарные спутники (с координатами 26 град, западной долготы, 63 град, и 177,5 град восточной долготы), зоны радиовидимости которых почти полностью охватывают поверхность Земли, примерно до 70 град северной и южной широт.

Число ВС, находящихся в зоне радиовидимости искусственного спутника земли, может достигать тысячи и более. В районе Атлантики треть воздушных

судов, одновременно находящихся в воздухе, могут находиться в режиме сближения. Предполагается, что воздушные суда, находящиеся в режиме сближения, будут передавать сообщения о своем местоположении не реже одного раза за 30 с. При этом задержка в передаче сообщений не должна превышать 15 с.

Библиографические ссылки

1. Бочкарев В. В., Крыжановский Г. А., Сухих Н. Н. Автоматизированное управление движением авиационного транспорта / под ред. Г. А. Крыжановского. М.: Транспорт, 1999. 319 с.

2. Вовк В. И. Зональная навигация: учебное пособие / В. И. Вовк, А. В. Липин, Ю. Н. Саранский. СПб.: Академия ГА, 2004. 123 с.

3. Вычужанин В. Б., Борсоев В. А. Методы повышения достоверности передачи данных по спутниковым каналам связи при УВД с автоматическим зависимым наблюдением // Современные проблемы радиоэлектроники: сб. науч. ст. М.: Радио и связь, 2006. С. 507–510.

© Ганжа А. И., 2013

УДК 629.73.07

И. В. Герасев, Е. С. Золкина
Научный руководитель – Н. В. Юрковец
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН И АППАРАТОВ В АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКЕ

Изложена краткая история развития авиационных электрических машин и аппаратов.

1. Электрические машины. Определение и классификация.

Электрическая машина (ЭМ) – основной преобразователь механической энергии в электрическую и электрической в механическую. От других электро-механических преобразователей ЭМ отличаются тем, что в них, за редким исключением, совершается однонаправленное непрерывное преобразование энергии [1]. По назначению ЭМ подразделяются на:

- генераторы, служащие для преобразования механической энергии в электрическую;
- двигатели, используемые для преобразования электрической энергии в механическую;
- преобразователи, предназначенные для преобразования электрической энергии с одними параметрами (род тока, напряжение, частота, число фаз переменного тока) в электрическую энергию с другими параметрами.

В зависимости от рода тока электроустановки, в которой должна работать электрическая машина, они делятся на машины постоянного и переменного тока.

2. Применение электрических машин в авиационной технике.

Бортовые системы электроснабжения воздушного судна разделяются на первичные, вторичные и резервные (аварийные). Система электроснабжения на-

зывается первичной, если генераторы приводятся во вращение маршевыми двигателями, вторичной – если электрическая энергия в ней получается преобразованием электрической энергии первичной системы. Резервной (аварийной) системой электроснабжения называется такая, в которой электрическая энергия получается от резервных источников; аккумуляторных батарей, генератора с приводом от вспомогательной силовой установки или ветряного двигателя.

Системы электроснабжения разделяются на следующие виды:

постоянного тока; переменного трехфазного (однофазного) тока постоянной частоты; переменного трехфазного (однофазного) тока переменной частоты.

Также широкое распространение получили индукторные электрические машины. Роторы индукторных генераторов всех типов выполняют без обмоток с большим количеством зубцов. Отсутствие обмотки возбуждения на роторе, а, следовательно, и скользящих контактов для подвода к ней тока, существенно повышает надежность индукторных генераторов по сравнению с синхронными генераторами нормального исполнения.

Замена обычных электрических машин на индукторные повышает надежность агрегатов бортового оборудования как за счет большей надежности элект-

трических машин, так, в ряде случаев, дополнительно, за счет уменьшения числа элементов агрегата (например, исключения редуктора), изменения режима его работы (например, при использовании дискретного привода, управляемого от ЭВМ) и других случаев изменения структуры агрегатов бортового оборудования.

Конструкция индукторных электрических машин позволяет использовать ее в качестве датчика выработки подшипников агрегатов, что способствует улучшению их контролепригодности [2].

Наиболее существенными являются примеры применения индукторных электрических машин в качестве:

- 1) генератора переменного тока;
- 2) бесконтактного двигателя постоянного тока в электромеханизмах привода закрылков, элеронов, кранов и т. п.;
- 3) шагового вращательного двигателя рулевой машины АБСУ;
- 4) линейного шагового двигателя для привода золотника гидроусилителя рулевой машинки;
- 5) тихоходного безредукторного асинхронного двигателя в приводе сигнального лампового маяка;
- 6) асинхронного двигателя для привода топливных насосов;
- 7) тихоходного асинхронного и шагового вращательных двигателей в приводе вращающихся подшипников гироагрегата;
- 8) моментного асинхронного коррекционного двигателя гироагрегата;
- 9) синхронного шагового двигателя привода карты планшета навигационного вычислителя;
- 10) генератора аэродромной дизель-генераторной установки;
- 11) генератора ветроэлектрической установки вспомогательной системы электроснабжения аэропорта, базы ЭРТОС и т. п.;
- 12) ветрогенератора супераварийной системы электроснабжения ВС;
- 13) совмещенного измерительного преобразователя для контроля за выработкой подшипников индукторного генератора;
- 14) встроенного датчика измерительного устройства по определению радиальной выработки подшипников электрической машины и различных агрегатов с вращающимся валом, и др.

Обычно самолет имеет 490 агрегатов бортового оборудования, из которых 171 (то есть более 35 %) машинодержательные (то есть имеющие те или иные электрические машины); общее количество электрических машин-262, а каждый машинодержательный агрегат бортового оборудования содержит в среднем две электрические машины.

Агрегатов, представляющих из себя собственно электрические машины, в бортовом оборудовании немного (в среднем около 4 %). Это генераторы и электромашинные преобразователи. Большая часть агрегатов бортового оборудования это сложные устройства, в которых электрические машины являются одним из конструктивных элементов. Это электромеханизмы, топливные насосы, гироагрегаты, сигнальные маяки, авиагоризонты и т. п.

На примере ТУ-154 рассмотрим применение авиационных электрических машин:

Генератор № 1 нормально питает сеть I, к которой подключены:

- левые автономные шины;
- левые шины НПК;
- половина потребителей системы управления;
- выпрямительные устройства;
- насосная станция 2-й гидросистемы НС-46;
- топливные насосы;
- импульсный маяк;
- основное освещение салонов;
- вентиляторы левого шасси;

Генератор № 2 нормально питает сеть II, к которой подключена противообледенительная система предкрылков.

Генератор № 3 нормально питает сеть III, к которой подключены:

- правые автономные шины;
- правые шины НПК;
- вторая половина потребителей системы управления;
- топливная автоматика и топливные насосы;
- выпрямительные устройства;
- насосная станция 3-й гидросистемы;
- приборы контроля двигателей (кроме манометров);
- бытовое оборудование;
- вентиляторы правого шасси.

С появлением все более совершенных конструктивных материалов происходит развитие и усовершенствование электрических машин, что приводит к уменьшению их стоимости, габаритных размеров, массы, увеличению надежности и экономичности.

Библиографические ссылки

1. Серебряков А. Д. *Об эффективности применения индукторных электрических машин в авиации. Сб. научных трудов РАУ, Рига, 1995.*
2. Барвинский А. П., Козлова Ф. Г. *Электрооборудование самолетов. М. : Транспорт, 1990.*

© Герасев И. В., Золкина Е. С., 2013

Д. С. Герасимова
Научный руководитель – Н. В. Юрковец
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СИСТЕМА «ЧЕЛОВЕК – МАШИНА» И ЕЕ ОСОБЕННОСТИ В АВИАЦИИ

Рассмотрено влияние человеческого фактора в системе «человек–машина».

В наше время, когда человечество стоит на пороге создания искусственного разума и покорения самых отдаленных уголков космоса, данная тема является очень актуальной.

Для начала давайте разберемся, что это за система и почему она так важна. Воспользуемся определением из энциклопедического словаря Королева и Душкова. Система «человек–машина» (СЧМ) – система, состоящая из человека-оператора (группы операторов) и машины, посредством которой он осуществляет (они осуществляют) трудовую деятельность. Машиной в СЧМ называют совокупность технических средств, используемых человеком в своей деятельности.

Как можно заметить, на протяжении большого количества времени система «человек–машина» постепенно проникала в различные отрасли человеческой деятельности, а на сегодняшний день она фигурирует практически в любой, а некоторые из них появились благодаря этой системе.

Казалось бы, эта тема изучена полностью, и никаких ошибок в ней быть не может. Но грамотный синтез возможностей человека и машины до сих пор не найден, и мы вынуждены признать существование ряда ошибок и сбоев в данной системе. Для того, что бы избежать или хотя бы свести к минимуму возникающие конфликты двух абсолютно разных систем (человека и машины), приводящие ее (систему) к неправильному функционированию, а как следствие и к катастрофам, нужно строго распределить какие функции должны быть возложены на людей, а какие – на машины. Кроме того нужен ряд необходимых условий, таких как специальные методы обучения персонала, вспомогательные устройства, средство коммутации между человеком и машиной [1]. Также необходимо помнить, что операции, которые выполняются человеком, технически реализуются в разной степени. Некоторые из них, например операции решения, имеющие эвристический, творческий характер, до конца не могут быть автоматизированы даже при самом высоком уровне автоматизации и останутся прерогативой человека.

Особый контроль над системами необходим в авиации. Ведь все прекрасно понимают, что самолет – транспорт совершенно другого уровня. В отличие от поезда и машины, которых можно остановить при обнаружении неполадок, в летательном аппарате зачастую такое просто не возможно. Наземный транспорт также может подождать, когда устранят все сбои и ошибки, а вот самолет, совершающий рейс, не может похвастаться тем же. Но даже самая маленькая неточность в системе, на которую хотелось бы закрыть глаза из-за ее незначительности, может сыграть ключевую роль в последующей катастрофе! Поэтому

люди должны обеспечить безопасность пассажиров всеми известными способами, а также использовать и разрабатывать все новые и новые. Потому как самолеты все еще продолжают падать, значит, наша система несовершенна и требует различных доработок, ведь на борту находятся множество жизней, которыми нельзя рисковать.

Мы рассмотрим СЧМ на примере самолета при совместной работе пилота и автопилота. Как известно автопилот может вести полет без вмешательства человека, т. е. функции данной системы таковы, что она способна точно выдерживать заданный курс, скорость, высоту, горизонтальное положение самолета, несмотря на любые внешние воздействия. Если самолет по какой-то причине отклонится от курса, приборы автопилота незамедлительно сообщат об этом бортовому компьютеру. Он оперативно и с большой точностью определит, на какой угол нужно повернуть руль направления, чтобы самолет лег на правильный курс, и даст команду электрической рулевой машине. Но только по команде летчика, при его непосредственном участии в управлении, автопилот способен далее выполнить виражи, подъемы и спуски. Следует добавить, что во время дальних перелетов большую часть времени самолетом управляет не пилот-человек, а пилот-автомат, так как человек в силу своей природы при длительном напряжении теряет концентрацию внимания, что может привести к трагичным последствиям.

Поскольку человек обладает множеством таких качеств, которые легко перестраиваются и приспосабливаются к изменяющимся условиям, то очевидно, что на самолете именно он должен производить наблюдения и описывать их, быть оператором и принимать решения. Таким образом, ему целесообразно поручать выполнение следующих заданий: производить точную регулировку и настройку органов управления, работать с аппаратурой для научных исследований и фиксировать полученные им объективные и субъективные данные, на основе полученного опыта вносить изменения в программу действий, а также производить ремонт и техническое обслуживание оборудования.

Но бывает, что человек не справляется и допускает ошибку. Данное явление известно, как «человеческий фактор» или «ошибка человека».

В рамках теории ошибка может быть задана как невыполнение базовых предположений теории, как несоответствие правилам построения конструкции, отсутствие связей между элементами, и отсутствие самих элементов, и т. д. [2]. Но нужно быть очень последовательным и осмотрительным. Чтобы узнать, что привело к ошибке, мы должны спросить: какими

были движения, мысли и переживания человека в ходе выполнения действия, но в большинстве случаев это бывает невозможно. Человек сам после ошибки не может разобраться со всеми нахлынувшими тогда на него эмоциями и чувствами.

Таким образом, анализируя причины человеческих ошибок необходимо учитывать возможность формирования оператором двигательных стандартных подпрограмм для управления системой. Когда оператор сам задает себе инструкции, контроль его деятельности не так велик по сравнению с тем, когда действует под руководством инструктора или имеется заранее определенная и письменно заданная процедура. Это приводит к тому, что событие, которое на ранних стадиях обучения еще можно называть ошибкой, не может считаться таковым, когда оператором уже выработаны и хорошо изучены стандартные подпрограммы двигательных действий.

Для обеспечения более продуктивной работы пилота и автопилота мы можем предложить внести небольшие изменения в данную СЧМ [3].

Например, использование новых технологий: заменить или видоизменить базовый вариант бортового приёмника KLN-90, так как он не очень удобен в использовании. У KLN-90 маленький экран, на котором плохо различимы значки и мало функций у светозвуковой сигнализации. И во время чрезвычайного происшествия это может сыграть негативную роль.

Также целесообразно пересмотреть некоторые положения РЛЭ и произвести усиленный контроль за соблюдением летных правил.

Библиографические ссылки

1. Овчаров В. Е. *Человеческий фактор в авиационных происшествиях.*
2. Ложкина Г. В., Повякеля Н. И. *Практическая психология в системах человек – техника.*
3. *Инструкция по взаимодействию и технология работы членов экипажа самолета Ту-154.*

© Герасимова Д. С., 2013

УДК 629.73.08; 629.7.004.67

Н. В. Елисеева, В. С. Сеславин
 Научный руководитель – А. Р. Акзигитов
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ БОРТОВЫХ АВТОМАТИЧЕСКИХ РАДИОКОМПАСОВ УКВ-ДИАПАЗОНА В ВЫСОКИХ ШИРОТАХ

Рассматриваются перспективы повышения эффективности работы АРК УКВ-диапазона волн, эксплуатирующегося в условиях влияния неоднородностей тропосферы в высоких широтах.

В автоматических радиоконパスах УКВ-диапазона волн появление в ночное время и восходно-заходные периоды пространственных волн, переотраженных от неоднородностей тропосферы и поверхности Земли, уменьшает точность работы этих средств.

Для повышения качества работы бортовых АРК УКВ-диапазона волн на борту ВС необходимо иметь интегрированные комплексы АРК со спутниковыми ПИ, которые с требуемой точностью и оперативностью способны выдать навигационную информацию экипажам ВС [1].

В высоких широтах характер распространения и величина затухания радиоволн УКВ-диапазона отличается от среднеширотной тропосферы, кроме того, большое влияние на структуру радиосигнала оказывают слоистые неоднородности. Они приводят к интерференционным замираниям между прямой волной и волнами, отраженными от слоистых неоднородностей, и к попаданию приемной антенны в интерференционные минимумы.

Для повышения качества работы АРК в высоких широтах в условиях влияния неоднородностей обработку сигналов следует проводить на частотах биений в перестраиваемых узкополосных цифровых фильтрах [2].

Радиосигналы, отражаясь или проходя сквозь быстроменяющиеся слои неоднородностей, частично поглощаются или, наоборот, усиливаются из-за фокусировки отражающихся слоев. Амплитуда и фаза сигнала претерпевают значительные изменения. Интенсивность влияния отражающих слоев ионосферных и тропосферных неоднородностей в высоких широтах существенно зависит от скорости солнечного ветра, состоянии магнитного поля Земли, температуры воздуха, времени года, суток и других факторов.

Для повышения качества работы автоматических радиоконパスов, эксплуатирующихся в высоких широтах, следует использовать методы разделения прямой волны от переотраженных волн в УКВ-диапазоне волн. Для разделения этих сигналов были использованы доплеровские сдвиги частот от движения ВС [3].

На подвижном объекте существует постоянное доплеровское смещение между частотами прямой и переотраженных волн от радиостанции, причем основной причиной смещения можно считать перемещение точки приема излучения радиоволн относительно источника. Величина разности смещения на незначительных расстояниях от передатчика максимальная, а на значительных – минимальная.

Наиболее эффективным методом разделения прямой волны от переотраженных и отфильтровывания последних в АРК является метод фильтрации радиоволн на частоте биений с применением перестраиваемых фильтров, ширина полосы пропускания которых находится в прямой зависимости от навигационных параметров движения ВС.

Для повышения эффективности работы АРК, работающих в УКВ-диапазоне волн, и увеличения зоны действия этих средств, необходимо:

- выбирать оптимальные рабочие частоты для каждого времени года;
- использовать цифровой режим по линии передачи данных при частичном поглощении сигнала в неоднородностях;

– отфильтровывать переотраженные волны в перестраиваемых узкополосных фильтрах.

Библиографические ссылки

1. Борсоев В. А., Новиков В. С., Торшин В. М. *Расчет доплеровского смещения частоты для радиотехнических систем, эксплуатирующихся в высоких широтах. Труды международного авиационного конгресса. Киев, 2008. С: 33; 48.*
2. Борсоев В. А., Новиков В. С. *Навигационное обеспечение полетов воздушных судов в высоких широтах : учеб. пособие. СибГАУ, 2010. 76 с.*
3. Мизун Ю. Г. *Распространение радиоволн в высоких широтах. М. : Радио и связь, 1986. 142 с.*

© Елисеева Н. В., Сеславин В. С., 2013

УДК 621.396.932.1

Е. О. Карпова

Научный руководитель – А. Р. Акзигитов
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ РУЛЕНИЯ В РАЙОНЕ АЭРОДРОМА БЕЗ ОТКЛОНЕНИЯ ОТ МАРШРУТА ДВИЖЕНИЯ

Представлен метод повышения точности системы руления воздушных судов в районах аэродрома.

В современных самолетах экипажу приходится постоянно быть в напряжении. Одна из опасных частей полета это руление, потому что незначительное отклонение от маршрута движения может привести к повреждению воздушного судна. Не внимательность и ограниченность видимости особенно в ночное время или туман, дождь могут привести к инциденту. Например съезд с рулежных дорожек. Применение системы автоматического руления позволит экипажу в плохих погодных условиях чувствовать себя уверенней на земле. А при ручном управлении командир ВС может визуально определить отклонение от середины рулежной дорожки. Выбор обусловлен тем, что при рулении используется наземный ориентир расстояние, до которого не велико, что повышает точность ухода. Если бы я использовала систему глобальной навигации, это бы позволило достичь точности ± 1 м что не допустимо. Также системы спутниковой навигации довольно чувствительны к шумам, что может привести к увеличению погрешности измерения или потери связи со спутником. При использовании радио навигации невозможно вовсе потому, что погрешности составляли бы до ± 10 м что не позволительно. Индукционный датчик предназначен для определения направления слабого однородного магнитного поля. Рассмотрим принцип получения сигнала в датчике и его устройство. Если искусственно вызывать периодическое изменение магнитной проницаемости магнитомягкого материала сердечника зонда, то за счет постоянного магнитного поля в обмотке сердечника индуцируется сигнал, пропорциональный величине поля и косинусу угла между направлением зонда и

вектором напряженности поля. Конструктивно датчик состоит из двух расположенных параллельно пермалловых пластинок, на каркасах которых намотаны две обмотки с противоположным направлением витков дна подачи модулирующих магнитную проницаемость потоков. Выходной сигнал зависит от направления датчика, т. е. от магнитного курса объекта.

Блок питания обеспечивает преобразование синусоидального напряжения питания в прямоугольный сигнал частотой 400 Гц и амплитудой 1,7 В. Преобразование осуществляется с помощью триггера с эмиттерной связью. Сигнал во вторичной обмотке датчика, обусловленный внешним магнитным полем, подается на вход электронной схемы. С помощью компаратора, выполненного на операционных усилителях (DA1 DA2 - K140УД1А).

Сигнал U2, поступивший с датчика, разделяется на «левый» и «правый». В одном плече компаратора выделяется сигнал +U2, в другом – сигнал -U2. Разделенный сигнал является суммой полезного, по времени совпадающего с фронтом входного импульса, и паразитного, совпадающего по времени с вершинами импульсов напряжения блока питания. Паразитный сигнал необходимо подавить с помощью логических схем. На одни входы логических элементов DD1.1 и DD1.2 подаются сигналы с выхода компараторов, а на другие — продифференцированные сигналы с преобразователя блока питания. Выходные сигналы этих элементов с помощью элементов DD1.3 и DD1.4 суммируются, в результате получают отфильтрованные сигналы правого или левого отклонения от курса. За счет малой амплитуды сигналов от датчика, малой

крутизны их переднего фронта и недостаточного быстрого действия ОУ, реальные управляющие сигналы $\pm U$ имеют зону нечувствительности и требуют дополнительной обработки в каждом из двух каналов с помощью дифференцирующей цепи и трех логических элементов (С7, R18 и DD2.1, DD2.3 так же выполненных на микросхеме K176ЛА7, – для первого канала).

На выходах блока логики получаем последовательности импульсов, подаваемые к интеграторам на транзисторных сборках DA3, DA4 КТС613Б. Благодаря большому коэффициенту усиления транзисторов напряжение на конденсаторах С8 и С9 интеграторов практически мгновенно достигает амплитудного значения импульсов, выдаваемых блоком логики. Время же разряда конденсаторов задается переменным резистором R21 или R22 и определяет время работы АУ40Н. Промежуточные реле К1 К2 заблокированы своими нормально замкнутыми контактами. Точность удержания на курсе определяется порогом чувствительности схемы и задается резисторами R7, R8, R10 и переключателем S1. При выключенном S1 погрешность достигает $\pm 1,5^\circ$. При включенном S1 угол расширяется до $\pm 3^\circ$. Для компенсации дрейфа от влияния внешних сил использованы переменные резисторы R21, R22, регулирующие задержку срабатывания К1, К2 раздельно по направлениям «право» и «лево», что позволяет установить различные значения для каждой стороны. Переключатель S2 отключает цепи катушек реле К3, К4, и напряжение поступает на оптические индикаторы VD8, VD9 красного и зеленого цвета.

Источником магнитного поля является провод ПУЭ с медной жилой поливинилхлоридной изоляцией $S = 2,5 \text{ мм}^2$ без защитной металлической оболочки (без экранирования).

При разработке системы автоматического управления передней ноги самолета необходимо учитывать

простоту изготовления и перевода аэропортов под данную систему. В связи с этим можно сформулировать ряд требований к данной системе:

- Точность измерения и руления самолета
- Простота использования
- Возможность отладки блоков в лабораторных условиях
- Визуальная сигнализация при отклонениях.

Данная система должна выполнять следующие функции:

1. руление самолета по территории аэродрома вдоль желтых линий с точностью не превышающей отклонение до $\pm 1 \text{ м}$ за счет подачи управляющих сигналов в самолетную систему управления поворотом передней ноги во всех ее режимах;

2. индикация экипажу об отклонении при ручном режиме руления в виде двух светодиодов разных цветов: зеленый – для правого отклонения и красный – для левого.

3. Схемное решение позволяет учесть дрейф от влияния внешних, сил увеличить допустимый угол «зарыскивания» (уменьшить чувствительность) для более мягкой работы сервопривода при неблагоприятных условиях. При ручном управлении индикаторы прибора могут использоваться, для контроля курса.

Библиографические ссылки

1. Справочник радиолюбителя-конструктора. 3-е изд., пораб. и доп. М.: Радио и связь, 1983. 560 с.
2. Денисов В. Г.. Навигационное оборудование летательных аппаратов. М.: Оборонгиз, 1963.
3. Волынский Б. А., Зейн Е. Н., Шатерников В. Е. Электротехника. М.: Энергоиздат, 1987.

© Карпова Е. О., 2013

УДК 351.814.2; 656.7.08

Е. А. Лазарева

Научный руководитель – А. Р. Акзигитов

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКА ПРОТИВ ОБЛЕДЕНЕНИЯ ВОЗДУШНОГО СУДНА

Представлен метод повышения безопасности полетов путём устранения обледенения воздушного судна

Разрабатываемая система предназначена для борьбы с обледенением самолёта на земле и в воздухе. В данное время тратятся большие деньги на противообледенительные средства. Эта система очень сильно может сократить расходы так как она: во первых достаточно не дорога, а во вторых не требует дополнительных средств в эксплуатации. Образование льда на земле и в воздухе имеет различные механизмы. В воздухе переохлаждённая капля при ударе о поверхность ВС превращается в лёд, на земле тёплый воздух, контактируя с самолетом, выделяет конденсат, который оседает тонкой плёнкой на обшивке

и образовывается лёд. Задачу можно решить двумя способами:

1. Не дать осесть конденсату на обшивку.
2. Отколоть лёд от поверхности.

Объясним образование конденсата при помощи графика потенциальной энергии ϕ взаимодействия двух молекул, находящихся на расстоянии r друг от друга (рис. 1) здесь k - постоянная Больцмана.

Если это расстояние велико ($r \rightarrow \infty$) то энергия взаимодействия почти ноль - молекулы «не чувствуют друг друга». Но по мере сближения (r уменьшается) молекулы попадают на склон графика (например, в

точку r_1) и, как санки с горы, устремляются в потенциальную «яму», где Φ минимально. (Вспомним, что в поле тяготения Земли каждый предмет тоже пытается занять положение с наименьшей потенциальной энергией – в этом можно убедиться, например, столкнув карандаш со стола на стул, а со стула – на пол).

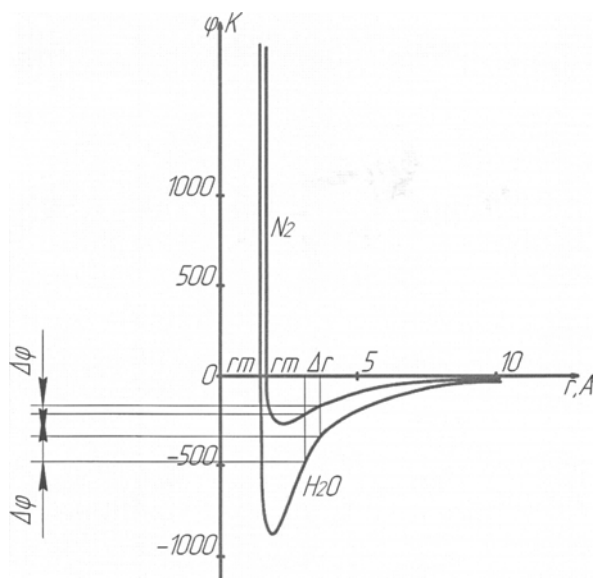


Рис. 1. Потенциальная энергия взаимодействия молекул воды и азота

Ту же мысль можно выразить в терминах сил взаимодействия. Известно, что чем круче гора, тем быстрее мчатся санки. Значит, сила взаимодействия (санок с Землёй или молекул друг с другом) зависит от крутизны склона, а эту крутизну можно охарактеризовать скоростью изменения потенциала при изменении расстояния [1]:

$$F = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta r}.$$

Здесь знак «минус» указывает, что сила направлена в сторону дна «ям» (уменьшения потенциала). Чем больше наклон кривой $\Phi(r)$, тем больше сила взаимодействия. Теперь понятно, что глубина потенциальной «ямы» тесно связана с удельной теплотой испарения (фазового перехода) L , а именно: $\Phi_{\min} \approx L$. Кстати, теперь в качестве масштаба силы можно ввести отношение глубины потенциальной ямы к характерному размеру молекулы r_m :

$$F \approx \frac{|\Phi_{\min}|}{r_m} \approx \frac{L}{r_m}$$

Для того чтобы начался процесс образования зародышей конденсации, газ должен стать довольно холодным, чтобы его молекулы двигались достаточно медленно, успевали сблизиться и отдавать третьему участнику избыток энергии (теплоты конденсации) вследствие чего образуется прочное соединение конденсата с обшивкой воздушного судна.

Наша система предназначена для предотвращения данной связи путем передачи кинетической энергии обшивке воздушного судна, вследствие чего возрастёт

скорость движения молекул обшивки, и они не будут успевать забрать кинетическую энергию молекул воды тем самым, предотвращая образование зародышей конденсации на поверхности обшивки воздушного судна. Нужно отметить, что лед все же будет образовываться, но на некотором расстоянии от обшивки воздушного судна.

Решая вторую задачу, следует учесть, что в обшивке, на которой будет находиться лед, звуковая волна распространяться не будет, но возрастут колебания на границе обледенения, что, возможно, приведет к откалыванию льда. Так как система до конца не исследована утверждать, что приставший лед будет откалываться, не можем, вследствие чего перспектива борьбы с обледенением, как рассматривается в первом случае, выглядит более успешной.

Описание принципа действия установки (рис. 2).

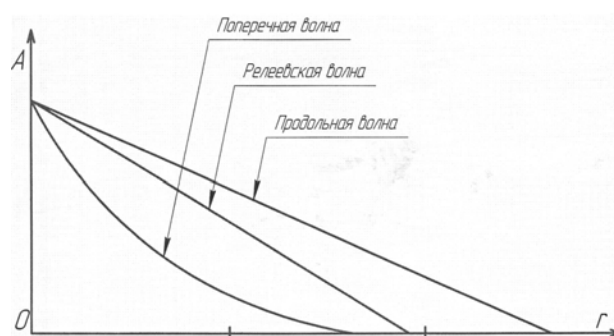


Рис. 2. Затухание различных волн в металле

В металле могут существовать три типа волн: продольные, поперечные и релевские.

Продольные волны затухают меньше всего, их и попытаемся создать в обшивке самолёта, а остальные уменьшить как можно сильнее.

Для этого нам необходимо поставить выключатель по направлению распространения волн.

Примечание: нужно учесть, что при большой мощности системы, может облупиться краска, или начать расслаиваться топливо, оба этих процесса не желательны, по этому нужно выбрать приемлемую номинальную мощность.

Таким образом ультразвуковая противообледенительная система должна содержать генератор, усилитель мощности и излучатель ультразвука.

Генератор вырабатывает переменный сигнал с частотой более 10 кГц. После чего сигнал, усиленный в усилителе мощности, подаётся на излучатель. Излучатель выполнен в виде пьезоэлемента, формирующего продольные волны, на который подаётся переменный ток.

Библиографическая ссылка

1. Агранат Б. А., Дубровин М. Н., Хавский Н. Н. и др. Основы физики и техники ультразвука. М.: Высш. шк., 1987. 352 с.

© Лазарева Е. А., 2013

И. А. Ларченко, Д. В. Линдт
 Научный руководитель – Л. Г. Феофанов
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

В СССР метрологическая служба ГА как единая структура была образована в 1978 году с принятием Положения о метрологической службе гражданской авиации, однако лаборатории измерительной техники на предприятиях ГА существовали и ранее. С 1978 года организовываются базовые поверочно-ремонтные лаборатории во всех территориальных управлениях ГА (при наиболее крупных предприятиях этих управлений). К середине 80-х годов XX века удалось охватить метрологическим обслуживанием практически все предприятия и организации гражданской авиации в полном объеме. С началом рыночных реформ и развалом единой системы гражданской авиации положение с авиационной метрологией начало ухудшаться. В 1995 году было введено Положение о метрологической службе гражданской авиации Российской Федерации, однако, при отсутствии финансирования, существенных улучшений не произошло. В настоящее время некоторые малые авиапредприятия и отдельные объекты Росаэронавигации в отдаленных районах страны не охвачены метрологическим обслуживанием полностью или частично.

Специальные средства измерений в авиации [1; 2]:

- Контрольно-проверочная аппаратура, применяемая при техническом обслуживании и ремонте авиационного и радиоэлектронного оборудования летательных аппаратов:
- КПА радиооборудования – комбинированные измерительные установки, технологические пульта, эквиваленты антенн, имитаторы радиомаяков, имитаторы наземных запросчиков-ответчиков и т. д. [3].
- КПА приборного оборудования;
- КПА электрооборудования;
- КПА автоматизированных бортовых систем управления;
- КПА средств объективного контроля летательных аппаратов.
- Средства неразрушающего контроля и диагностики ЛА – дефектоскопы, установки для анализа масел и т. д.
- Средства контроля взлетно-посадочной полосы аэродрома – средства измерения коэффициента сцепления и др.
- Специальные средства контроля, настройки, регулировки наземной аппаратуры радиосвязи, радиолокации, радионавигации и систем посадки;
- Радиовысотомер РВ-5 предназначен для непрерывного автоматического измерения истинной высоты полета самолета в любых метеоусловиях днем и ночью и выдачи экипажу:
 - визуальных данных о текущей высоте на стрелочный прибор;
 - звукового и светового сигналов о пролете самолета заранее установленной летчиком заданной высоты;

- светового сигнала об отказе радиовысотомера. Радиовысотомер обеспечивает:
 - возможность проверки исправности в режиме встроенного контроля;
 - автоматическое отключение электропитания при полете за пределами диапазона измеряемых высот и автоматическое включение электропитания радиовысотомера при снижении до этой высоты.

Все данные выдаются с заданной точностью только при горизонтальном полете самолета и при углах крена и тангажа не более 15°.

- Прибор КАСО-МЛ:

Служит для контроля основных параметров ответчика, работающего в режиме RBS, выявления неисправного блока как на самолете, так и в лаборатории АТБ (естественно для проверки ответчиков СО-70, СО-77).

КАСО-МЛ позволяет проверить:

- частоту ответного сигнала ответчика в режиме RBS;
- соответствие номера рейса, набранному на пульте управления шифратором ICAO в режиме RBS;
- наличие и время передачи импульса индивидуального опознавания;
- правильность информации о высоте;
- работоспособность трехимпульсной системы подавления запроса от боковых лепестков наземной РЛС;
- неисправный блок ответчика.

Из аппаратуры связи отметим радиостанцию Карат [2], рассчитанную для работы на верхней боковой полосе. Она обеспечивает бесперебойную связь на одной фиксированной частоте в диапазоне 1 600–2 850 кГц. В зависимости от местности и типа антенны при удалении от промышленных объектов, телефонных и высоковольтных линий радиостанция обеспечивает уверенную связь до 30 км.

Радиостанция выпускается в 2-х вариантах:

- Носимая радиостанция 10Р30Н-1 «Карат-2Н» имеет автономный блок питания – 8 элементов типа «373» напряжением от 10,8 до 13,8 В;
- Стационарная радиостанция 10Р30С «Карат-2С» имеет источник вторичного электропитания от сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц с выходным напряжением 12,6±0,4В потребляемой мощностью 16 Вт.

Библиографические ссылки

1. Давыдов П. С., Иванов П. А. Эксплуатация авиационного радиоэлектронного оборудования.: справочник. М. : Транспорт, 1990. 240 с.
2. Курзенков Г. Д. Основы метрологии в авиационной радиотехнике. М. : Изд. МАИ, 1990. 312 с.
3. Давыдов П. С., Иванов П. А. Эксплуатация авиационного оборудования. М. : Транспорт, 1990. 240 с.

© Ларченко И. А., Линдт Д. В., 2013

УДК 621.396.932.1

Ю. А. Макаренко
Научный руководитель – А. Р. Акзигитов
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗОНАНСНОГО МЕТОДА И СРЕДСТВА СЪЕМА ИНФОРМАЦИИ С ГИРОСКОПИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОРИЕНТАЦИИ И НАВИГАЦИИ

Проанализированы методы и средства съема информации навигационных параметров.

Для осуществления управляемого полета в приземном или космическом пространстве на борту летательного аппарата (ЛА) необходимо иметь системы ориентации и навигации, определяющие такие навигационные параметры, как курсовой угол (курс), углы крена, тангажа, величину и направление вектора скорости полета, направление на цель и расстояние.

В настоящее время практически не существует ЛА, ориентация и навигация которых осуществлялась бы без гироскопических приборов. Это объясняется тем, что при пилотировании и управлении ЛА на их борту необходимо с высокой точностью моделировать какие либо опорные (базовые) направления, принимаемые за начало отсчета, относительно которых определялось бы положение объекта. Такими направлениями могут быть, например, направление вертикали места, плоскости меридиана, главной ортодромии и др.

Реализация этих базовых направлений на неподвижном относительно Земли основании не представляет особых трудностей. Однако, эти так называемые простейшие указатели направлений мало пригодны для применения на подвижных объектах. Гироскопические приборы благодаря своим специфическим свойствам в большинстве случаев меньше подвержены внешним возмущениям и позволяют получать более достоверную информацию о параметрах движения ЛА.

Для выполнения автоматического полета по заданному маршруту и для решения других задач навигации необходима высокая точность выдачи текущего гироскопического курса полета. В связи с этим важное значение приобретает съём информации с гироскопических систем ориентации и навигации (ГСОиН). От того, с какой точностью производится автоматический съём информации гироскопического курса, зависит и точность счисления текущих координат места ЛА, точность полета по линии заданного пути, точность выхода на намеченный пункт маршрута. Требования к точности съема информации с ГСОиН в настоящее время возрастает в связи с появлением и разработкой имеющих дрейф 0.001 о/ч лазерных, с электростатическим подвесом и т. д. гироскопов для навигационных систем.

Насколько важна высокая точность измерения курса ГСОиН достаточно хорошо иллюстрирует следующий пример.

При поступлении на эксплуатацию самолета ИЛ-62, оборудованного курсовой системой ТКС-П с дрейфом гироскопов 0,5 о/ч и доплеровской системой с ошибкой измерения угла сноса над сушей 0.33°, ме-

тод ориентации курсовой системы на этом самолете обеспечивал точность 2.5°, что составляет на 600-километровой дистанции при полете от пункта маршрута А к Б отклонение 6×28 км. Метод ориентации КС на самолете ТУ-154 обеспечивал точность 0.25°, что позволило повысить точность навигации примерно в 3 раза при использовании аналогичного навигационного оборудования; в конце 600-километровой дистанции предельные значения отклонений составляли 4,7×8 км.

Значит, при повышении точности автономного счисления координат происходит сокращение траектории полета, что приводит к экономии летного времени. Проанализируем источники ошибок измерения путевого угла.

Показания курса выдерживаются основным и контрольным гироагрегатом и индицируются на независимых друг от друга указателях штурмана. Смысл такого построения заключается в следующем.

Перед полетом оба гироагрегата выставляют на одно и то же исходное значение гироскопического курса, которое, в общем случае, может не совпадать с истинным (магнитным) курсом ЛА. Эта операция (начальная выставка) обеспечивает привязку гироскопического курса к магнитному (истинному) меридиану, который определяется магнитным (истинным) путевым углом ортодромии МПУо, отсчитывается от меридиана места выставки до направления главной ортодромии.

Если направление ортодромии выбрано совпадающим с направлением меридиана в месте вылета, то начальный магнитный путевой угол ортодромии МПУо, отсчитанный от "начального" магнитного меридиана, при выставке курсовой системы равен нулю. Разность истинных путевых углов ортодромии при изменении долготы полета равна углу сходимости меридианов Е.

Выставку гироагрегатов, как правило, производят от истинного (начального) меридиана места выставки. Тогда при движении по выбранной ортодромии должен выдерживаться ортодромический курс (при отсутствии сноса), численно равный МПУо. В этом случае значение ортодромического курса (ОК) отличается от истинного курса (И К) летательного аппарата на величину Е. Сравнение измеренной в полете разности ОК и ПК с расчетной величиной Е позволяет контролировать точность гироскопического курса. После выставки основного и контрольного гироагрегатов на указателях системы устанавливаются одинаковые показания курса. В полете расхождение показаний курса по указателям штурмана на величину более 1° за

час означает (при равномерном прямолинейном полете), что гироскопы курсовой системы работают с завышенными уходами. Включать коррекцию по ортодромическому курсу в полете рекомендуется лишь при рассогласовании более 1° – 2° с астродатчиком и 2° – 3° с магнитным датчиком. Если обнаружатся чрезмерно большие ошибки (более 2–5 о/ч) от ухода гироскопа основного гироагрегата, которые могут быть вызваны какой-либо частичной неисправностью гироскопа, то основной гироскоп не корректируется, а потребители и основной указатель штурмана переключаются на контрольный гироагрегат.

Исследования по определению точности ориентации ГСО и Н в азимуте проводились на основе анализа источников ошибок измерения путевого угла (ПУ). Установлено, что погрешность при измерении путевого угла находится по формуле:

$$\Delta ПУ = \sqrt{\Delta \psi_H^2 + \left(\frac{\Delta \psi/t}{2}\right)^2 + \Delta a + \Delta b^2}$$

На основе эффекта Мессбауэра можно разработать устройство съема информации, которое позволяет существенно уменьшить дрейф гироскопа (что, в свою очередь, позволяет обеспечить высокую точность измерения курса) и обладает чрезвычайной чувствительностью измерений при изменении положения ЛА в пространстве.

Предлагаемое устройство съема информации, в отличие от традиционных датчиков съема (потенциометрических, емкостных, индуктивных и т. д.), имеют ряд преимуществ:

уменьшение зоны застоя, дрейфа и других вредных характеристик, воздействующих на рамки гироскопа для ГСОиН.

позволяет с чрезвычайной точностью осуществлять съем информации с ГСОиН, что имеет огромное значение для решения задач ориентации и навигации.

структура гамма-поля имеет высокую стабильность во времени;

высокая направленность и относительно небольшая дальность действия сводят к минимуму помехи соседних систем;

система обладает исключительно высокой надежностью, так как основная ее часть - источник излучения, почти абсолютно стабилен (излучает 5 лет), относительно дешев, а детектор потребляет малую мощность. Основным недостатком подобных устройств следует считать их радиационную опасность. Но выбранная нами активность источника (1-10-3 кюри) позволит удовлетворить требования радиационной безопасности при эксплуатации устройства без применения различных устройств защиты (экранов, коллиматоров и т.д.).

Указанный метод при определенных условиях может быть использован в датчиках съема информации по углам крена, тангажа, курса. Здесь существует два способа использования устройства:

- 1) точного измерителя в случае применения грубого и точного каналов;
- 2) автономного измерителя, что требует дополнительного исследования области применения эффекта Мессбауэра.

© Макаренко Ю. А., 2013

УДК 351.814.2; 656.7.08

А. С. Максимов, В. П. Худоногов.
 Научный руководитель – А. В. Кацура
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АНАЛИЗ КОНТРОЛЬНО-ПОВЕРОЧНОЙ АППАРАТУРЫ ДЛЯ СИСТЕМЫ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЗАКРЫЛКОВ

Рассматривается контрольно-проверочная аппаратура (КПА) для системы перемещения закрылков СПЗ-6 самолета ТУ-204-100.

Несмотря на систематическое повышение надежности элементной базы систем, тем не менее непрерывное возрастание объема и сложности авиационного оборудования является одной из главных причин появления случайных отказов в его системах. Поэтому сокращение длительности простоев авиационной техники может быть достигнуто уменьшением времени определения работоспособности объектов авиационного оборудования и поиска места отказа в них. Эта проблема может быть решена путем разработки и внедрения в эксплуатацию прогрессивных методов и средств контроля технического состояния АТ.

Контрольно-проверочная аппаратура, предназначенная для контроля и обслуживания бортовых сис-

тем без снятия их с воздушного судна, получила наибольшее распространение. Связано это с требованием сокращения затрат времени и средств на техническое обслуживание, а обеспечивается резко возросшими возможностями электроники и вычислительной техники [1].

Есть еще один аспект применения переносной КПА – контроль бортовой аппаратуры во внебазовом аэропорту, где отсутствует стационарная КПА или ее применение невозможно. При отказах бортовых систем эта аппаратура может помочь точно определить отказ или для принятия технически обоснованного решения на вылет до аэропорта базирования, что позволяет сократить простой ВС.



Функциональная схема устройства

Требования, предъявляемые к переносной КПА:
многофункциональность;

универсальность;

достаточная точность;

малый вес и габариты;

питание от бортовой сети через штатные разъемы или автономное;

Современные электродистанционные системы управления ВС представляют собой сложный комплекс взаимосвязанных устройств, проверка работоспособности которых требует значительных временных и трудозатрат [2].

Система перемещения закрылков СПЗ6 самолета ТУ-204-100 предназначена для управления закрылками на взлете и посадке и выдачи сигналов управления в систему перемещения предкрылков СПП6.

Система СПЗ6 является двухканальной электродистанционной релейно-следящей системой с цифровыми блоками управления, обеспечивающими управление в соответствии с заложенной в них программой, с рулевым приводом вращательного типа, приводящим в действие винтовые подъемники закрылков через механическую трансмиссию, и управление рулевым приводом вращательного типа системы СПП6, приводящим в действие винтовые подъемники предкрылков через механическую трансмиссию.

Для выполнения проверок работы системы используется пульт ПП-СЭУЗ 2 серия.

С помощью пульта ПП-СЭУЗ проверяются компоненты системы СПЗ, например: механизм концевых выключателей МКВ-45КС, блок управления тормозами закрылков БУТ-5, электронный блок управления системой 6Ц.261-01 и т. д, пульт подключается к ним через штепсельные разъемы установленные на блоках.

Причиной доработки послужили следующие недостатки КПА ПП-СЭУЗ 2 серии:

-дискретная информация о работе СПЗ выводится на 12 ламп, расположенных на передней панели пульта, для расшифровки их значений требуется специальная таблица;

– кроме того, на пульте отсутствует индикация положения закрылков;

– также для проведения некоторых проверок требуется подключение к пульту дополнительных устройств (например, цифрового вольтметра) для вычисления необходимой для настройки СПЗ информации.

С целью устранения этих недостатков разработан новый пульт (см. рисунок).

Функциональная схема устройства содержит источник аналоговых и дискретных сигналов системы СПЗ-6, приемник-преобразователь сигналов, микроконтроллер, соединенный с ЖК-экраном и пульт управления.

Значительному изменению подверглась эргономика нового устройства в сравнении с прежним. В данном случае, сигнализация о положении закрылков подается через 2 АЦП и индицируется на ЖК-экране, дискретная информация выводится в виде текстовых сообщений, что позволяет упростить процесс проверки СПЗ.

Были спроектированы функциональная, электрическая схема устройства, монтажная и печатная плата, а также разработана технология изготовления печатной платы.

Спроектированное устройство электрически безопасно и легко утилизируется.

Также разработаны мероприятия по охране труда и безопасности жизнедеятельности при работе с доработанным пультом.

Библиографические ссылки

1. Воробьев В. Г., Кузнецов С. В. Автоматическое управление полетом самолетов. М. : Транспорт. 1995. 448 с.

2. Бочкарев В. В., Крыжановский Г. А., Сухих Н. Н. Автоматизированное управление движением авиационного транспорта. М. : Транспорт. 1999. 319 с.

© Максимов А. С., Худоногов В. П., 2013

УДК 621.314

О. А. Москалева, О. А. Хохлов, М. В. Панкратов
 Научный руководитель – А. В. Манин
 Рыбинский государственный авиационный технический университет
 имени П. А. Соловьева, Рыбинск

ТРАНСФОРМАТОРНЫЙ ЭКВИВАЛЕНТ ТОКОПРОВОДЯЩИХ ПРОВОДОВ

Рассматривается взаимное влияние токопроводящих проводов, которое представляется в виде трансформаторного эквивалента. Вводятся функции для определения индуктивной связи проводов и параметров эквивалентного трансформатора.

Токопроводящие провода при подключении силового оборудования могут иметь различное пространственное расположение. Представляет интерес взаимного влияния проводов друг на друга. Чаще всего они представляют собой совокупность участков пространственных прямых, как это показано на рис. 1 на примере двух проводов P и Q , каждый из которых состоит из n отрезков прямых линий $\bar{p}_1, \bar{p}_2, \dots, \bar{p}_n$ и $\bar{q}_1, \bar{q}_2, \dots, \bar{q}_n$

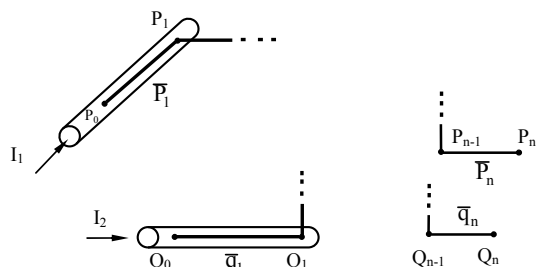


Рис. 1. Схема размещения токопроводящих проводов

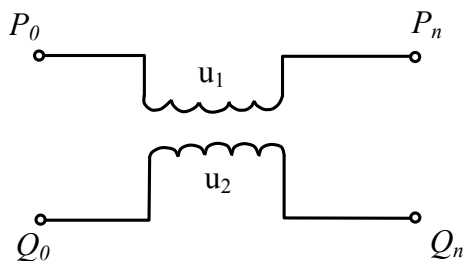


Рис. 2. Эквивалентная трансформаторная схема

Их индуктивная связь, характеризуемая индуктивностями L_P, L_Q и взаимной индуктивностью M , зависит от их формы и геометрических размеров. Количественная оценка параметров связи может быть осуществлена на основании соотношения

$$L_P = \frac{\mu_0}{4\pi} \oint_{l_P} \oint_{l_P} \frac{d\bar{l}_P d\bar{l}_P}{D_{PP}}, \quad L_Q = \frac{\mu_0}{4\pi} \oint_{l_Q} \oint_{l_Q} \frac{d\bar{l}_Q d\bar{l}_Q}{D_{QQ}},$$

$$M = \frac{\mu_0}{4\pi} \oint_{l_P} \oint_{l_Q} \frac{d\bar{l}_P d\bar{l}_Q}{D_{PQ}},$$

где $d\bar{l}_P$ – векторный элемент провода P ; $d\bar{l}_Q$ – векторный элемент провода Q , D_{PP}, D_{QQ}, D_{PQ} – расстояние между текущими точками этих элементов; μ_0 – магнитная проницаемость вакуума.

Известно, что для линейного трансформатора справедлива следующая система дифференциальных уравнений, записанных в матричной форме

$$\begin{pmatrix} L_P & M \\ M & L_Q \end{pmatrix} \frac{d}{dt} \begin{pmatrix} i_P \\ i_Q \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} r_P & 0 \\ 0 & r_Q \end{pmatrix} \begin{pmatrix} i_P \\ i_Q \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} e_P \\ e_Q \end{pmatrix},$$

где e_P, e_Q – ЭДС в обмотках; r_P, r_Q – сопротивления в цепях обмоток; i_P, i_Q – токи в обмотках;

$\begin{pmatrix} L_P & M \\ M & L_Q \end{pmatrix}$ – матрица индуктивной связи связана с магнитной проводимостью магнитопровода γ и числами витков обмоток w_P, w_Q следующим соотношением:

$$\begin{pmatrix} L_P & M \\ M & L_Q \end{pmatrix} = \gamma \begin{pmatrix} w_P^2 & w_P w_Q \\ w_P w_Q & w_Q^2 \end{pmatrix}.$$

В общем случае, токопроводящие провода могут быть включены в контуры цепей с известными ЭДС и можно говорить о формальном совпадении происходящих в них процессов с процессами в линейном трансформаторе и преобразования их к эквивалентной схеме, приведенной на рис. 2.

Условием эквивалентности выступает система уравнений

$$L_P = \gamma w_P^2,$$

$$L_Q = \gamma w_Q^2,$$

$$M = \gamma w_P w_Q.$$

Она эквивалентна следующей системе

$$\frac{L_P L_Q}{M} = \gamma,$$

$$w_P^2 = \frac{L_P}{\gamma} = \frac{L_P M}{L_P L_Q} = \frac{M}{L_Q},$$

$$w_Q^2 = \frac{L_Q}{\gamma} = \frac{L_Q M}{L_P L_Q} = \frac{M}{L_P}.$$

Решение системы позволяет определить параметры эквивалентного трансформатора

$$w_P = \sqrt{M/L_Q}, \quad w_Q = \sqrt{M/L_P}, \quad \gamma = \frac{L_P L_Q}{M}.$$

Таким образом, при анализе энергетической системы токопроводящие провода можно заменить эквивалентным трансформатором, параметры которого зависят от параметров их индуктивной связи. Изме-

нение размеров и положения отдельных участков проводов учитывается изменением параметров трансформатора.

Для практического использования полученных результатов разработаны две функции:

– функция определения индуктивной связи проводов $MP = \text{indsvp}(P, Q)$, входными параметрами которой являются матрица координат узлов первого провода P и матрица координат узлов второго провода Q , а откликом – матрица индуктивной связи

$$MP = \begin{pmatrix} L_P & M \\ M & L_Q \end{pmatrix}$$

– функция определения параметров эквивалентного трансформатора $W = \text{ekvtr}(MP)$, параметром которой является матрица индуктивной связи MP , а откликом – вектор параметров трансформатора $W = (w_Q \ w_Q \ \gamma)$.

Библиографическая ссылка

1. Семенова С. Э., Юдин В. В. *Вычисления в MATLAB: учеб. пособие. Рыбинск РГАТА, 2009. 144 с.*

© Москалева О. А., Хохлов О. А.,
Панкратов М. В., 2013

УДК 629.73.08; 629.7.004.67

Е. А. Мутовина, Д. И. Сотников
Научный руководитель – Н. В. Юрковец
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ГИСТЕРЕЗИСНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ, ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ, АСИНХРОННЫЙ И СИНХРОННЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ, ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Показаны принцип действия и особенности применения гистерезисных двигателей в авиационной аппаратуре. Отмечена их область использования, преимущества и недостатки.

Гистерезисным двигателем называют синхронный двигатель, вращающий момент которого создается за счет явления гистерезиса при перемагничивании ферромагнитного материала ротора [1].

Гистерезисный двигатель имеет статор обычной электрической машины переменного тока (как у асинхронного двигателя) с распределенной в пазах обмоткой. Ротор гистерезисного двигателя намагничивается под действием магнитного поля статора.

При синхронной частоте вращения ротор неподвижен относительно вращающегося магнитного поля статора и ось магнитного поля ротора отстает от оси поля статора на угол γ_r , вследствие чего возникают тангенциальные составляющие сил взаимодействия между ротором и статором и вращающий момент M_r .

Гистерезисный двигатель работает в двух режимах, один из них – асинхронный. В этом режиме ротор вращается с меньшей скоростью, чем поле статора ($\Omega < \Omega_0$). Полюса намагниченности ротора двигателя в этом режиме скользят относительно ротора. Материал ротора перемагничивается и в нем выделяются потери, пропорциональные скольжению.

По мере разгона скорость вращения ротора увеличивается и приближается к синхронной. Если момент нагрузки (номинальный момент) M_c будет меньше максимального синхронного момента $M_{c, \text{макс}}$ в момент достижения синхронной скорости вращения Ω_0 произойдет дальнейшее ускорение ротора. Угол γ_0 станет меньше $\gamma_{\text{макс}}$ и электромагнитный момент, развиваемый двигателем, уменьшится до уровня момента сопротивления M_c . Двигатель будет вращаться с син-

хронной скоростью. Таким образом, второй режим работы ГД – это синхронный режим. Скорость вращения ротора равна скорости вращения поля $\Omega = \Omega_0$. Скольжение равно 0, перемагничивание гистерезисного слоя отсутствует.

К недостаткам гистерезисных двигателей относятся повышенная стоимость из-за значительной стоимости магнитно-твердых сплавов и трудности их обработки, низкий коэффициент мощности и склонность к качаниям при резких изменениях нагрузки, большой технологический разброс характеристик двигателя, объясняющийся тем, что даже незначительные отклонения от установленного режима термической обработки ведут к значительным изменениям свойств магнитотвердых материалов.

Несмотря на все свои недостатки гистерезисные двигатели находят обширное применение благодаря тому, что обладают рядом ценных качеств. Они развивают большой пусковой момент $M_n = M_{ra}$. Ротор двигателя входит в синхронизм плавно, без рывков благодаря практически постоянному значению гистерезисного момента весь период разгона. Потребляемый двигателем ток незначительно (на 20–30 %) изменяется при изменении режима работы от пуска до холостого хода, что позволяет эффективно использовать гистерезисные двигатели в повторно-кратковременном режиме. Гистерезисные микродвигатели просты по конструкции и надежны в эксплуатации и имеют сравнительно большой КПД – до 60 %.

Области применения гистерезисных двигателей: приборный маломощный управляемый электропривод, групповой привод механизмов, гироскопические

системы. В авиации гистерезисные двигатели имеют применение в следящих системах, индикаторных и коммутационных устройствах (гироскопы, тахометры и др.).

Библиографические ссылки

1. Белов М. П., Новиков В. А., Рассудов Л. Н. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов. 3-е изд., испр. М.: Академия, 2007. 575 с.

© Мутовина Е. А., Сотников Д. И., 2013

УДК 656.7.022; 656.7.05

Л. В. Прусс, Н. В. Карлов
 Научный руководитель – В. М. Мусонов
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАЗРАБОТКА УЧЕБНОГО СТЕНДА ПО КАНАЛУ КУРСА СИСТЕМЫ ILS

Рассмотрен учебный стенд имитатора сигналов системы ILS.

Канал курса системы ILS. или с «опорным нулем» [1] содержит антенную систему, которая в пределах диаграммы направленности (ДН) $f_1(\varphi)$ (рис. 1) излучает амплитудно-модулированный сигнал АМС с частотами модуляции $F_1 = 90$ Гц и $F_2 = 150$ Гц:

$$e_1 = E_m f_1(\varphi) [(1 + m_1 \sin \Omega_1 t) + (1 + m_2 \sin \Omega_2 t)] \sin \omega_0 t.$$

В пределах ДН $f_2(\varphi)$ излучается балансно-модулированный сигнал (БМС) с теми же частотами модуляции, фазы которых в обоих лепестках ДН отличаются на 180° :

$$e_2 = E_m f_2(\varphi) [(1 + m_1 \sin \Omega_1 t) + (1 + m_2 \sin \Omega_2 t)] \sin \omega_0 t.$$

В результате сложения электромагнитных полей e_1 и e_2 создается результирующее высокочастотное поле с амплитудной модуляцией колебаниями F_1 и F_2 , спектры которых приведены на рисунке. Смещение ЛА относительно ЛК приводит к нарушению равенства глубин пространственной модуляции на частотах F_1 и F_2 .

Результирующее поле КРМ при $m_1 = m_2 = m$ и равенстве фаз токов, питающих антенны, имеет в дальней зоне амплитуду

$$E_p = 2E_m f_1(\varphi) (1 + M_1 \sin \Omega_1 t + M_2 \sin \Omega_2 t),$$

где $M_1 = 0,5m[1 + E_m f_2(\varphi) / E_m f_1(\varphi)]$; $M_2 = 0,5m [1 - E_m f_2(\varphi) / E_m f_1(\varphi)]$:

– коэффициенты глубины пространственной модуляции. Информативный параметр – разность глубин модуляции РГМ = $M_1 - M_2$ может принимать как положительные, так и отрицательные значения в зависимости от направления отклонения от линии курса. На линии курса значение РГМ равно нулю. В принимаемом сигнале выделяются модулирующие составляющие с частотой F_1 и F_2 , детектируются, и измеряется разность их амплитуд, которая пропорциональна РГМ.

Для изучения процессов, происходящих при формировании сигналов курсового радиомаяка и его обработки в курсовом приемнике, была создана исследовательская установка (рис. 2), которая моделирует сигналы с заданным значением РГМ.

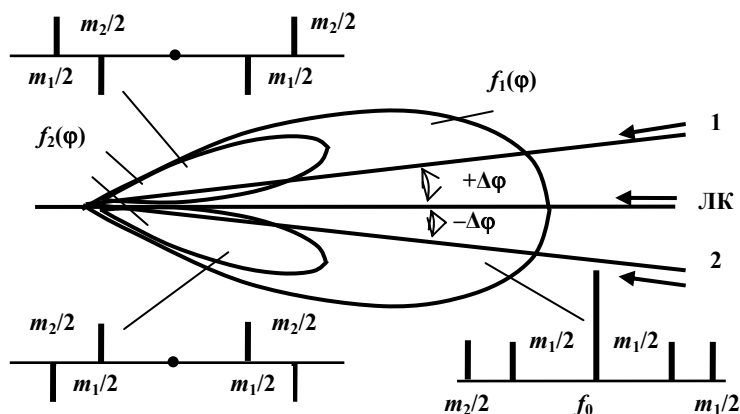


Рис. 1. Диаграмма направленности антенной системы КРМ ILS

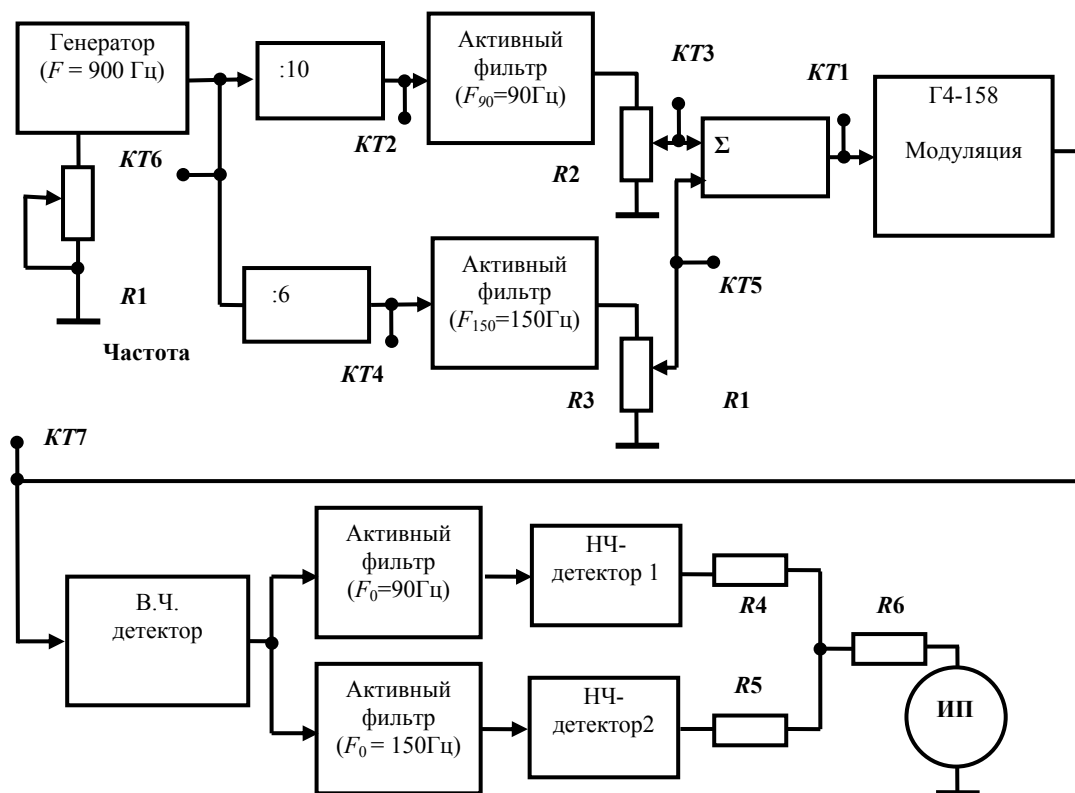


Рис. 2. Структурная схема выделения сигнала, пропорционального отклонению от линии курса, из выходного напряжения детектора курсового приемника

Формирование низкочастотных сигналов ILS производится от общего задающего генератора частотой 900 Гц, делителей частоты и активных полосовых фильтров (АПФ), настроенных на частоты 90 и 150 Гц. Амплитуды выходных напряжений АПФ регулируются потенциометрами $R2$ и $R3$, суммируются и подаются на модуляционный вход генератора Г4-158. Вторая часть установки моделирует бортовую аппаратуру ILS. Высокочастотный сигнал генератора детектируется и через АПФ поступает на выпрямительные схемы НЧ-детекторов. Выходные напряжения детекторов противоположных полярностей складываются на резисторах $R4$ и $R5$ и через резистор $R6$ поступают на измерительный прибор ИП.

Разработанный учебный стенд, имитирующий сигналы системы ILS, способствует более глубокому изучению работы бортовой аппаратуры системы посадки. Он позволяет наглядно наблюдать и измерять такие параметры сигналов как модуляция, детектиро-

вание и разность глубин модуляции, которая является информативным параметром системы ILS.

Исследуемые сигналы аналогичны сигналам, формируемым в стандартных имитаторах сигналов радиомаяков МИМ-66 и ЛИМ-70 и других, используемых для формирования специальных калиброванных сигналов системы ILS [2]. Понимание изучаемых процессов будет способствовать правильной эксплуатации этой аппаратуры.

Библиографические ссылки

1. *Авиационная радионавигация : справочник* / А. А. Сосновский, И. А. Хаймович, Э. А. Лутин, И. Б. Максимов / под ред. А. А. Сосновского. М. : Транспорт, 1990. 264 с.
2. *Давыдов П. С., Иванов П. А. Эксплуатация авиационного оборудования*. М. : Транспорт, 1990. 240 с.

© Прусс Л. В., Карлов Н. В., 2013

УДК 629.73.07

П. А. Росинский, В. П. Патриев
Научный руководитель – М. В. Тюпкин
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

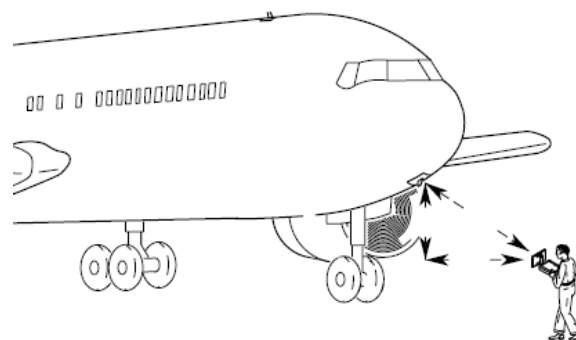
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА КОНТРОЛЬНО-ПРОВЕРОЧНОЙ АППАРАТУРЫ СИСТЕМЫ TCAS

Рассматривается аппаратура, спроектированная для проверки системы предотвращения столкновения воздушных судов в полете.

Система предупреждения столкновений TCAS используется для предотвращения столкновения воздушных судов и обеспечивает безопасность полётов [1]. Анализируя сигналы транспондеров, находящихся вблизи самолетов, TCAS может определить степень опасности каждого из них и формирует визуальный и звуковой сигнал-рекомендацию, помогая экипажу в принятии мер, предотвращающих столкновение. Проектируемая контрольно-проверочная аппаратура позволяет имитировать до 5 статических самолётов, находящихся в зелёной, желтой и красной зонах. Оператор КПА может запрограммировать скорость, высоту и удаление по каждому самолёту или воспользоваться одним из готовых тестовых сценариев, сохраненных в ПЗУ устройства. Тестовый сигнал на борт воздушного судна передается по радиоканалу на частоте 1030 МГц [2]. По реакции бортового оборудования на тестовый сигнал принимается решение о работоспособности TCAS.

В результате проделанной работы была разработана и спроектирована контрольно-проверочная аппаратура, которая позволяет формировать запросные сигналы частотой 1030 МГц бортовым системам TCAS, ответные сигналы в режиме S частотой 1090 МГц. Аппаратура позволяет проверять работоспособность системы TCAS в сжатые сроки и без применения какой-либо специализированной аппаратуры. Был разработан алгоритм проверки системы предупреждения

столкновений в воздухе, а также проведены расчёты некоторых функциональных элементов схемы



Тестирование нижней антенны

Библиографические ссылки

1. Липин А. В., Олянюк П. В. Бортовые системы предотвращения столкновений воздушных судов : учеб. пособие. СПб. : Академия ГА, 1999.
2. Сосновский А. А., Хаймович И. А. Радиоэлектронное оборудование летательных аппаратов : справочник. М. : Транспорт, 1987.

© Росинский П. А., Патриев В. П., 2013

УДК 351.814.2; 656.7.08

М. Г. Савина, Н. В. Карлов
Научный руководитель – В. М. Мусонов
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ И ОТКАЗОВ РАДИОВЫСОТОМЕРА

Представлен анализ структурной схемы и отказов радиовысотомеров на примере частотных РВ. Обозначена модель объектов диагностирования.

Радиовысотомеры (РВ) предназначены для измерения истинной высоты полета летательного аппарата. Они относятся к классу автономных радионавигационных установок, так как для образования канала измерения не требуется дополнительного наземного оборудования.

Для измерения высоты используются частотный и импульсный методы. В зависимости от максимальной

измеряемой высоты различают РВ малых и больших высот.

Частотный метод определения высоты основан на частотной модуляции (ЧМ) излучаемых колебаний. Радиовысотомеры, в основе которых лежит данный метод, требуют применения отдельной передающей и приемной антенны и обладают ограниченной высотой.

Сбои в работе частотных РВ приводят к непоправимым, трагичным последствиям:

– 25 февраля 2009 года самолёт Боинг-737 авиакомпании «Turkish Airlines», при небольшом тумане потерпел крушение при заходе на посадку в амстердамском аэропорту Скинхол. На борту находилось 127 пассажиров и 7 членов экипажа.

– 22 марта 2010 года при заходе на посадку в аэропорту Домодедово, произошло авиационное происшествие с самолетом Ту-204 RA-64011 авиакомпании «Авиастар-Ту». Воздушное судно разрушено, находившиеся на борту 8 членов экипажа получили травмы различной степени тяжести. Пассажиры на борту не было.

– 25 декабря 2012 года под Чимкентом потерпел крушение военно-транспортный самолет АН-72 пограничной службы, все 27 человек, среди которых члены экипажа и пассажиры погибли.

Приведенные авиационные происшествия и катастрофы, являются следствием сочетания многих неблагоприятных факторов, но в каждом примере были отмечены нестабильная работа и отказ радиовысотомеров.

Для решения диагностической задачи радиовысотомера применяют логическую модель, так как она отличается наглядностью и простотой построения.

Исходной информацией, на основе которой строится модель, могут служить:

- причинно-следственные связи между параметрами объекта и выходными реакциями;
- структурные, функциональные и принципиальные схемы;
- алгебраические и дифференциальные уравнения, связывающие входные и выходные координаты объекта [1].

Рассмотрим структурную схему радиовысотомера (рис. 1).

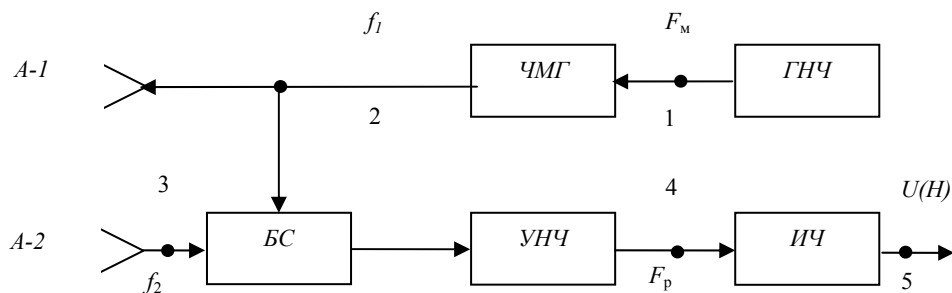


Рис. 1 Структурная схема частотного РВ

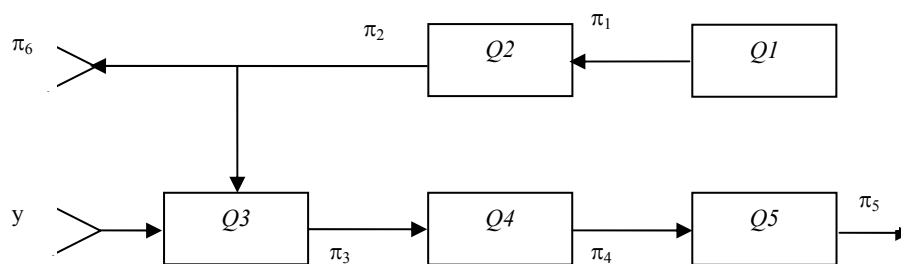


Рис. 2 Логическая модель частотного РВ

Генератор ГНЧ вырабатывает низкочастотное напряжение (частота F_m порядка сотен Гц). Это напряжение управляет частотой сигнала, формируемого генератором ЧМГ и излучаемого антенной А-1 (рис. 1). Отраженный сигнал с антенны А-2 поступает на балансный смеситель БС, куда также подается часть излучаемого сигнала.

Использование БС позволяет подавить паразитную АМ опорного сигнала, поступающего от передатчика РВ. Запаздывание отраженного сигнала на время t_n приводит к отличию мгновенных частот f_1 и f_2 , F_p – разностная частота [2].

Структурная схема частотного РВ является базой для логической модели. Анализируя каждый блок схемы с его внешними воздействиями и выходными реакциями, на основе функциональной схемы РВ строим логическую модель объекта диагностирования (рис. 2). Для параметров входов и выходов всех блоков схемы устанавливаем области их допустимых значений.

По совокупности проверок получают таблицы состояния. В каждой строке стоит единица или нуль.

Итак, данная модель позволяет решить следующие задачи диагностирования:

- определение работоспособности РВ,
- поиск возникшего дефекта.

Недостаток логической модели заключается в том, что данный метод не позволяет различать дефекты блоков, охваченных обратной связью, так как появление недопустимой реакции на выходе любого блока контура обратной связи приводит к появлению недопустимых реакций на выходах всех остальных блоков, входящих в этот контур. Решение такого рода задач диагностирования требует привлечение более сложных аналитических моделей для отдельных частей и блоков, описывающих объект более точно, чем модели логического типа.

Библиографические ссылки

1. Воробьев В. Г., Константинов В. Д. Надежность и техническая диагностика авиационного оборудования : учебник. М. : МГТУ ГА, 2010. 448 с.
2. Авиационная радионавигация : справочник / А. А. Сосновский, И. А. Хаймович, Э. А. Лутин, И. Б.

Максимов ; под ред. А. А. Сосновского. М. : Транспорт, 1990. 264 с.

© Савина М. Г., Карлов Н. В., 2013

УДК 351.814.2; 656.7.08

И. В. Сазыкин, В. Н. Гейман
Научный руководитель – В. М. Мусонов
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА НАДЕЖНОСТИ МЕТЕОНАВИГАЦИОННОЙ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ «БУРАН»

Рассмотрены вопросы технической диагностики метеонавигационного радиолокатора 1-го класса «Буран-85». Показаны основные направления повышения надежности на этапе проектирования, производства и эксплуатации.

Метеонавигационный радиолокатор «Буран-85» – МНР 1-го класса с цифровой обработкой сигналов служит датчиком информации для многофункциональной системы электронной индикации (СЭИ), основанной на многоцветных индикаторах телевизионного типа. В состав МНР входят антенные блоки БА РЛ и БА РМО, предназначенные соответственно для работы с сигналами МНР и ответными сигналами радиомаяков-ответчиков (РМО), приемопередатчик ПП и пульт управления ПУ. Для управления МНР служит узел УУ, который через устройство ввода/вывода УВВ связан со специализированной вычислительной машиной СЦВМ, устройством преобразования сигналов УПС и пультом управления ПУ [1].

Основные режимы МНР: «Земля», «Метео», «РМО», «РМО–Земля», «РМО–Метео», «Снос» и «Контроль».

Режим «Земля» предназначен для получения радиолокационной карты местности при разрешающей способности до 150 м с использованием подрежимов «Сектор», «Программный обзор», «Автомат», «Микроплан» и «Стабилизация».

Режим «Метео» осуществляется в одном из подрежимов «Сектор» с обязательной стабилизацией плоскости сканирования антенны (подрезим «Стабилизация»).

Режим «РМО» предназначен для определения координат радиомаяков-ответчиков при работе МНР с горизонтально поляризованным сигналом в одном из подрежимов, используемых в режиме «Земля».

Режимы «РМО–Земля» и «РМО–Метео» – совмещенные. В первом из них чередуются режимы «Земля» и «РМО», а во втором – «Метео» и «РМО». Режим «Снос» отличается тем, что управление положением ДН по азимуту при определении угла сноса осуществляется по командам, которые содержат данные о курсовом угле.

Надежность – это свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выпол-

нять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования [2].

Надежность является сложным свойством, которое в зависимости от назначения и условий применения объекта состоит из сочетания свойств безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости.

Основные методы повышения надежности на этапе проектирования и производства включают следующее:

1. Применение высоконадежных комплектующих элементов. Для выполнения этого проводят либо выборочную, либо полную предварительную проверку и испытание элементов в условиях, приближенных к условиям эксплуатации АТ.

2. Проектирование возможно более простой аппаратуры, применение известных ранее и хорошо себя зарекомендовавших блоков, узлов и схемных решений.

3. Снижение возможных перегрузок в работе аппаратуры от изменения температуры, вибраций, повышенных питающих напряжений, электромагнитных полей.

4. Автоматизацию проектирования, при которой оптимизируется конструкция объекта с учетом требований стандартов и исключаются конструкционные ошибки при переносе информации на технологическую и производственную базу.

5. Резервирование особо ответственных узлов, блоков, операций в программном обеспечении.

Методы повышения надежности на этапе эксплуатации включают следующее:

1. Доработку аппаратуры на основе опыта эксплуатации и связи эксплуатанта с разработчиком и производителем.

2. Снижение нагрузок действующих на аппаратуру, улучшение условий работы и хранения.

3. Совершенствование технологических процессов работы и обслуживания.

4. Повышение квалификации обслуживающего персонала.

5. Выполнение всех плановых профилактических мероприятий.

6. Внедрение современных средств контроля.

7. Прогнозирование надежности и анализ статистики отказов.

8. Совершенствование организации труда у эксплуатанта аппаратуры.

Вопросы тестовой проверки аппаратуры МНР можно рассмотреть на примере метеонавигационного радиолокатора ВС BOEING-767. На нем для повышения надежности приемопередающее устройство резервируется, а в антенном тракте устанавливается волноводный переключатель, подключающий рабочий комплект [3]. Для обеспечения сканирования антенны в заданной плоскости от инерциальной опорной системы поступают данные об углах крена и тангажа. Для контроля работы аппаратуры используется тестовая информация, которая в цифровой форме в стандарте ARINC-453 поступает на МНР и преобразуется в растровый видеоформат. Полученный видеосигнал отображается на электронном навигационном

устройстве ЭНУ. Таким образом, проверка системы производится в режиме TEST, при которой на ЭНУ отображается тестовый шаблон.

Сложность технической диагностики надежности метеонавигационного радиолокатора «Буран-85» обусловлена его аппаратурной сложностью и большим количеством рабочих режимов и подрежимов, в которых должна выполняться проверка. В случае отказа одного из комплектов приемопередатчика его техническая диагностика и ремонт производятся в специализированных лабораториях.

Библиографические ссылки

1. Сосновский А. А. *Авиационная радионавигация*. М.: Транспорт, 1990.

2. Воробьев В. Г., Константинов В. Д. *Надежность и техническая диагностика авиационного оборудования*. М.: МГТУГА, 2010.

3. Тюпкин М. В. *Бортвые навигационные системы и аппаратура связи воздушного судна BOEING-767*.

© Сазыкин И. В., Гейман В. Н., 2013

УДК 669.713.7

Н. В. Семенова, М. А. Шнайдер
 Научный руководитель – Л. Г. Феофанов
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МЕТРОЛОГИЯ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТА ВС

Авиационная метрология – раздел прикладной и законодательной метрологии, занимающийся обеспечением единства измерений в авиации и метрологическим надзором, направленным на повышение качества предоставляемых работ и услуг, обеспечение безопасности полетов. Повышение безопасности полётов в гражданской авиации (ГА) является важнейшей проблемой разработчиков воздушных судов, эксплуатантов воздушного транспорта и системы организации воздушного движения.

Безопасность всего полета зависит не только от действий экипажа самолета, но и в значительной степени от разработчиков и специалистов ремонтно-технической службы.

Задачи авиационной метрологии

1. Обеспечение единства и требуемой точности измерений при создании, эксплуатации и ремонте авиационной техники (АТ) и средств наземного обслуживания (СНО);

2. Определение основных направлений деятельности и выполнение работ по метрологическому обеспечению исследований, испытаний, эксплуатации и ремонта АТ и СНО;

3. Создание эталонов единиц величин и внедрение средств измерений и специальных средств измерений, применяемых для контроля параметров АТ и СНО в процессе эксплуатации и ремонта;

4. Осуществление метрологического контроля путем поверки и калибровки средств измерений, проверки своевременности представления их на поверку (калибровку);

5. Осуществление надзора за состоянием и применением средств измерений, аттестованными методами выполнения измерений, эталонами единиц величин, применяемыми для поверки (калибровки) средств измерений, соблюдением метрологических правил и норм, нормативных документов по обеспечению единства измерений.

Особенности метрологии в авиации

1. Непосредственная связь с обеспечением безопасности полетов.

2. Обслуживание, кроме средств измерений общего назначения, широкого спектра специальных отраслевых средств.

Средства и методы измерений, применяемые при технической эксплуатации наземных систем и средств УВД, навигации, посадки и связи [1]. При технической эксплуатации наземных систем и средств УВД, навигации, посадки и связи применяются:

а) средства измерений, изготовленные промышленностью или поставленные по импорту и подлежащие государственной аттестации, метрологическому контролю и надзору;

б) специальные средства измерений, подлежащие ведомственному контролю и надзору;

в) методы измерений и контроля, регламентируемые государственными стандартами и стандартами отрасли, приведенные в эксплуатационной документации на средства РТОС и изложенные в разработанных промышленностью или предприятиями гражданской авиации методиках выполнения измерений, аттестованных в соответствии с ГОСТ Р 8.563.

По специальному техническому регламенту «Об обеспечении безопасности авиационной техники при ее разработке, производстве, ремонте и испытаниях» можно выделить следующие требования для улучшения безопасности полета:

- При разработке авиационной техники должны быть выявлены возможные виды опасностей, угрожающих человеку, имуществу физических или юридических лиц, государственному и муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни и здоровью животных и растений, которые могут возникнуть на всех стадиях ее жизненного цикла. Должно быть задано и обеспечено подтверждение их допустимых уровней, а также должны быть предусмотрены меры по однозначной идентификации объектов технического регулирования.

- При подготовке ремонтного производства должно быть обеспечено выполнение всех требований, установленных (типовой) конструкцией, эксплуатационной и ремонтной (конструкторской и тех-

нологической) документацией к процессам ремонта. Должны быть выявлены возможные несоответствия, ошибки и отклонения, препятствующие выполнению указанных требований в полном объеме, и разработаны меры по устранению или снижению уровня их влияния на безопасность.

- Метрологическое обеспечение работ должно осуществляться с соблюдением действующих стандартов [2]. Средства ремонта, контроля и испытаний должны соответствовать нормам, установленным в технической и технологической документации, быть аттестованы и подвергаться периодическим поверкам, калибровке, обслуживанию, ремонту и хранению согласно утвержденным правилам.

Библиографические ссылки

1. Смуров М. Ю. Обеспечение безопасности полетов воздушных судов на этапах взлета и посадки в условиях неопределенности информации о внешних возмущениях : диссертация, 2004.

2. Метрологическое обеспечение технической эксплуатации наземных систем и средств УВД, навигации, посадки и связи // Федеральная авиационная служба России, М., 1999.

© Семенова Н. В., Шнайдер М. А., 2013

УДК 656.7.072/.073

Д. Е. Строков, В. В. Киселев
 Научный руководитель – А. В. Кацура
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАНСПОЛЯРНЫХ ВОЗДУШНЫХ ТРАСС

Показаны преимущества использования трансполярных маршрутов и особенности их выполнения.

Идея использования воздушного пространства России для выполнения спрямленных полетов из Азии в Северную Америку в последние годы широко обсуждается в отечественной и мировой печати. Она получила одобрение авиакомпаний и таких международных организаций, как ICAO и IATA и российско-американской группы по организации воздушного движения RACGAT. Отечественные авиационные власти также поддержали эту идею, увидев в ней реальный источник средств для модернизации устаревшей системы УВД страны.

Авторами данной работы были проанализированы технические и экономические особенности трансполярных воздушных путей, их преимущества и недостатки. Преимущества использования трансполярных маршрутов заключаются в следующем:

- сокращение протяженности маршрута и времени полёта;
- уход от встречных ветров (в приполярных районах ветров практически нет или они слабы);
- уход с перегруженных до предела ныне используемых трасс.

Трансполярные перелеты [1] имеют некоторые особенности, касающиеся технической эксплуатации летательных аппаратов (ЛА):

1. Летная и техническая эксплуатация ЛА в условиях низких температур имеют ряд особенностей. В этих условиях возникают специфические неисправности и отказы, вызывающие дополнительный простой ЛА, нарушающие регулярность полетов и создающие предпосылки к авиационным происшествиям. Причинами многих отказов и неисправностей является попадание снега и образование льда в узлах крепления, воздухозаборниках и других системах и агрегатах, обледенение летательных аппаратов.

2. На субавроральных радиоперелиниях [2; 3] наблюдаются нарушения радиосвязи в виду вхождения радиоперелиний в область главного ионосферного провала, где ионизация мала для обеспечения отражения радиоволн КВ-диапазона.

3. Невидимость ГСО для спутниковой связи.

Что дает России открытие трансполярных воздушных трасс?

1. Развитие бизнеса, привлечение инвестиций, расширение торговли, туризма, развитие инфраструктуры сибирских регионов.

2. Возможность выхода российских авиакомпаний в любую точку мира.

3. Привлечение дополнительного потока воздушных судов иностранных авиакомпаний к использованию российского воздушного пространства и, соответственно, увеличение объема сборов за аэронавигационные услуги, предоставляемые системой ОВД России.

4. Увеличение возможностей для расширений географии полетов российских авиакомпаний при заключении соответствующих соглашений.

5. Российские авиакомпании, имеющие более низкие ставки аэронавигационных сборов, чем иностранные авиакомпании, находятся по сравнению с ними в более выгодных условиях при перелете через воздушное пространство Российской Федерации.

6. Интенсификация развития системы организации воздушного движения в северных регионах России с привлечением дополнительных источников финансирования на модернизацию и техническое оснащение центров УВД.

Для развития трансполярных трасс необходимо решить три проблемы:

– для непрерывного наблюдения и управления воздушным движением в высоких широтах, включая Северный полюс обеспечить ЛА постоянной радиосвязью в периоды магнитных и ионосферных возмущений так, как используемые спутниковые системы связи не решают эти задачи;

– для обеспечения безопасности самолетовождения в высоких широтах необходимо на ЛА и аэродромах в акватории Северного ледовитого океана установить высокоточные системы навигации и посадки, которые не подвержены влиянию ионосферных, тропосферных неоднородностей и неоднородностей подстилающей поверхности;

– для поиска и спасения ЛА терпящих бедствие в акватории Северного ледовитого океана необходимо в высоких широтах иметь эскадрилью ЛА оборудованных современными радиотехническими системами способными оперативно осуществлять поиски ЛА терпящих бедствие.

Библиографические ссылки

1. Борсоев В. А., Гребенников А. В., Коротков А. Г. и др. *Результаты испытаний навигационной аппаратуры и средств радиосвязи на трансполярных трассах // САКС-2001 : материалы Междунар. науч.-практ. конф. ; САА. Красноярск, 2001. Ч. 1. С. 9.*

2. Смирнов В. Ф., Борсоев В. А., Новиков В. С. и др. *К проблеме надежности связи в высоких широтах // САКС-2001 : материалы Междунар. науч.-практ. конф. ; САА. Красноярск, 2001. Ч. 4. С. 47–57.*

3. Бондаренко В. Г. *Особенности технического обслуживания воздушных судов в условиях низких температур // САКС-2001 : материалы Междунар. науч.-практ. конф. ; САА. Красноярск, 2001. Ч. 4. С. 72–76.*

© Строков Д. Е., Киселев В. В., 2013

УДК 656

Н. В. Тушина

Научный руководитель – Н. В. Юрковец

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МИКРОМАШИНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ БЕСКОЛЛЕКТОРНЫХ МАШИН ПОСТОЯННОГО ТОКА

Электрическая машина – основной преобразователь механической энергии в электрическую и электрической в механическую.

Электрические машины могут преобразовывать механическую энергию в электрическую (генераторы), электрическую – в механическую (двигатели), электрическую энергию – в электрическую другого рода тока, частоты или напряжения (преобразователи), а также электрическую энергию переменного тока одного напряжения – в другое (трансформаторы). Кроме того, существуют электрические машины, которые усиливают передаваемые электрические сигналы малой мощности до весьма значительных мощностей, что позволяет малыми сигналами на входе производить регулирование больших мощностей на выходе (электромашинные и магнитные усилители). Имеются электрические машины, которые преобразуют электрический сигнал в заданное механическое вращение или поворот вала (исполнительные двигатели автоматиче-

ских устройств), механическое вращение в электрический сигнал (тахогенераторы), механический угол поворота вала в электрический сигнал (поворотные трансформаторы), а также служат для одновременного поворота или вращения двух или нескольких механически не связанных между собой осей (сельсины).

По роду тока электрические машины разделяются на машины постоянного и переменного тока.

Машины постоянного тока используются как двигатели, электромашинные усилители, тахогенераторы, генераторы и преобразователи напряжения постоянного тока. Двигатели постоянного тока обычно предназначаются для приводов, требующих широкого диапазона регулирования скорости вращения. Двигатели постоянного тока малой мощности часто применяются в системах автоматического регулирования в качестве исполнительных двигателей.

К машинам переменного тока относятся синхронные и асинхронные машины, трансформаторы и кол-

латорные двигатели и преобразователи переменного тока.

Синхронные машины ранее использовались главным образом как генераторы переменного тока и компенсаторы реактивной мощности. В настоящее время они находят применение в качестве двигателей самых разнообразных мощностей. Большое распространение имеют синхронные двигатели малых мощностей в схемах, требующих постоянной скорости вращения.

Первыми электрическими машинами были машины постоянного тока. Однако изобретенные М. О. Доливо-Добровольским асинхронные двигатели оказались проще, дешевле и надежнее в работе, поэтому асинхронные двигатели получили преимущественное распространение.

Двигатели постоянного тока имеют ряд преимуществ, благодаря которым они сохранили свое значение в автоматике, некоторых областях промышленности и на транспорте. Основным достоинством этих двигателей является возможность плавного и экономичного регулирования скорости вращения в широких пределах. Микромашины постоянного тока широко используются в системах автоматики в качестве исполнительных двигателей, двигателей для привода лентопротяжных самозаписывающих механизмов, в качестве тахогенераторов и электромашинных усилителей. Двигатели постоянного тока находят применение на транспорте, для привода металлургических станков, в крановых, подъемно-транспортных и других механизмах. Генераторы постоянного тока применяются главным образом для питания радиостанций, двигателей постоянного тока, зарядки аккумуляторных батарей, сварки, электрохимических низковольтных установок.

Вентильный электродвигатель – это синхронный двигатель, основанный на принципе частотного регулирования с самосинхронизацией, суть которого заключается в управлении вектором магнитного поля статора в зависимости от положения ротора. Вентильные двигатели (в англоязычной литературе BLDC или PMSM) ещё называют бесколлекторными двигателями постоянного тока, потому что контроллер такого двигателя обычно питается от постоянного напряжения.

В последнее время, этот тип двигателей быстро приобретает популярность, проникая во многие отрасли промышленности. Находит применение в различных сферах использования: от бытовых приборов до рельсового транспорта.

Вентильный электродвигатель с электронными системами управления часто объединяют в себе лучшие качества бесконтактных двигателей и двигателей постоянного тока.

Достоинства:

- высокое быстродействие и динамика, точность позиционирования;
- широкий диапазон изменения частоты вращения;
- бесконтактность и отсутствие узлов, требующих техобслуживания — бесколлекторная машина;
- возможность использования во взрывоопасной и агрессивной среде;
- большая перегрузочная способность по моменту;
- высокие энергетические показатели (КПД более 90 % и $\cos\phi$ более 0,95);
- большой срок службы, высокая надёжность и повышенный ресурс работы за счёт отсутствия скользящих электрических контактов;
- низкий перегрев электродвигателя, при работе в режимах с возможными перегрузками.

Недостатки:

- относительно сложная система управления двигателем;
- высокая стоимость двигателя, обусловленная использованием дорогостоящих постоянных магнитов в конструкции ротора.

Из-за неразвитости электроники по-прежнему во многих случаях рациональным оказывается применение асинхронного двигателя с преобразователем частоты.

Трёхфазные бесколлекторные электродвигатели постоянного тока обеспечивают превосходные характеристики, как при управлении с датчиками положения, так и без них.

Управление с датчиками используется, если момент сопротивления неизвестен или варьируется, а также, если необходимо достичь большого пускового момента.

Управление без датчиков, как правило, используется в вентиляторах, где позволяет избавиться от применения датчиков Холла и исключить проводные связи с ними.

Типичные сферы применения:

- электропривод;
- холодильное/морозильное оборудование (компрессоры);
- системы нагрева, вентиляции и кондиционирования воздуха (например, вентиляторы).

Несмотря на недостатки, электрические микромашины постоянного и переменного тока занимают значительное место в автоматических системах управления и регулирования счетно-решающих и гироскопических устройствах, бытовых приборах. Генераторы являются основными источниками электроэнергии на самолете.

© Тушина Н. В., 2013

УДК 656.7.022; 656.7.05

Г. В. Шкляев, В. П. Худоногов
 Научный руководитель – В. М. Мусонов
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОРГАНИЗАЦИЯ ВОЗДУШНОГО ДВИЖЕНИЯ В РАМКАХ CNS/ATM

Безопасность и эффективность полетов воздушных судов обеспечивается системами организации воздушного движения. Составными частями этих систем, выполняющими основные функции, являются связь, навигация, наблюдение.

В начале 1980-х годов ИКАО признало, что возможности существующих аэронавигационных систем ограничены. В 1983 году в ИКАО был создан Специальный комитет по будущим аэронавигационным системам (FANS) [1]. Комитету было поручено, изучить, определить и оценить перспективные аэронавигационные технологии и выработать рекомендации по развитию аэронавигации на 25 лет. Связь осуществляет обмен информацией между воздушными судами и наземными службами.

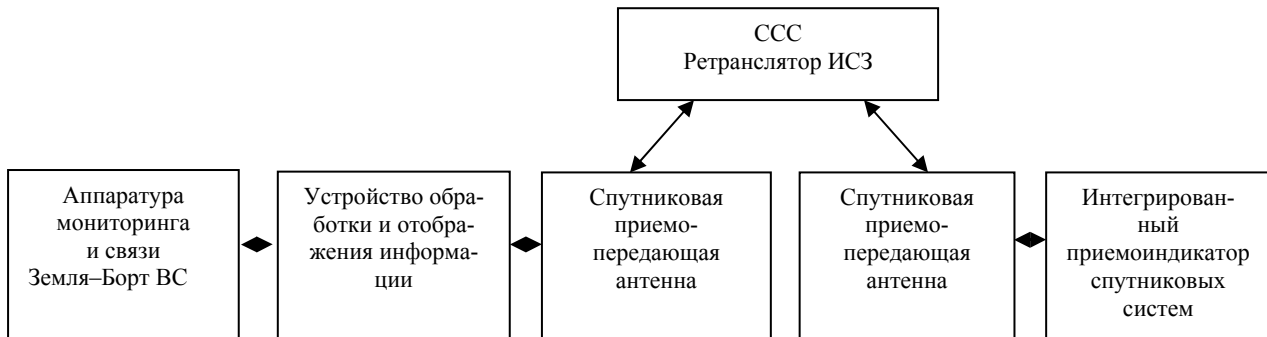
Системы навигации предназначены для обеспечения воздушных судов необходимой информацией о местоположении воздушного судна. Системы наблюдения обеспечивают наземные службы, в частности диспетчеров УВД необходимой информацией о местоположении воздушных судов, находящихся в зоне их ответственности.

ИКАО рассматривает связь, навигацию и наблюдение как основные функции для обеспечения систем организации воздушного движения.

В современной интерпретации, глобальная система с функциями связи, навигации и наблюдения, в организации воздушного движения определяется как система CNS/ATM.

Комитет FANS, изучив существующие системы с функциями CNS/ATM, пришел к выводу, что радионавигационные системы рубежа XX–XXI века могут преодолеть ограничения существующих систем только с использованием принципиально новых концепций и систем CNS, а единственным оптимальным вариантом, на базе которого могут быть реализованы новые системы, являются спутниковые технологии.

Для решения этой проблемы мною был разработан проект создания автоматической спутниковой многофункциональной навигационной системы.



Структурная схема системы передачи данных

Упрощенный вариант структурной схемы работы системы передачи данных приведен на рисунке. Рассмотрим принцип работы системы.

Приемник-индикатор по типу авиационного GPS-навигатора посредством порта RS-232 соединен с цифровым модемом, через который осуществляется обмен информацией с сервером по спутниковым каналам связи. Сервер представляет собой компьютер с программой обработки данных и установленной точной картой рельефа местности и возвышающихся объектов. На сервере фиксируется и обрабатывается информация о положении всех воздушных судов, оснащенных данной системой. Происходит определение высоты и траектории движения воздушных судов. После чего сервер передает информацию о расположении воздушным судам, находящимся поблизости, и предупреждении о

возможных наложениях маршрутов и критических сближениях на приемник-индикатор пользователя. Одновременно система может выдавать предупреждения о критической высоте и уходе с глиссады в режиме посадки. При необходимости сервер может передавать и другую информацию, например, метеобстановку или ограничения полетов на отдельных участках трассы полета. В штатном режиме информация о ВС может передаваться с периодичностью раз в 5 с. В режиме посадки требуется более высокая точность, и данный вид связи должен передавать информацию не реже одного раза секунду.

Так как данные о местоположении ВС обновляются практически в реальном времени, то в случае катастрофы зона поиска будет минимальной, что позволит с большей вероятностью спасти жизни людей.

Рассмотренная система передачи данных хорошо согласуется с рекомендациями, изложенными в руководстве ИКАО по управлению безопасностью полетов 9859 [2], что позволяет считать ее перспективной, ее разработка будет способствовать повышению безопасности полетов, в особенности воздушных судов местных воздушных линий.

Библиографические ссылки

1. ICAO, Doc. 9869. *Руководство по требуемым характеристикам связи (RCP)*, 2008.
2. Документ ИКАО. *Руководство по управлению безопасностью полетов 9859. Международная организация гражданской авиации*, 2006. 364 с.

© Шкляев Г. В., Худоногов В. П., 2013

УДК 629.7/621.01

В. Ю. Афанасьев, П. С. Чупряков, К. Н. Винокуров
 Научный руководитель – О. Г. Бойко
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВРЕМЕНИ ПОЛЕТА С ОТКАЗОМ НА ВЕРОЯТНОСТЬ ОТКАЗА ВОССТАНАВЛИВАЕМОЙ СИСТЕМЫ

Исследуются вопросы влияния времени полета с отказом в функциональных системах самолетов гражданской авиации на вероятность отказа системы.

В работах [1–3] изложен метод расчета безотказности сложных резервированных систем без использования теоремы умножения вероятностей, учитывающий восстановление в процессе эксплуатации.

Нами предлагается использовать в расчетах безотказности резервированных систем представление о том, что система должна рассматриваться в различных стационарных состояниях, таких как: исправное, работоспособное (с функциональными отказами) и неработоспособное. Такое представление позволяет использовать для расчета вероятностей нахождения в различных состояниях эксплуатации математический аппарат Полумарковских процессов. Метод расчета безотказности резервированной системы построен на поэтапном использовании графа состояний и переходов, приведенного на рис. 1 и стационарной части его решения относительно нахождения в исправном состоянии в виде выражения (1).

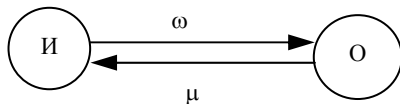


Рис. 1. Граф состояний и переходов стационарного процесса эксплуатации восстанавливаемых агрегатов:

И – исправное состояние; О – состояние отказа,
 ω – параметр потока отказов, μ – интенсивность восстановления

$$P_1(t) = \frac{\mu}{\omega + \mu} + \frac{\omega}{\omega + \mu} e^{-(\omega + \mu)t}. \quad (1)$$

Особенностью метода является то, что время восстановления отказа агрегата в системе $T_{\text{вос}}$, рассмат-

ривается состоящим из двух частей

$$T_{\text{вос}} = T_{\text{п.о}} + T_{\text{вос.з}}. \quad (2)$$

где $T_{\text{п.о}}$ определяется временем полета самолета с отказавшим агрегатом, и $T_{\text{вос.з}}$ – временем восстановления системы на земле после приземления самолета

Поскольку время восстановления агрегата на земле, после посадки, на безопасность полета не оказывает влияния, то интенсивность перехода μ , определялась только с учетом времени полета с отказавшим агрегатом

$$\mu = \frac{1}{T_{\text{п.о}}}. \quad (3)$$

В работе рассмотрено влияние времени полета с отказом на вероятность отказа восстанавливаемой системы. Этот вопрос актуален, т.к. парк самолетов подразделяется на ближнее-, средне-, и дальнемагистральные самолеты. Рассматривались различные значения $T_{\text{п.о}}$ (табл. 1).

Расчет проводился для системы приближенного аналога гидросистемы самолета Ту-154М с отдельным и общим резервированием представленной на рис. 2, при одинаковом для всех агрегатов $\omega = 1 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1}$. Система рис. 2 перейдет из работоспособного в состояние отказа при реализации в ней минимум трех отказов агрегатов, максимум семи. Таким образом, для рассматриваемой системы возможны различные сценарии развития отказов, со своими условными вероятностями.

Таблица 1

Значения расчетных параметров

Параметры	Значения				
$T_{\text{п.о.}}, (\text{ч})$	3,33	2	1,43	1,25	1
$\mu, (\text{ч}^{-1})$	0,3	0,5	0,7	0,8	1

Вероятности отказа системы на час полета при различных μ

№	Интенсивность восстановления μ , ч ⁻¹	Вероятность отказа системы по сценарию с минимальным числом отказавших агрегатов на час полета, $Q_3(1)$	Вероятность отказа системы по сценарию с максимальным числом отказавших агрегатов на час полета $Q_7(1)$
1	0,3	$1,25 \cdot 10^{-20}$	$8,34 \cdot 10^{-44}$
2	0,5	$2,71 \cdot 10^{-21}$	$3,02 \cdot 10^{-46}$
3	0,7	$9,89 \cdot 10^{-22}$	$7,47 \cdot 10^{-48}$
4	0,8	$6,62 \cdot 10^{-22}$	$1,72 \cdot 10^{-48}$
5	1	$3,73 \cdot 10^{-25}$	$3,98 \cdot 10^{-53}$

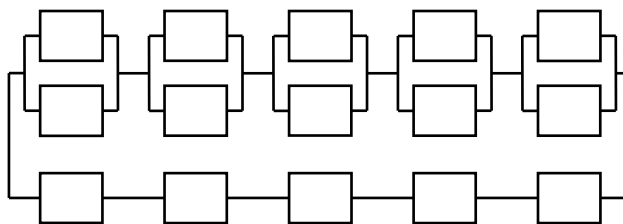


Рис. 2. Расчетная схема для аналога гидросистемы самолета Ту-154М

Расчеты вероятностей отказа на час полета, по новому методу с учетом восстановления системы, для сценария с минимальным $Q_3(1)$ и максимальным $Q_7(1)$ числом отказавших агрегатов приведены в табл. 2.

Полученные результаты расчетов обеспечивают возможность сделать следующие выводы:

1. Вероятность отказа сложной резервированной системы по сценарию с минимальным числом отказавших агрегатов значительно выше, чем вероятность отказа по сценарию с максимальным числом отказавших агрегатов.

2. Вероятность отказа системы за типовой полет зависит от продолжительности полета. Чем больше время полета, тем выше вероятность отказа системы.

Библиографические ссылки

1. Бойко О. Г., Шаймарданов Л. Г. Совершенствование методов расчета надежности сложных функциональных систем самолетов гражданской авиации

(статья) // ПОЛЕТ. Общероссийский научно-технический журнал. М. : Машиностроение, 2011. № 10. С. 81–87.

2. Бойко О. Г., Шаймарданов Л. Г. Новый подход в оценке надежности функциональных систем самолетов гражданской авиации // Актуальные проблемы авиационных и аэрокосмических систем : междунар. рос.-америк. науч. журн. Казань-Дайтона Бич, 2012. Вып. 2(35). Т. 17. С. 21–27.

3. Бойко О. Г., Шаймарданов Л. Г. О правомерности использования вероятности отказа за 1 час полета, как оценки надежности функциональных систем самолетов ГА // Актуальные вопросы развития воздушного транспорта «АвиаТранс-2011» : материалы науч.-практ. конф., Ростов-н/Д. Ростиздат, 2011. С. 46–51.

© Афанасьев В. Ю., Чупряков П. С., Винокуров К. Н., 2013

УДК 517.75.03

А. В. Берзина
 Научный руководитель – В. С. Фаворский
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

КОМПЕНСАЦИЯ ИСКАЖЕНИЯ ПОГРЕШНОСТИ ПРИ НЕЛИНЕЙНОМ ПРЕОБРАЗОВАНИИ ДАННЫХ В МЕТОДЕ НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ.

Изучается использование аппроксимационной зависимости и ее применение. Исследуется применение весовых коэффициентов.

Использование аппроксимации является обязательным в производственных и экспериментальных системах управления ЛА. Одним из этапов подготовки аппроксимации при использовании логарифмических, показательных или степенных зависимостей

является предварительное нелинейное преобразование исходных данных.

В рамках этого метода минимизируется сумма квадратов ошибок по всей совокупности данных. Из данного условия получают систему линейных уравне-

ний по числу искомым коэффициентов.

Возьмем, например, набор тарифовочных данных из шести точек, расположенных на одинаковых расстояниях от искомой прямолинейной зависимости. Это будет означать, что все они имеют одинаковую погрешность относительно этой прямой (рис. 1).

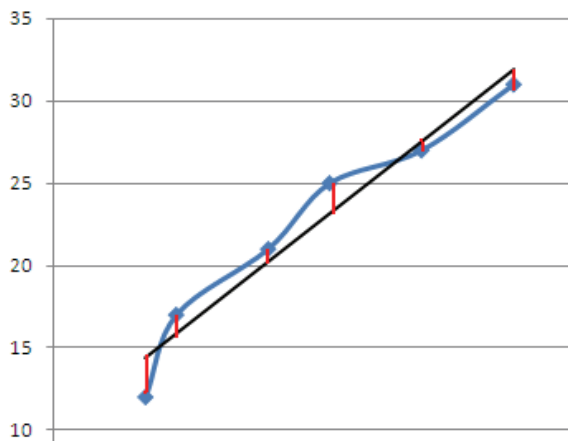


Рис. 1. Набор тарифовочных данных из шести точек

Каждая из точек должна повлиять на расположение аппроксимирующей зависимости в равной степени и все точки вносят равный вклад в сумму квадратов погрешностей.

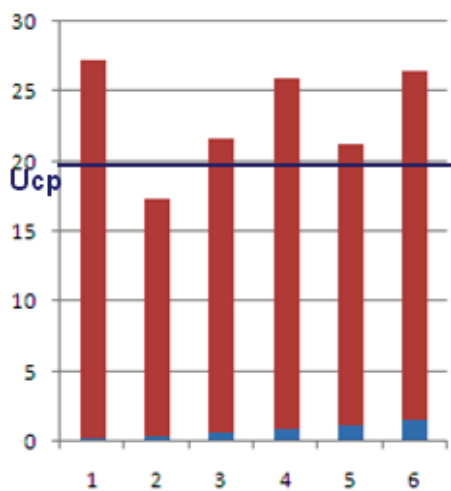


Рис. 2. Пример расчета средней величины

Но часто случается так, что какие-то точки должны влиять на расположение аппроксимирующей зависимости в большей степени, в то время как другие

являются искажающими, ненужными факторами. В этом случае прибегают к такому методу как использование весовых коэффициентов при расчете аппроксимирующих зависимостей.

Рассмотрим на примере расчета средней величины (рис. 2), зная, что все данные влияют в равной степени, расчет сводится к минимуму:

$$U_{\text{ср}} = \frac{1}{6} \sum U_i,$$

т. е.

$$U_{\text{ср}} = \frac{1}{6}U_1 + \frac{1}{6}U_2 + \frac{1}{6}U_3 + \frac{1}{6}U_4 + \frac{1}{6}U_5 + \frac{1}{6}U_6.$$

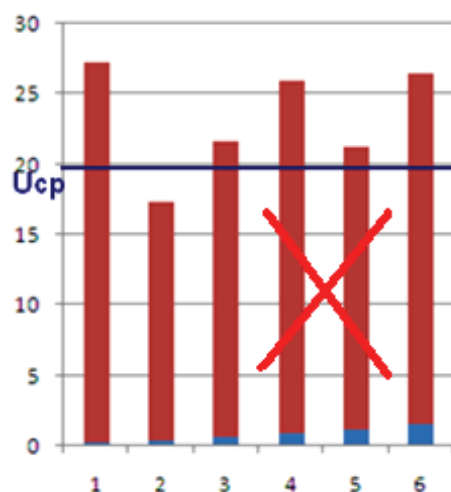


Рис. 3. Исключение «лишних» данных

Если же нам нужны некоторые данные, которые достовернее, а какие-то являются лишними (рис. 3), то $U_{\text{ср}}$ находим по формуле $U_{\text{ср}} = \frac{\sum (U_i g_i)}{\sum g_i}$, где g

либо назначается произвольно, либо берется равной вероятности, либо обратно пропорциональна искажению шкалы, если же $\sum g_i = 1$, то функция упрощается и принимает вид

$$U_{\text{ср}} = g_1 U_1 + g_2 U_2 + g_3 U_3 + g_4 U_4 + g_5 U_5 + g_6 U_6,$$

$$\text{т. е. } U_{\text{ср}} = \sum (U_i g_i).$$

С применением весовых коэффициентов средняя величина превращается в средне взвешенную, позволяющую компенсировать искажение масштаба.

© Берзина А. В., 2013

Я. В. Величко, А. В. Демченко
Научный руководитель – А. Н. Ефимова
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОГО ВЗЛЕТА И ПОСАДКИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ НА ЗАГРЯЗНЕННОЙ ПОЛОСЕ

Выполнен обзор факторов влияния состояния взлетно-посадочной полосы на безопасность взлета самолетов.

Состояние поверхности взлетно-посадочной полосы (ВПП) в аэропортах является важным фактором безопасности. Наличие, например, снега или воды на ВПП может иметь значительное влияние на взлетно-посадочные характеристики самолета. Несмотря на обширные исследования и многочисленные публикации, несчастные случаи, в которых состояние поверхности ВПП (например, мокрой или загрязненной) является важным фактором влияния, по-прежнему часто происходят.

Определенные эксплуатационные проблемы показывают, в какой степени состояние поверхности ВПП связано с вероятностью аварии. Сочетание скорости выпадения осадков (например, силы дождя), ветра, текстуры поверхности взлетно-посадочной полосы и её вида определяют состояние поверхности ВПП в конкретный момент. Обычно используют следующие определения условий на поверхности ВПП:

- Сухая.
- Влажная (взлетно-посадочная полоса вся намокшая, но без значительных площадей стоячей воды).
- Покрыта водой, слякотью или рыхлым снегом (более 25 % площади поверхности ВПП и слой более 3 мм воды, слякоти или рыхлого снега).
- Загрязнена уплотненным снегом.
- Загрязнена льдом.

Последние три условия взлетно-посадочной полосы определяются как загрязненная ВПП в целом. Однако, не всегда легко классифицировать фактическое состояние поверхности взлетно-посадочной полосы. Например, состояние поверхности может изменяться по всей длине ВПП; может быть сочетание льда и рыхлого снега или обледеневшая поверхность может быть покрыта песком. Еще одной проблемой является то, что глубина загрязнения, как правило, не постоянна и меняется на протяжении взлетно-посадочной полосы.

ВПП, покрытые снегом, водой или слякотью плохо влияют на возможности как ускорения, так и торможения самолета. Мокрые ВПП и полосы, покрытые уплотненным снегом или льдом только уменьшают возможность торможения. Сила трения является наиболее важной силой при остановке самолета, снижение возможности торможения вызвано пониженным трением между шиной и землей, когда ВПП влажные или загрязненные. Уменьшение эффективности торможения приводит к более длинному тормозному пути, нежели на сухой взлетно-посадочной полосе, как во время прерванного взлета, так и во время посадки.

Тормозная способность шины на мокрой взлетно-посадочной полосе может быть значительно улучшена путем поперечных канавок в поверхности ВПП или улучшением текстуры поверхности ВПП.

Вода, слякоть и рыхлый снег также влияют на ускорение самолета за счет генерации дополнительного сопротивления. И вода, и слякоть увеличивают сопротивление качения шины, за счет вытеснения слякоти. В дополнение к сопротивлению качению существует также общее сопротивление воды и мокрого снега от удара по планеру судна. Рыхлый снег увеличивает сопротивление качения шины за счет смещения и сжатия снега. При приземлении на затопленные и покрытые мокрым снегом взлетно-посадочные полосы, а также из-за аквапланирования, раскрутка колес может запоздать. В дополнение к сопротивлению смещения загрязнений и общему, аквапланирование также снижает трение между шиной и землей и может снизить возможность контролировать направление движения самолета. Одна из тяжелейших ситуаций управления возникает при боковом ветре в сочетании с мокрой или загрязненной ВПП. Ситуация ухудшается, когда колеса заблокированы. В этом случае нет совсем никакого скошенного сцепления на шинах. В силу этих причин максимальная допустимость бокового ветра уменьшается с уменьшением тормозной способности на взлетно-посадочной полосе. Использование реверса тяги в условиях бокового ветра на мокрых и загрязненных ВПП может усугубить проблемы с удержанием самолета в нужном направлении во время прерванного взлета и посадки. Всякий раз, когда самолет входит в ситуацию возможного бокового смещения по полосе, составляющая силы обратной тяги, которая направлена перпендикулярно срединной линии взлетно-посадочной полосы, добавляется к силе бокового ветра. Обратная тяга тогда будет тянуть самолет на подветренную сторону взлетно-посадочной полосы. Силы трения шин на поворотах слишком малы, чтобы противодействовать дрейфу при данных условиях взлетно-посадочной полосы. Единственный способ для пилота преодолеть эту ситуацию - отпустить тормоза, снять обратную тягу или даже дать немного передней тяги, и вырваться обратно на срединную линию взлетно-посадочной полосы до повторной процедуры торможения. Излишне говорить, что этот маневр значительно увеличивает тормозной путь на загрязненной ВПП. Проблемы с направлением могут также возникнуть в связи с замороженными гребнями на взлетно-посадочной полосе. Эти гребни могут образовывать складки, за

которые цепляется носовое шасси, и самолет может сбиться с центральной линии.

Кроме влияния на ускорение, замедление и потерю контроля управления, загрязненная взлетно-посадочная полоса может также вызвать потерю мощности из-за проникновения внутрь падающей воды или мокрого снега; застревание люка шасси, а также закрылков и предкрылков в связи с намерзанием на них слякоти или снега; повреждение закрылков при ударе по ним воды или снега. Плохая видимость может возникнуть во время завершения посадки из-за того, снег выдувается вперед реверсивной тягой.

Две компании – Боинг и МакДоннел Дуглас разработали свои собственные методы расчета летно-технических характеристик на загрязненной ВПП. Эти методы основаны главным образом на результатах тестов, проведенных на самолете Convair 880 (результаты представлены в виде консультативного материала в руководстве по эксплуатации воздушного судна). Вообще, производители, такие как Боинг, МакДоннел Дуглас и Эйрбас считают, что достаточно

уменьшить V1 самолета и снизить высоту экрана (от 35 футов до 15 футов) для взлета с мокрых и загрязненных ВПП. Таким образом, имеется общее представление о том, что оператор должен обеспечить определенные данные о работе с влажных и загрязненных ВПП, опираясь на инструкции, которые он считает приемлемыми. Самолеты также должны быть разработаны так, чтобы предотвратить попадание воды или слякоти с полосы, рулежных дорожек и других поверхностей в пределах аэропорта в двигатель или вспомогательную силовую установку через воздухозаборники; потоки вбираемого воздуха должны быть направлены или защищены таким образом, чтобы свести к минимуму попадание инородных веществ во время взлета, посадки и руления. Поэтому большинство производителей воздушных судов проводят испытания в стоячей воде, чтобы продемонстрировать соответствие требованиям по забору воздуха.

© Величко Я. В., Демченко А. В.. 2013

УДК 338.45:66 (7 Сое) = 20

А. А. Захаров

Научный руководитель – О. В. Карчава

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАЗВИТИЕ ПРОИЗВОДСТВА АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ В СОЕДИНЕННЫХ ШТАТАХ АМЕРИКИ

Сбрасывание атомной бомбы на Хиросиму, Япония, Соединенными Штатами в 1945 году стало началом атомного века. Ядерная энергия сразу же стала военным оружием страшной степени воздействия. Для физиков, которые работали над атомной бомбой, перспективы ядерной энергии были не только военными. Они рассматривали ядерную энергию в качестве безопасного, чистого, дешевого и обильного источника энергии, который положит конец зависимости общества от ископаемых видов топлива. В конце Второй мировой войны, лидеры призывали к мирному использованию ядерной энергии.

Конгресс принял закон об атомной энергии 1946 г., который перевёл развитие атомной промышленности от военного к гражданскому, правительственному контролю. С 1946 по 1945 годы коммерческая ядерная энергетика развивалась очень мало, поскольку закон от 1946 года установил монополию федерального правительства на управление, использование и владение ядерными реакторами и топливом. Конгресс внес поправки в закон об атомной энергии в 1954 г. для поощрения частного коммерческого развития ядерной энергетике. Закон положил конец монополии федерального правительства на использования ядерной энергии для мирных целей и разрешил право частной собственности на реакторы при соблюдении процедур лицензирования, установленных Комиссией по атомной энергии (АЕС). Частные энергетические компании не спешили строить атомные электростанции, поскольку они опасались финансовых последствий

ядерной аварии. Конгресс ответил на это принятием акта Прайса-Андерсона от 1957 года, который облегчал ответственность атомной энергетики по возмещению убытков и закрепил выплаты компенсации для населения. С принятием акта Прайса-Андерсона, энергетические компании начали строить атомные электростанции.

Сначала ядерная энергетика была привлекательна в основном потому, что спрос на электроэнергию в 60-е годы постоянно повышался, а станции, работающие на угле, постепенно становились неприемлемы с экологической точки зрения. Высокие цены на нефть в середине 70-х годов продолжали делать ядерную энергетiku экономически востребованной и помогали ядерной энергии оставаться существенной частью национального плана производства энергии в целом. К 90-м годам в США действовали около 110 атомных станций, составляя 20 процентов общего производства электроэнергии в стране.

До 1969 г. АЕС не создала единого процесса оценки воздействия строительства атомных станций на окружающую среду. Но в этом году Конгресс США принял Национальный закон об экологической политике, который требовал заключений экологического влияния на среду от всех основных видов деятельности под эгидой федеральной власти. В 70-х годах характер ядерного регулирования изменился. Люди больше не были безразличны к угрозам ядерной энергетике, и не доверяли заявлениям о экологической безопасности, исходящим от промышленников и пра-

вительства. Это отсутствие общественного доверия особенно касалось роли АЕС как организации, одновременно продвигающей ядерные технологии и регулирующей применение их в атомной энергетике. В 1974 г., понимая столкновение интересов продвижения ядерных технологий и контроля их безопасности, Конгресс принял Закон о реорганизации производства энергии, который создал два учреждения с различными функциями.

Общественному доверию к атомной энергетике был нанесен серьезный удар в 1979 году, когда произошла авария на атомной станции Три Майл Айленд возле Гаррисбурга, Пенсильвания. Никто не пострадал во время аварии, хотя радиоактивные газы были выброшены наружу через вентиляционную систему станции. Однако, в результате аварии было выявлено отсутствие готовности атомной энергетике к чрезвычайным ситуациям. Самая крупная, даже на сегодняшний день, антиядерная демонстрация прошла 23 сентября 1979 г. в Нью Йорке, на неё вышли почти 200 000 людей. После инцидента, NRC ужесточила инспекции по безопасности, потребовала усиления прочности конструкций, установки новых систем повышения безопасности, и разработали правила готовности к чрезвычайным ситуациям. Эти меры задержали открытие новых атомных электростанций в начале 80-х годов. В 1986 г., однако, безопасности атомной энергетике снова был брошен вызов, когда взорвался ядерный реактор в Чернобыле на Украине. Радиация в 50 раз выше, чем в Три Майл Айленд, поразила людей, находящихся в непосредственной близости от реактора, и облако радиоактивных осадков распространилось на Западную Европу, в результате чего погибло более 30 человек. Люди во всем мире поставили под сомнение правильность использования таких легкоразрушимых источников энергии. Ядерная энергия также стала менее привлекательной для энергетических компаний в 1980 году. Проблема утилизации ядерных отходов стала первостепенной проблемой для промышленности. Конгресс США принял Закон о стратегии утилизации ядерных отходов в 1982 г, который обязал Министерство энергетики официально начать планирование утилизации ядерных отходов, и возложил большую часть затрат по утилизации на саму отрасль. Ядерный материал хранится в виде топливных стержней. Когда отработанные топ-

ливные стержни и другие отходы заполняют имеющиеся на утилизационном предприятии емкости, станция должна либо расширить эти емкости, либо найти место для постоянного удаленного хранения. Разработка постоянных объектов хранения отходов крайне важно, потому что ядерные отходы продолжают накапливаться. Возрастающие затраты на размещение отходов подвели строительство новых ядерных объектов к полной остановке, а протесты общественности ускорили закрытие примерно двенадцати атомных станций.

С 1986 г. правительству так и не удалось найти приемлемого варианта. В Юкка-Маунтин, штат Невада, было выделено место в качестве возможного хранилища радиоактивных отходов, вопреки возражениям граждан Невады и других групп борцов за чистоту среды. В январе 2002 г. министр энергетики Спенсер Абрахам послал письмо губернатору Невады Кенни С. Гуинну, уведомления его, что Абрахам рекомендовал Президенту Джорджу Бушу разработку такой площадки в Юкка-Маунтин. Гуинн ответил, что это решение было преждевременным и что необходимо дальнейшая экспертиза. Когда Буш одобрил разработку площадки, Гуинн наложил вето, тем самым отправив вопрос на решение Конгресса. Палата представителей вместе с Сенатом приняли резолюцию от 2002 г., с одобрением значительным большинством разработки площадки в Юкка-Маунтин, но штат Невада подал иски в суд на Абрахама, Президента Буша, DOE, NRC и Агенство по охране окружающей среды, стремясь заблокировать дальнейшее продвижение данного проекта.

Таким образом, коммерческие перспективы атомной энергетике значительно сузились. Вывод из эксплуатации атомных станций в начале двадцать первого века приведет к огромным дополнительным усилиям. Стоимость этого, в расчете для одного ядерного предприятия, будет более чем один миллиард долларов. Сами клиенты, нуждающиеся в утилизации объектов, будут нести более высокие расходы в виде выросших тарифов на такие услуги, но и энергетическим компаниям в целом придется посвятить значительное количество времени, энергии и денег, чтобы завершить данные процессы.

© Захаров А. А., 2013

УДК 004.92

М. В. Казак

Научный руководитель – П. Р. Чирков
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ 3D ТЕХНОЛОГИЙ В ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ ПО КУРСУ «КОНСТРУКЦИЯ И ПРОЧНОСТЬ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ»

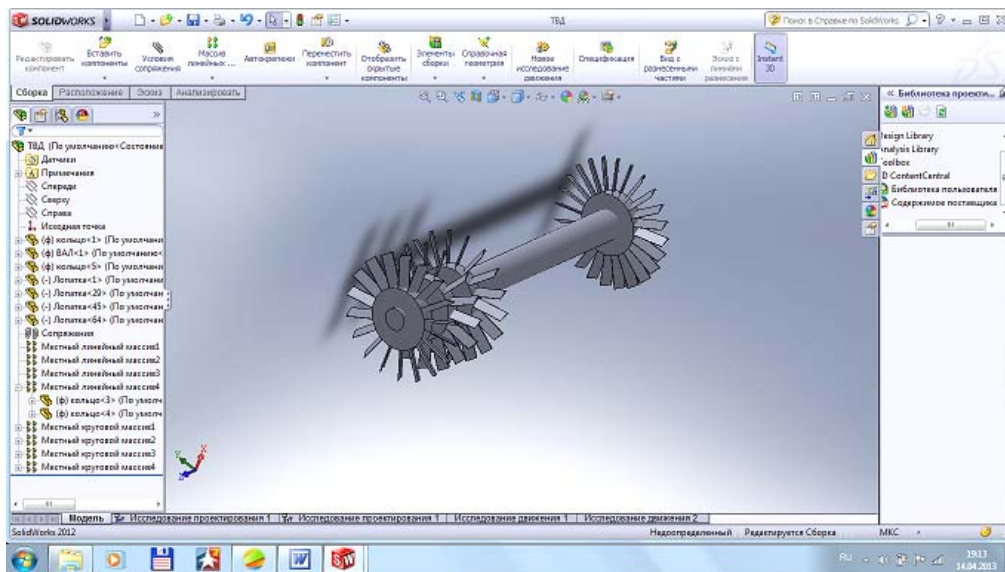
Рассматривается возможность применения 3D-моделей авиационных двигателей в учебном процессе по курсу «Конструкция и прочность авиационных двигателей». Построена упрощенная модель компрессора авиационного турбо-реактивного двигателя. Планируется разработка полной модели турбо-реактивного двигателя.

В настоящее время актуально применение компьютерных технологий в проектировании и эксплуатации авиационных двигателей летательных аппаратов. Активно применяются компьютерные системы 3D-моделирования и расчета, такие как SolidWork/CosmosWork, Компас и др. Необходимо внедрение таких компьютерных программ в процесс обучения инженеров, бакалавров и магистров.

В нашем случае предлагается использование 3D-моделей различных турбо-реактивных двигателей для выполнения лабораторных работ по учебному курсу «Конструкция и прочность авиационных двигателей». Это позволит более эффективно использовать помещения, предназначенные для размещения оборудования и разрезных макетов двигателей, также появляе-

тся возможность значительно увеличить число изучаемых авиационных двигателей. Планируется использование программы SolidWork/CosmosWork. В ходе выполнения лабораторных работ предусматривается возможность проведение прочностных, аэродинамических, термодинамических расчетов, просмотра кинематики работы авидвигателей при помощи приложений системы SolidWork.

На данном этапе работы построена 3D-модель компрессора турбо-реактивного двигателя воздушного судна. Лопатки компрессора имеют в поперечном сечении заданный профиль и крутку относительно оси. Проведен оценочный аэродинамический расчет в программе FlowWork системы SolidWorks.



3D-модель компрессора авиационного турбо-реактивного двигателя

© Казак М. В., 2013

УДК 629.7

А. В. Кравченко
Научный руководитель – А. Г. Зосимов
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СОСТОЯНИЕ АВИАТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Дан анализ состояния и перспектив развития авиационной системы края, показана социальная и экономическая значимость гражданской авиации в крае.

1. Авиационный транспорт. В настоящее время в Государственном реестре Красноярского межрегионального территориального управления воздушного транспорта Министерства транспорта Российской Федерации зарегистрирован 22 аэродром с ИВПП, из них классов «Г,Д,Е» – 15, аэродромов – с ГВПП, класса «Е» – 9 и 152 посадочные площадки. Аэродромы Красноярска, Норильска имеют статус федеральных. Аэропорт Красноярск является также международным, имеет Сертификат 1 категории

ИКАО и большой потенциал развития. Обслуживает чартерные и регулярные рейсы в Юго-Восточную Азию.

В воздушном пространстве над Красноярским краем проложены трансполярные трассы № 1 и № 2. Всего на территории Красноярского края в государственном реестре эксплуатантов значатся 7 действующих авиационных предприятий (см. таблицу) и 19 сертифицированных аэропортов.

Полное название	Аэропорты базирования	Парк ВС	Аэропорты полетов
ООО «АэроГео»	Черемшанка, Северный, Енисейск, Кызыл	Ан-2, Ан-3, Cessna 208В(2) Ми-8Т, Ми-8МТВ-1, Ми- 2, R- 44, Eurocopter AS350В3 и ЕС130В4 (более 35 ВС)	Енисейск, Богучаны, Кызыл, Туруханск.
«КАТЭКАВИА»	Красноярск-Черемшанка	АН-24 (10), АН-26 (1), Ту-134 (2)	Игарку, Козинск и Светлогорск
«КрасАвиа»	Байкит, Тура, Черемшанка	Як-40, Ан-24, Ан-26-100, L-410 UVP-E20, Ми-8 (44 ВС)	Тура, Байкит, Ванарва, П.-Тунгуска, Хатанга (через Туру) из аэропортов Тура до Байкит, Ванарва, Эконда, Чичиринда, Есей , Учум, Кислокан
Авиакомпания «СКОЛ»	Черемшанка	Ми-26; Ми-8; Як-40; Ми-171; AS-350В3 (35 ВС)	
Авиакомпания «Таймыр»	Валек, Дундинка	Ан-2, Ан-24РВ, Ан-26, Ан-26Б-100, Ан-32А, Ан-3Т, Як-42, L 410 UVP-E20, вертолетов Ми-8АМТ, Ми-8МТВ-1, Ми-8Т;(47 ВС)	С мая 2011 г. Байкит, Ванавару, Игарку, Подкаменную Тунгуску, Северо-Енисейск, Туру и Туруханск
ООО «Аэро-Транзит»	Ачинск	Ан-2; Ан-3	

2. Проблемы авиаперевозчиков края. Красноярские авиаперевозчики, на сегодняшний день – это компании среднего бизнеса по мировым стандартам. Объемы их деятельности отличаются от ведущих Российских перевозчиков не в разы, а в десятки раз. Лидером рынка по числу перевезенных пассажиров являются «Аэрофлот» (34,7 млн человек за год) В то время как авиаперевозчики Красноярского края, такие как «КрасАвиа» – 128,5 тыс. пассажиров, NordStar Airlines - более 750 тыс. пассажиров, «КАТЭКАВИА» – более 125 тыс. пассажиров.

Основу парка региональных авиакомпаний края составляют 48-местные Ан- 24/Ан-26, емкость которых превышает спрос при существующей подвижности и численности населения большинства северных населенных пунктов края, поэтому частота выполнения рейсов, особенно в зимний период, не превышает 1-2-х рейсов в неделю. Это сказывается на качестве авиатранспортного обслуживания населения и транспортной доступности территории в целом. Износ Ан-24/Ан-26 составляет более 87 %. Массовое списание данных воздушных судов ожидается с 2015 г. и закончится в 2018–2019 годах. Таким образом, уже начиная с 2015 г. обеспечение транспортной доступности жителей Крайнего Севера с краевым центром окажется под угрозой срыва. Кроме того большинство региональных воздушных судов типа Ту-134, Ан-24, Як-40, Ан-2, Ми-8 и пр., не оборудованных системой раннего предупреждения приближения к поверхности земли (СРППЗ или GPWS) и системой предупреждения столкновения самолетов в воздухе (TCAS). Эта одна из главных причин их низкой конкурентоспособности.

3. Перспективы развития.

1. В частности, для развития пассажирских авиаперевозок государственное краевое предприятие «КрасАвиа» планирует постепенный вывод из эксплуатации самолетов АН-24 и АН-26. С текущего года к выполнению региональных перевозок приступи-

ла авиакомпания «Таймыр», которая приобрела четыре воздушных судна АTR 42-500.

Для обновления парка воздушных судов для внутри региональных пассажирских перевозок в крае, разработан проект, позволивший в 2012 году приобрести воздушные суда типа L-410 UVP E-20 – 3 ед. и Cessna 206 – 5 ед. Самолеты L-410 UVP E-20 уже выполняют внутри региональные полеты в С-Енисейск, Козинск, Байкит, Богучаны, П.Тунгуска, самолеты Cessna 206 эксплуатируются – на территории Эвенкийского муниципального района. Еще два новых самолета Cessna 208 Grand Caravan приобрела авиакомпания АэроГео.

Вывод: Все эти воздушные суда призваны обеспечить необходимые емкости ВС на различных направлениях и дальностях полета, что обеспечит полную их наполняемость и приведет к увеличению частоты полетов. а значит, и к уменьшению убытков авиакомпаний до нуля, обеспечит ценовую доступность полетов для населения, комфортность и безопасность полетов.

Библиографические ссылки

1. Целевая программа «Развитие воздушного транспорта в Красноярском крае» на период 2011–2013 годов. Распоряжение правительства Красноярского края от 26 июля 2011 г. № 582-Р. URL: www.pravo.ru.

2. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года : утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 г. № 1734р. URL: http://www.mintrans.ru/prensa/transstrateg_vv.htm.

3. Схема территориального планирования Красноярского края. Т. 1. Потенциал комплексного развития территории. Ч. 2. URL: <http://www.urbanistika.ru>.

© Кравченко А. В., 2013

Р. Т. Кужанбаев
 Научный руководитель – Д. Ю. Киселев
 Самарский государственный аэрокосмический университет
 имени академика С. П. Королева (национальный исследовательский университет), Самара

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ ПРИ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ В АГРЕССИВНЫХ СРЕДАХ

Существует несколько факторов негативного влияния агрессивных сред на надежность авиационной техники, чаще прочих встречаются коррозионно-механическое и гидроабразивное изнашивание. Ниже будут рассмотрены причины возникновения изнашивания. Представлены эффективные способы предупреждения и борьбы с изнашиванием, в случае его появления.

Согласно ГОСТ 16429–70 изнашивание при трении материала, вступившем в химическое взаимодействие со средой, называется коррозионно-механическим. Под этим определением понимают разрушение поверхностей трения материалов под действием двух одновременно протекающих процессов: коррозии и механического изнашивания. Причем механическое изнашивание может быть вызвано как трением скольжения двух сопряженных поверхностей, так и потоком среды, содержащей и не содержащей твердые частицы в условиях, вызывающих и не вызывающих кавитацию. Коррозия может быть вызвана процессами либо химического, либо электрохимического взаимодействия материала со средой.

Материалы для узлов трения выбирают с учетом особенностей эксплуатации и экономической целесообразности в каждом конкретном случае. Основным требованием к материалу является износостойкость, обеспечивающая заданный ресурс. Износостойкость обеспечивается физико-механическими свойствами материалов и электрохимическими (химическими) свойствами системы металл–электролит (материал – среда).

Для увеличения износостойкости материалов необходимо стремиться либо к образованию пассивирующих слоев на поверхности за счет добавок ингибиторов в агрессивную среду, либо выбирать материалы с максимальной коррозионной стойкостью.

С увеличением скорости скольжения в паре трения возрастает износ трущихся материалов, однако причиной возрастания износа в этом случае является в основном рост температуры в зоне трения, увеличение пути трения и времени пребывания материала в среде.

Наличие абразивных частиц на поверхности трения пар, работающих в коррозионно-активных средах, и наличие таких частиц в потоке среды, омывающем рабочие поверхности, приводит к резкому увеличению износа. Способы повышения надежности:

- 1) удаление абразивных частиц особенно высокой твердости из технологической агрессивной среды;
- 2) снижение коррозионной активности среды путем применения ингибиторов и уменьшения температуры;
- 3) применение для изнашивающихся деталей высокопрочных коррозионностойких материалов, если возможно по конструкционным соображениям;
- 4) снижение нагрузки в паре трения и нагрузки абразивных частиц, находящихся в потоке агрессивной среды, на поверхности деталей путем снижения скорости потока, уменьшения угла атаки потока, уменьшения размера частиц.

Гидроабразивное разрушение является коррозионно-механическим процессом и в значительной мере определяется составом среды, ее свойствами, химической активностью, температурой.

Физические свойства жидкости определяют динамические характеристики кавитационных пузырьков, а химические свойства — коррозионные процессы при гидроабразивном изнашивании.

На гидроабразивное изнашивание существенное влияние оказывает температура среды и кислотность. Даже незначительное снижение водородного показателя до pH 6,5 влечет за собой значительное увеличение интенсивности разрушения. Термическая обработка углеродистых сталей и чугунов не дает существенного повышения абразивной стойкости в кислых средах. Значительно увеличить ее можно термодиффузионным хромированием. В щелочной среде углеродистые стали обладают большей, чем в воде, а нержавеющие стали – меньшей длительностью инкубационного периода и большей скоростью хрупкого разрушения. С увеличением концентрации едкого натра в растворе от pH 8 до pH 13 интенсивность гидроабразивного разрушения возрастает.

Способы повышения надежности авиационных агрегатов подверженных гидроабразивному воздействию:

- 1) увеличение коррозионной стойкости материала. В пресной воде она обеспечивается при содержании > 12 % Cr, в более агрессивных средах требуются более сложные нержавеющие стали;
- 2) выбор материала, способного противостоять коррозионно-усталостному разрушению при микроударных воздействиях;
- 3) наплавка на деталь нержавеющими сталями, имеющими мартенситную, аустенитно-мартенситную и аустенитную структуру с нестабильным аустенитом.

Библиографические ссылки

1. Силаев Б. М. Трибология деталей машин в маловязких смазочных средах [Текст]: монография. Самара : Изд-во Самар. гос. аэрокосмич. ун-та, 2008. 264 с.
2. Трение, изнашивание и смазка : справочник / под ред. И. В. Крагильского, В. В. Алисина. М. : Машиностроение, 1987. Кн. 1. 400 с.
3. Когаев, В. П., Дроздов, Ю. Н. Прочность и износостойкость деталей машин: учебное пособие для машиностр. спец. вузов. М. : Высш.шк., 1991. 319 с.

Е. А. Малина
 Научный руководитель – Н. В. Якимова
 Сибирская пожарно-спасательная академия –
 филиал Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России, Железногорск

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Рассматриваются основополагающие принципы и меры по обеспечению пожарной безопасности космических летательных аппаратов, средства космического пожаротушения. Также приводится научное обоснование выбора данных мероприятий и средств как основных.

Серьезный пожар на орбитальном космическом корабле – событие маловероятное, но исключать его нельзя. Реальные примеры включают возгорания по причине электрических и тепловых перегрузок, различных утечек, повреждения линий, ошибок в энергетических экспериментах.

Эксплуатационный период космического корабля включает в себя несколько этапов: подготовка корабля на стартовой позиции, активный участок выведения его на орбиту, орбитальный полет, а также спуск (для транспортных кораблей). В течение каждого из них должна обеспечиваться пожарная безопасность с соответствующей надежностью при соблюдении требований экономии массы и экологии.

Выбор мероприятий по предотвращению пожара и его тушению зависит от специфики условий эксплуатации изделия, а также необходимости выполнения специфических требований, к которым в случае КЛА относятся требования ограничения массы оборудования и экологии средств обеспечения пожарной безопасности.

Общая стратегия пожарной безопасности КЛА основывается на предотвращении и немедленном реагировании на малейшие признаки возгорания.

Требования ограничения массы оборудования и экологии средств обеспечения пожарной безопасности обуславливают выбор мероприятий по предотвращению пожара и его тушению на КЛА.

Для исследования горения твердых материалов в невесомости проводились эксперименты на экспериментальных установках «Скорость» и «Скорость-М».

За более чем 30 лет эксплуатации орбитальных станций «Салют» и «Мир» несколько раз фиксировались пожароопасные ситуации. Возгорание было предотвращено или быстро ликвидировано благодаря оперативным действиям экипажа.

12 июля 2000 года для постоянной работы на орбите была введена в эксплуатацию международная космическая станция (МКС), состоящая из двух автономных сегментов – российского и американского.

В обитаемых гермоотсеках широко применяются неметаллические материалы и электрооборудование, что означает их крайнюю уязвимость для пожара.

Главная причина, по которой применение привычных средств локального тушения на борту КЛА невозможно, – огнетушащее вещество загрязняет атмосферу гермоотсека и технику.

На старте и при выведении космического корабля на околопланетную орбиту решением задачи по обеспечению пожаробезопасности является установление концентрации кислорода ниже предела горения наиболее горючих из использованных материалов.

После выведения корабля на орбиту пожарная безопасность обеспечивается с помощью централизованной системы пожаробнаружения и оповещения о пожаре, называемой «Сигнал-ВМ».

Ликвидация возгораний в гермоотсеках производится за счет явления самозатухания в отсутствие естественной конвекции в условиях невесомости, при этом автоматически отключается межмодульная вентиляция и электропитание систем, имеющих в составе вентиляторы.

Также пожарную безопасность в российском сегменте МКС обеспечивают пенные огнетушители: ручные и переносные. В остальных сегментах МКС используются углекислотные огнетушители.

Для защиты органов дыхания и зрения экипажа используется изолирующий космический противогаз.

Статистика «космических» возгораний и анализ опыта борьбы с ними подтверждают эффективность принципов и мер по обеспечению пожарной безопасности космических аппаратов.

Библиографические ссылки

1. URL: <http://www.findpatent.ru/patent/211/2116092.html>.
2. URL: http://www.secuteck.ru/articles2/firesec/sistemi_i_sredstva_obesp_poj_bezop/.
3. URL: <http://www.asi.org/adb/04/03/14/spacecraft-fire-safety.pdf>.
4. Романов С. Ю. Противопожарные средства космической станции // *Аэрокосмический курьер*. 1999. № 5.
5. Алексеев В. А., Андреева Т. В., Ивянский М. А., Романов С. Ю., Семенов А. В. Средства противопожарной защиты на пилотируемых орбитальных станциях // *Известия РАН. Энергетика*. 2003. № 4.
6. Андреева Т. В., Иванов А. В., Марков А. В. и др. Экспериментальные исследования процессов горения неметаллических конструкционных материалов при микрогравитации // *Известия РАН. Энергетика*. 2003.

© Малина Е. А., 2013

УДК 629.7/621.01

К. Н. Марков, В. Ю. Афанасьев
 Научный руководитель – О. Г. Бойко
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

**АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ ОБЩЕГО РЕЗЕРВИРОВАНИЯ
 С РАЗЛИЧНЫМ КОЛИЧЕСТВОМ РЕЗЕРВИРУЮЩИХ ПОДСИСТЕМ**

Рассмотрен расчет надежности системы общего резервирования с различным количеством подсистем по новому методологическому подходу без использования теоремы умножения вероятностей

Разработка методов оценки надежности функциональных систем, которые учитывают изменение структуры по мере развития отказов, обеспечивают возможность расчета времени до отказа первого и последующих агрегатов в системе с определенной вероятностью, и учитывают в расчетах надежности фактор восстановления – является актуальной.

Традиционный расчет надежности функциональных систем самолетов ГА, при проектировании выполняется с использованием метода логических схем и табличного. Эти методы изложены в Авиационном стандарте ОСТ «Надежность изделий авиационной техники. Методы количественного анализа безотказности функциональных систем при проектировании самолетов и вертолетов». В перечисленных методах, при формировании модели безотказности для системы, используется теорема умножения вероятностей.

Целью данной работы является выполнение расчета надежности системы общего резервирования с различным количеством подсистем по новому методологическому подходу без использования теоремы умножения вероятностей, и анализ полученных результатов.

Новый Методологический подход основан на статистической информации, получаемой при стационарных процессах эксплуатации [1–3]. Суммарный параметр потока отказов системы ω определится как сумма параметров потоков отказов отдельных агрегатов составляющих систему. Именно этот суммарный параметр потока отказов является фактом, позволяющим определить время первого отказа агрегата в системе с заданной вероятностью. На этой основе строится алгоритм расчета. При этом, заранее неизвестно какой именно агрегат откажет первым, и какое место он занимает в функциональной и структурной схемах системы. Связано это с двумя обстоятельствами:

- при стационарном потоке отказов, агрегаты в системе имеют различную наработку вследствие их регулярных замен по отказам и по выработке ресурсов в произвольные моменты времени.
- момент времени оценки надежности системы относительно сложившегося стационарного потока отказов также произволен. При этом, первым в системе может отказать как более, так и менее надежный агрегат.

В работе выполнен расчет надежности системы общего резервирования с различным числом подсистем без учета восстановления. На рис. 1 приведена расчетная схема системы, состоящей из шести параллельно включенных подсистем, каждая из которых содержит по 10 агрегатов с $\omega = 1 \cdot 10^{-4}$.

Расчеты показывают, что с вероятностью равной 1 отказы в системах с различным числом m произойдут при значениях времен приведенных в таблице (рис. 2).

Далее выполнен расчет надежности системы с учетом восстановления согласно [3].

Задача решалась поэтапно с использованием графа состояний и переходов, изображенного на рис. 3, и стационарной части решения относительно вероятности нахождения в исправном состоянии $P_1(t)$ вида (1)

$$P_1(t) = \frac{a_{21}}{a_{12} + a_{21}} + \frac{a_{12}}{a_{12} + a_{21}} e^{-(a_{12} + a_{21})t}. \quad (1)$$

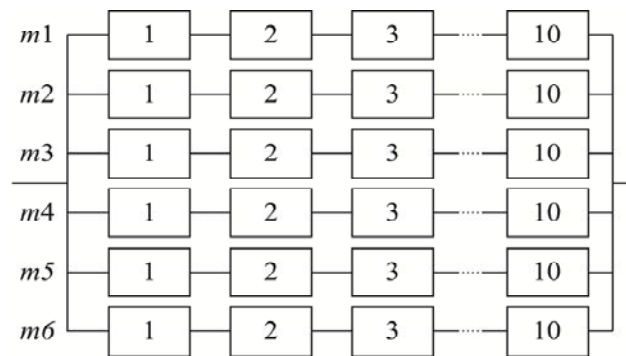


Рис. 1. Расчетная схема системы, $m = 1 \div 6$, $n = 10$

Время восстановления в системе принималось $T_{n.o} = 1$ ч, тогда интенсивность восстановления $a_{21} = 1/T_{n.o} = 1$, а интенсивность отказов $a_{12} = \omega$.

В расчете использовались значения времен из таблицы, определенные в расчетах системы без учета восстановления, при значениях вероятностей отказов агрегатов равных единице.

На первом этапе определялась конечная вероятность исправного состояния системы при реализации в ней первого отказа, Поскольку восстановление первого отказавшего агрегата в авиационной системе происходит только после окончания полета, т. е. не мгновенно, то существует вероятность появления и большего числа отказов за время $T_{n.o}$. Поэтому на втором и последующих этапах определялась вероятность нахождения системы в исправном состоянии при реализации в ее структуре отказов второго, третьего и т. д. агрегатов, произошедших до восстановления первого.

На последнем этапе определялась вероятность реализации одновременно шести отказов в системе т. е. переход в неработоспособное состояние.

Расчетные значения времен отказов в подсистемах

Времена отказов подсистем в невосстанавливаемых системах, ч	Количество подсистем общего резервирования в системе					
	$m = 1$	$m = 2$	$m = 3$	$m = 4$	$m = 5$	$m = 6$
t_1	1 000	500	333,3	250	200	166,6
t_2	–	1 000	500	333,3	250	200
t_3	–	–	1 000	500	333,3	250
t_4	–	–	–	1 000	500	333,3
t_5	–	–	–	–	1 000	500
t_6	–	–	–	–	–	1 000
Вероятности отказа за 1 час полета в восстанавливаемых системах	10^{-6}	$1,6 \cdot 10^{-11}$	$1,4 \cdot 10^{-15}$	$3,3 \cdot 10^{-19}$	$1,9 \cdot 10^{-22}$	$2,5 \cdot 10^{-25}$

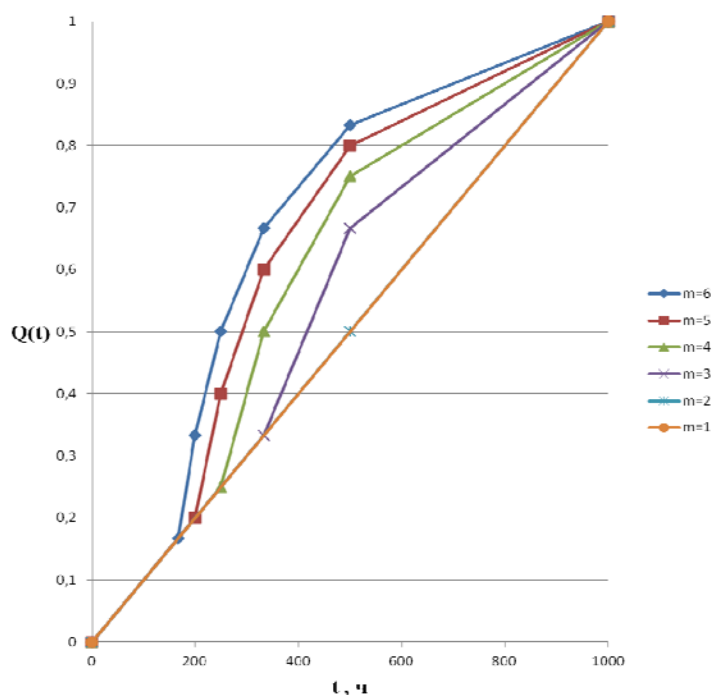


Рис. 2. Зависимость вероятности отказа от времени для системы общего резервирования без учета восстановления при $m = 1 \div 6$, $n = 10$, $\omega = 1 \cdot 10^{-4}$

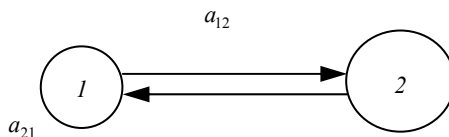


Рис. 3. Простейший граф состояний и переходов для восстанавливаемой системы: 1 – исправное состояние, 2 – состояние функционального отказа

В результате находились вероятности отказа восстанавливаемых систем с различным числом подсистем за 1 час полета (см. таблицу).

Анализ результатов показывает, что в невосстанавливаемых системах с увеличением времени работы, вероятность их отказа увеличивается вместе с увеличением числа отказавших агрегатов (рис. 2). У восстанавливаемых систем, напротив, вследствие восстановления, большему числу отказавших агрегатов с увеличением времени соответствуют существенно меньшие значения вероятностей их отказов.

Библиографические ссылки

1. Бойко О. Г. Надежность функциональных систем самолетов гражданской авиации: монография // Изб. тр. Российской школы по проблемам науки и технологий. РАН. М., 2009. 119 с.
2. Бойко О. Г., Шаймарданов Л. Г. Новый подход в оценке надежности функциональных систем самолетов гражданской авиации // Актуальные проблемы авиационных и аэрокосмических систем : междунар. рос.-америк. науч. журнал. Казань–Дайтона Бич. 2012. Вып. 2(35). Т. 17. С. 21–27.

3. Бойко О. Г., Шаймарданов Л. Г., Фурманова Е. А. Метод расчета надежности восстанавливаемых систем с общим резервированием // Проблемы разработки, изготовления и эксплуатации ракетно-космической и авиационной техники : материалы VII Всерос. науч. конф., посвящ. памяти гл. констр. ПО

«Полеет» А. С. Клинышкова. Омск : Изд-во ОмГТУ, 2012. С. 223–227.

© Марков К. Н., Афанасьев В. Ю., 2013

УДК 62-112.5

К. В. Немов

Научный руководитель – Е. А. Нартов
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАСЧЕТ КРАНА ДЛЯ СНЯТИЯ-УСТАНОВКИ РЕДУКТОРА ВР-14 (ВР-8) И ДВИГАТЕЛЕЙ ТВЗ-117 И ТВ2-117 НА ВЕРТОЛЁТЕ МИ-8Т (АМТ, МТВ)

Данная работа посвящена расчету крана для снятия-установки редуктора ВР-14 (ВР-8) и двигателей ТВЗ-117 и ТВ2-117 на вертолете Ми-8Т(АМТ,МТВ), призванного упростить и минимизировать затраты при выполнении данных процессов.

Ми-8 – советский/российский многоцелевой вертолёт, разработанный ОКБ М. Л. Миля в начале 1960-х годов. Является самым массовым двухдвигательным вертолётom в мире, а также входит в список самых массовых вертолётов в истории авиации. Широко используется для выполнения множества гражданских и военных задач.

Как и любой механизм, узлы и агрегаты вертолета нуждаются в обслуживании и контроле. Для этих целей, а в частности, для снятия и установки двигателей и редуктора, в данной ВКР производился расчет крана, призванного упростить и минимизировать затраты при выполнении данных процессов.

Описание крана. Кран состоит из передвижной платформы, рабочей площадки и электролебедки.

Передвижная платформа сварной конструкции собрана из стальных уголков (ГОСТ 8509–57) и стальных швеллеров (ГОСТ 8240–56).

В нижней части конструкции, в месте соединения стоек с раскосами вварены втулки для установки жестких винтовых упоров и вилок колес.

Рабочая площадка выполнена в виде четырехугольной рамы и имеет настил. Для обеспечения безопасности площадка имеет ограждения. Для подъема на рабочую площадку используется лестница.

В верхней части конструкции, выполненной в виде рамы из стальных швеллеров, крепиться электролебедка, для управления которой имеется отдельный пульт. Питание на электролебедку подается от аккумулятора, закрепленного на рабочей площадке.

Для безопасности проведения работ на рабочей площадке установлены ограждения высотой один метр. Ограждения выполнены из равнополочного стального уголка №5 (ГОСТ 8509–57).

Для подъема на рабочую площадку используется лестница, выполненная из равнополочного уголка № 5 (ГОСТ 8509–57).

В нижних частях вертикальных опор, служащих опорами рабочей площадке и, соответственно, всему крану, в местах соединения с подкосом прикреплены шарнирно полуоси колес. Ходовая часть крана состоит из четырех нетормозных пневматических авиаци-

онных колес размером 600×155. Конструкция колес аналогична колесам тележке 24-9112-0 для перевозки тяжелых узлов и агрегатов.

Также в нижней части вертикальной опоры, в месте соединения с подкосом, установлена регулируемая винтовая опора. Конструкция винтовой регулируемой опоры аналогична конструкции опоры гидроподъемника 24-9102-900 м (грузоподъемность гидроподъемника 24-9102-900 м = 11 000 кг). Винтовая регулируемая опора позволяет снять нагрузку с колес крана и повысить устойчивость при проведении работ.

Вертикальные опоры рабочей площадки усилены дополнительными подкосами.

При расчетах используем механические свойства выбранной стали Ст3. Коэффициент запаса прочности принимаем равным 3, учитывая погрешности при расчете и производстве и руководствуясь тем фактом, что на высоте будут работать люди, а так же тем, что конструкция строится на долгий срок службы.

Расчеты производились по каждому отдельному элементу крана. В результате были проведены следующие расчеты:

- расчет на прочность при чистом изгибе швеллеров. Подбор номера швеллера по таблице сортамента прокатной стали (ГОСТ 8240–56).

- расчет вертикальных опор на устойчивость. Подбор номера равнополочного уголка по таблице сортамента прокатной стали (ГОСТ 8509–57).

- расчет толщины настила для рабочей площадки.

Для проверки всей конструкции использовалась цифровая модель крана с четырьмя опорами, созданная в программном комплексе Solidworks (Simulationxpress).

Данный кран полностью удовлетворяет поставленным требованиям, его гораздо проще обслуживать, чем автомобильный, используемый в настоящее время и себестоимость его гораздо дешевле. Если его воплотить в жизни, он существенно облегчит обслуживание вертолета Ми-8Т(АМТ, МТВ).

© Немов К. В., 2013

Н. В. Никитевич
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева Красноярск

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ С ЭЛЕКТРОСИЛОВОЙ УСТАНОВКОЙ

Рассмотрены возможные пути использования альтернативных видов топлива и явления сверхпроводимости для аккумуляции энергии, чтобы полностью перейти на электродвигатели.

Гражданская авиация является важным компонентом глобальной экономики. Стоимость авиационного топлива непосредственно определяется преобладающей мировой ценой на нефть. На его долю приходится основная доля расходов работы авиалиний. Авиакомпании теперь добавляют топливный сбор в стоимость билета коммерческих рейсов, чтобы компенсировать стремительный рост затрат на топливо. Ожидается, что мировые цены на нефть останутся высокими в течение нескольких лет. Перспектива сохранения высоких цен на авиационное топливо может стимулировать авиакомпании к поиску альтернативных видов авиационного топлива. Поиск альтернативного топлива мог бы стать первостепенной задачей для авиационной отрасли, если на самом деле случится острый дефицит нефтепродуктов. Коммерческой авиации, скорее всего, придется конкурировать за топливо и энергию на рынке нехватки и роста цен на топливо. Электрический самолет является одной из самых практичных альтернатив, если рассматривать ближайшие перспективы авиации.

Электрический самолет - это воздушное судно, которое приводится в движение преимущественно электродвигателем, а не двигателем внутреннего сгорания; источником электричества могут являться топливные элементы, солнечные батареи, мощные конденсаторы, лучевые источники, или батареи. В настоящее время полеты самолетов с электродвигателями в основном являются экспериментальными и демонстрационными, как для пилотируемых, так и беспилотных летательных аппаратов. Модели самолетов на электропитании в основном испытываются с 70-х годов, хотя были несколько более ранние попытки. Беспилотный самолет Восход Астро, весом 27 фунтов (12 кг), проделал первый в мире полет на солнечной энергии с военного аэродрома в США 4 ноября 1974 года. Первый в мире официальный полет самолета на солнечной энергии с человеком на борту состоялся 29 апреля 1979 года. Мауро Солар Райзер был построен Ларри Мауро на основе дельтаплана типа биплан. Для производства тяги использовались фотоэлектрические элементы, мощностью 350 Вт с напряжением 30 вольт, которые питали аккумулятор от вертолёта, который в свою очередь приводил в действие электродвигатель. Самолет был способен обеспечивать мощностью двигатель от 3 до 5 минут после 1,5-часовой зарядки, что позволяло судну достигать высоты перепада в режим планирования.

С тех времен и до сих пор большое количество экспериментальных концепций самолета с электрическим приводом были разработаны и испытаны, и сот-

ни моделей запускались в полёт - практически все существующие авиационные конструкторские бюро пытались определенным образом соответствовать требованиям будущей авиации. В январе 2008 года корпорация Электрик Аиркрафт представила свой новый Электрафлайер-С на шоу лёгких спортивных самолетов. Этот самолет был переоборудован из стандартного планера и оснащен 18-сильным электродвигателем, регенеративной системой контроллеров с функцией торможения и двумя полимерно - литиевыми аккумуляторными батареями. Двигатель весил 29 фунтов, аккумуляторы - 78 фунтов вместе. Самолет имеет скорость набора высоты в 500 футов / мин, крейсерскую скорость 70 миль / ч и длительность полёта 90 минут. Он способен заряжаться от 110-вольтового источника за шесть часов или от источника 220 вольт в течение двух часов.

Инженеры на протяжении всей истории авиации сталкивались с двумя препятствиями при проектировании электрических самолетов. Батареи, которые питают электродвигатели слишком тяжелы и не достаточно энергоэффективны, чтобы обеспечить достаточную мощность. Но в последние несколько лет электрические автомобильные аккумуляторы и двигатели стали легкими, мощными и достаточно эффективными, чтобы сделать реальным полёт на электрической, или, по крайней мере, на гибридной тяге.

Предложенная недавно концепция электрического самолета представляет нетрадиционные весьма радикальные двигательные системы, таких как технология распределения энергии силовой установки. Турбоэлектрическая система распределения мощности в этих двигательных механизмах способствует сохранению энергии и делает суда с электрическими двигателями достаточно практичными. Возможно, низкотемпературный жидкий водород и другие альтернативные виды топлива в сочетании с технологией конденсированного сохранения электроэнергии, хотя бы теоретически, смогут накопить достаточно мощности, чтобы полноразмерный коммерческий авиалайнер мог совершить полномасштабный трансокеанский или трансконтинентальный полет. Высокотемпературная сверхпроводимость открывает большие перспективы для использования в технологии конденсированного сохранения электроэнергии. Скрученная катушка из «высокотемпературного» сверхпроводящего материала в настоящее время может быть изготовлена по стоимости, которая могла бы оправдать её применение в двигателе самолёта. Энергия, запасенная с помощью сверхпроводящих технологий может питать электродвигатели, которые приводят в движение та-

кие же винты, которые мы можем видеть на современных турбовентиляторных авиационных двигателях.

Электрический самолет может быть значительно дешевле в эксплуатации, чем обычные самолеты. За 200-мильный полёт на электрической тяге одномоторный личный самолет будет потреблять электроэнергию на сумму \$ 20 по сравнению с примерно \$ 80 стоимости бензина авиационного класса; электродвигатель имеет только одну движущуюся часть, так что он почти не будет нуждаться в текущем техобслуживании. Такое сокращение расходов, в сочетании с совместным правом собственности на воздушные суда, может сделать персональную авиацию значительно более доступной. Винты типа Коанда могут продвинуть на рынок коммерческие самолеты дозвуковых скоростей, которые используют технологию конденсированного сохранения электроэнергии. Такие винты были изначально разработаны физиком Анри Коандой, который применил особый аэродинамический эффект, отклоняющий газовый поток в направлении стенок сопла так, что он будто прилипает к внутренней поверхности. Этот эффект повышает эффективность двигателя и позволяет воздушному судну на электротяге двигаться со скоростью, сопоставимой со скоростью от турбовинтовых двигателей. Самолеты с электрическим питанием, которые используют либо

турбовентиляторы, либо винты с эффектом Коанда, могли бы подниматься в разреженный воздух на большие высоты (до 65 000 футов), чтобы уменьшить потребление энергии (меньшее лобовое сопротивление) для длительных полетов. Более холодный воздух на таких высотах мог бы помочь сверхпроводящим системам накопления энергии функционировать должным образом.

Будущие научные прорывы могут произойти как в нанотехнологиях, так и в сверхпроводимости. Технологии конденсированного хранения энергии вполне вероятны, и могут появиться в недалеком будущем. Коммерческие самолеты на электродвигателях, летающие на дозвуковых скоростях, могут появиться в будущем, независимо от того, будет или нет пик нефтяного кризиса. Основные проблемы, которые могут возникнуть, это что коммерческой авиации будущего (после нефтяного кризиса), вероятно, потребуется огромное количество электроэнергии для зарядки эн сверхпроводящих систем накопления энергии и систем жидкостного охлаждения азотом. Это означает, что будущее самолетов с электрическим приводом в значительной степени зависит от достижений в разработке новых и более эффективных источников энергии.

© Никитевич Н. В., 2013

УДК 669

Н. А. Писарев

Научный руководитель – Н. В. Никушкин
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАСЧЕТНЫЙ АНАЛИЗ. КОНСТРУКЦИИ И ПРОЧНОСТИ ОСНОВНЫХ АГРЕГАТОВ И ЭЛЕМЕНТОВ САМОЛЕТА ATR-42/72

Представлен расчетный анализ силовой схемы самолета ATR-72, проведен анализ пригодности к эксплуатации ВС в регионе Сибири.

В настоящее время, большое распространение получила малая авиация: от тушения лесных пожаров до освоения Севера, ближнемагистральные и среднемагистральные летательные аппараты уже который год доказывают свою незаменимость. Но со временем из-за износа и выработки ресурса, старые, проверенные временем машины заменяются новой техникой. Благодаря глобализации, на просторах России также эксплуатируются и зарубежные машины. На смену устаревшим Ан-24, Ан-26 или Ан-140, приходят французские самолеты, семейства ATR: ATR-42 и ATR-72.

Но завоз новой техники подразумевает постановку новых задач перед эксплуатантами. При проектировке советской и российской авиационной техники, конструкторы и инженеры учитывают специфику местности, в которой будет использоваться самолет или вертолет, а значит, ее запас прочности и надежности позволит выдерживать как морозы, так и зной. В случае же с иностранной техникой, она изготавливается для умеренного климата и, в основном, равнинной мест-

ности, что не всегда и не везде подходит российскому ландшафту и землям к нам прилегающим.

Целью данной работы является проведение анализа и расчета на прочность конструкции самолета ATR-42/72. Расчет будет проводиться на основании выполненных ранее курсовых проектов по расчету на прочность летательных аппаратов. За прототип силовой схемы взята схема самолета Ан-140. В работе представлен расчет на прочность самолета ATR-72: приведение основных летно-технических характеристик, нахождение сил и перегрузок, действующих на данный ЛА в полете, расчет на прочность крыла, элементов механизации и фюзеляжа самолета. По итогу работы, будут подведены резу штаты расчетов

ATR-72 – это магистральный самолет, предназначенный для выполнения региональных полетов. На самолет устанавливается два турбовинтовыми двигателя. Цифра 72 в названии самолета произошла из-за максимально возможного количества пассажиров на борту.

В зависимости от выбранной авиакомпании компоновки, самолет может вмещать от 62-х до 74-х пассажиров. Характерной особенностью этого самолета является расположение входной двери. Пассажиры осуществляют посадку через заднюю дверь, что является весьма необычным для пассажирских самолетов.

Передняя же дверь используется для погрузки и выгрузки багажа. Для того, чтобы пассажиры могли зайти или выйти из самолета, к задней двери должен быть установлен специальный трап. В остальном самолет мало чем отличается от своего прототипа – АТР-42

Именно он послужил исходным вариантом, на баю которого был построен новый самолет. Разработка нового самолета была анонсирована в 1986-м году

руководством компании. Он получил название АТР 72 из-за количества пассажиров, которые могут быть размещены в салоне. Свой первый полет самолет выполнил 27-го октября 1988-го года. Спустя ровно год, 27-го октября 1989-го года компания FinnAir начала эксплуатацию своего первого самолета. Она стала первой авиакомпанией, которая стала эксплуатировать АТР-72.

После проведения анализа расчета на прочность конструкции самолета АТР-72. был получен ряд основных показателей прочности и надежности самолета. Были построены графики нагружения основных элементов планера.

© Писарев Н. А., 2013

УДК 629.7

И. Л. Пчелин

Научный руководитель – Е. А. Нартов

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАЗРАБОТКА БПЛА ДЛЯ ПОИСКОВО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ И ПЕРЕБРОСКИ ГРУЗОВ

Рассматривается тема разработки беспилотного летательного аппарата (БПЛА) в центре АИСТ для переброски грузов на основе существующих моделей.

Беспилотный летательный аппарат (БПЛА, также иногда сокращается как БЛА; в просторечии иногда используется название «дрон», от англ. drone – трутень) – летательный аппарат без экипажа на борту.

Первые упоминания связанные с беспилотными моделями были в 1898 году, когда Никола Тесла разработал и продемонстрировал миниатюрное радиоуправляемое судно [1–9].

В 1910 году, вдохновлённый успехами братьев Райт, молодой американский военный инженер из Огайо Чарльз Кеттеринг предложил использовать летательные аппараты без человека. По его замыслу управляемое часовым механизмом устройство в заданном месте должно было сбрасывать крылья и падать, как бомба, на врага. Получив финансирование армии США, он построил и с переменным успехом испытал несколько устройств, получивших названия The Kattering Aerial Torpedo, Kettering Bug, но в боевых действиях они так и не применялись. В Германии разрабатывается проект радиоуправляемого беспилотного бомбардировщика Fledermaus.

В 1933 г. в Великобритании разработан первый БПЛА многократного использования Queen Bee. Были использованы три отреставрированных биплана Fairy Queen, дистанционно управляемые с судна по радио. Два из них потерпели аварию, а третий совершил успешный полёт, сделав Великобританию первой страной, извлекающей пользу из БПЛА. Эта радиоуправляемая беспилотная мишень под названием DH82A Tiger Moth использовалась на королевском Военно-морском флоте с 1934 по 1943 г. Армия и ВМФ США

с 1940 года использовали ДПЛА Radioplane OQ-2 в качестве самолета-мишени.

Лишь в 2000 году БПЛА перешли на гражданское использование, и начали служить мирным целям.

В настоящее время существует множество видов БПЛА, направленных в основном на аэрофотосъемку и картографирование [9–12]. Подобные модели реализованы, в большинстве своем, иностранными разработчиками. Как результат, на данный момент все новые разработки данной области имеют высокую цену и сложность ремонта.

Применительно к поставленной нами задаче, разработки БПЛА в стране ведутся не активно. Но потребность в них есть. Так каждый год в каждом районе и областях за сезон теряется в лесу порядка 50 человек, в основном это грибки и ягодники так же встречаются туристы и охотники. Находят из них по статистике лишь 2/3, остальные остаются пропавшими без вести. Поиск и спасение очень трудоемкий и дорогостоящий процесс, занимающий много времени, и не всегда результативен. Я предлагаю, для этих целей использовать БПЛА. Так как он ускорит, облегчит и сделает более эффективным поиск потерявшихся людей.

Для этих целей в центре студенческого творчества АИСТ разрабатывается БПЛА планерной схемы, в котором для системы управления будут использоваться готовые микроконтроллерные и механические модули, благо, что сейчас их большое количество, как зарубежных так и отечественных. В качестве сторонней аппаратуры будет использоваться видео камеры высокого разрешения и тепловизоры. Так же на борту

будет размещается дополнительный полезный груз, массой примерно 5 килограмм, в который включены минимальные медикаменты, съестные припасы, и средства сигнализации и позиционирования для обозначения места пострадавшего. Его технические характеристики соответствуют уже имеющимся моделям, и в ходят в класс мини БПЛА, т. е. массой до 50 кг. Приблизительная дальность полета составляет более 100 км. Время в воздухе более 2-х часов.

Принцип поиска будет основан на прохождении заданных квадратов по определенному маршруту, с записью видео и тепловизионного изображения, в это же время оператор просматривает получаемое видео в режиме онлайн, и анализирует его. Если пострадавший был замечен, его место положение фиксируется оператором по координатам, если пострадавший находится в труднодоступном месте, то дополнительно сбрасывается груз с маячком и средством связи, и отправляется наземная бригада спасателей. Груз планируется снабжать световой и звуковой сигнализацией, привлекающей внимание потерявшихся и отпугивающее животных.

Выход БПЛА на маршрут, прохождение его и посадку БПЛА проходит в автоматическом режиме, с возможностью ручного управления. Запуск подобных аппаратов производится при помощи катапульты в полуавтоматическом режиме.

Преимуществом данного БПЛА является то, что он разрабатывается под вышеперечисленные задачи, которые нам необходимо выполнить, так же планируется использование недорогих материалов при его производстве. Помимо этого, нашей целью является

сделать конструкцию, как можно более простой и ремонтно-пригодной.

Дополнительная возможность использования нашего БПЛА - это переброска грузов из одного пункта в другой, например почты, либо небольших и нетяжелых грузов, доставка которых требует как можно более короткого промежутка времени. Снижая тем самым затраты на перевозку обычным транспортом.

Библиографические ссылки

1. URL: zala.aero.
2. URL: www.ptero.ru.
3. URL: avia.transas.com.
4. URL: www.gatewing.com.
5. URL: cropcam.com.
6. URL: c-astral.com.
7. Салычев О. С. Автопилот БПЛА с инерциальной интегрированной системой — основа безопасной эксплуатации беспилотных комплексов. Портал «Беспилотная авиация».
8. Чистяков Н. В. Что такое ДПЛА. dpla.ru — сайт для обсуждения научно-технических проблем отечественного тактического ДПЛА-строения.
9. Henri Eisenbeiß. UAV Photogrammetry. ETH ZURICH. DISS. ETH NO. 18515. Zurich, 2009.
10. Казарьян Б., Медведь А. Беспилотники ВВС США // Крылья Родины. 2012. № 1–2. С. 70–75.
11. Казарьян Б., Медведь А. Беспилотники ВВС США // Крылья Родины. 2012. № 3–4. С. 114–119.
12. Казарьян Б., Медведь А. Беспилотники ВВС США // Крылья Родины. 2012. № 5. С. 94–100.

© Пчелин И. Л., 2013

УДК 629.73.08; 629.7.004.67

Н. В. Тушина

Научный руководитель – Н. В. Юрковец

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МИКРОМАШИНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ БЕСКОЛЛЕКТОРНЫХ МАШИН ПОСТОЯННОГО ТОКА

Рассмотрены микромашины постоянного тока, перспективы развития бесколлекторных машин постоянного тока и их использование в авиационной аппаратуре.

Электрическая машина – основной преобразователь механической энергии в электрическую и электрической в механическую.

Электрические машины могут преобразовывать механическую энергию в электрическую (генераторы), электрическую – в механическую (двигатели), электрическую энергию – в электрическую другого рода тока, частоты или напряжения (преобразователи), а также электрическую энергию переменного тока одного напряжения — в другое (трансформаторы). Кроме того, существуют электрические машины, которые усиливают передаваемые электрические сигналы малой мощности до весьма значительных мощностей, что позволяет малыми сигналами на входе про-

изводить регулирование больших мощностей на выходе (электромашинные и магнитные усилители). В бортовом оборудовании широкое применение находят электрические машины, которые преобразуют электрический сигнал в заданное механическое вращение или поворот вала (исполнительные двигатели автоматических устройств), механическое вращение в электрический сигнал (тахогенераторы), механический угол поворота вала в электрический сигнал (поворотные трансформаторы), а также служат для одновременного поворота или вращения двух или нескольких механически не связанных между собой осей (сельсины) [1].

По роду тока электрические машины разделяются на машины постоянного и переменного тока.

Машины постоянного тока используются как двигатели, электромашинные усилители, тахогенераторы, генераторы и преобразователи напряжения постоянного тока. Двигатели постоянного тока обычно предназначаются для приводов, требующих широкого диапазона регулирования скорости вращения. Двигатели постоянного тока малой мощности часто применяются в системах автоматического регулирования в качестве исполнительных двигателей.

К машинам переменного тока относятся синхронные и асинхронные машины, трансформаторы и коллекторные двигатели и преобразователи переменного тока.

Синхронные машины ранее использовались главным образом как генераторы переменного тока и компенсаторы реактивной мощности. В настоящее время они находят применение в качестве двигателей самых разнообразных мощностей. Большое распространение имеют синхронные двигатели малых мощностей в схемах, требующих постоянной скорости вращения.

Микромашины постоянного тока используются в бортовых системах автоматики в качестве исполнительных двигателей, двигателей для привода лентопротяжных самозаписывающих механизмов, в качестве тахогенераторов и электромашинных усилителей. Двигатели постоянного тока находят главным образом для питания радиостанций, двигателей постоянного тока, зарядки аккумуляторных батарей, сварки, электрохимических низковольтных установок.

Вентильный электродвигатель — это синхронный двигатель, основанный на принципе частотного регулирования с самосинхронизацией, суть которого заключается в управлении вектором магнитного поля статора в зависимости от положения ротора [2]. Вентильные двигатели (в англоязычной литературе BLDC или PMSM) ещё называют бесколлекторными двигателями постоянного тока, потому что контроллер такого двигателя обычно питается от постоянного напряжения.

В последнее время, этот тип двигателей быстро приобретает популярность, проникая во многие отрасли промышленности. Находит применение в различных сферах использования: от бытовых приборов до рельсового транспорта.

Вентильный электродвигатель с электронными системами управления часто объединяют в себе лучшие качества бесколлекторных двигателей и двигателей постоянного тока.

Достоинства:

- высокое быстродействие и динамика, точность позиционирования;
- широкий диапазон изменения частоты вращения;

- бесконтактность и отсутствие узлов, требующих техобслуживания – бесколлекторная машина;
- возможность использования во взрывоопасной и агрессивной среде;
- большая перегрузочная способность по моменту;

– высокие энергетические показатели (КПД более 90 % и $\cos\phi$ более 0,95);

– большой срок службы, высокая надёжность и повышенный ресурс работы за счёт отсутствия скользящих электрических контактов;

– низкий перегрев электродвигателя, при работе в режимах с возможными перегрузками.

Недостатки:

– относительно сложная система управления двигателем;

– высокая стоимость двигателя, обусловленная использованием дорогостоящих постоянных магнитов в конструкции ротора.

Из-за неразвитости электроники по-прежнему во многих случаях рациональным оказывается применение асинхронного двигателя с преобразователем частоты.

Трёхфазные бесколлекторные электродвигатели постоянного тока обеспечивают превосходные характеристики, как при управлении с датчиками положения, так и без них.

Управление с датчиками используется, если момент сопротивления неизвестен или варьируется, а также, если необходимо достичь большого пускового момента.

Управление без датчиков, как правило, используется в вентиляторах, где позволяет избавиться от применения датчиков Холла и исключить проводные связи с ними.

Типичные сферы применения:

- электропривод;
- холодильное/морозильное оборудование (компрессоры);
- системы нагрева, вентиляции и кондиционирования воздуха (например, вентиляторы).

Несмотря на недостатки, электрические микромашины постоянного и переменного тока занимают значительное место в автоматических системах управления и регулирования счетно-решающих и гироскопических устройствах, бытовых приборах. Генераторы являются основными источниками электроэнергии на самолете.

Библиографические ссылки

1. Барвинский А. П., Козлова Ф. Г. *Электрооборудование самолетов*.

2. Арменский Е. В., Фалк Г. Б. *Электрические микромашины*.

© Тушина Н. В., 2013

Т. С. Федотова
 Научный руководитель – О. Г. Бойко
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РИСК-АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ ВЕРТОЛЕТОВ МИ-8 ПО СТАТИСТИЧЕСКИМ ДАННЫМ АВИАКОМПАНИИ

Рассматривается риск возникновения аварий и катастроф в зависимости от отклонений, выявляемых при анализе статистических данных.

Долгое время в авиации господствовала концепция абсолютной безопасности, и считалось безнравственным регламентировать риск в качестве показателя безопасности.

С увеличением объема перевозок число аварий и катастроф увеличились до неприемлемых значений.

Анализ отказов авиационной техники для выявления их причин их возникновения, является одним из путей для, предотвращения инцидентов и катастроф, а самое главное, для сохранения жизни членам экипажа и пассажирам.

В проведенной работе выполнено

1. По отчетам авиакомпании ЮтЭйр «Анализ по безопасности полетов ВС по техническим причинам и состояния качества ТОиР авиационного технического комплекса за 2009-2011г» выявлено какие инциденты относятся к ошибкам, а какие к нарушениям, а также выявлено по вине какой службы случился тот или иной инцидент.

2. Полученные данные классифицированы по таблицам, для расчета и анализа.

3. Рассчитана вероятность 1 катастрофы за один полет из-за допущенных нарушений и ошибок, по вине инженерно авиационных служб (ИАС) и летной эксплуатации (ЛЭ).

Для определения вероятности одной катастрофы за один полет использовалось правило 600 (см. рисунок) [1].



Главной задачей по уменьшению риска возникновения катастрофы вертолетов Ми-8 является анализ риска безопасности полетов по статистическим дан-

ным авиакомпании, а именно, выявление количества отклонений по различным службам, которое может привести к особым ситуациям в полете, т.е. к катастрофам. Для выявления количества отклонений по службам производится расчет параметров потоков отклонений по формуле

$$\omega_{ji} = \frac{1}{T_{ji}}, \quad (1)$$

где T_{ji} – средний налет на одно отклонение i -го вида по ошибкам и нарушениям от нормальных условий полета по j -й службе ИАС и ЛЭ. По правилу 600, из-за допущенных нарушений и ошибок, по вине инженерно-авиационной службы и летного экипажа количество отклонений определялось по формуле:

$$\omega_{jik} = \frac{\omega_{ji}}{600}. \quad (2)$$

По имеющимся данным по службе ИАС самая высокая вероятность катастрофы за 2010г $Q(t) = 0,562 \cdot 10^{-6}$, что больше допустимого значения $Q(t) = 1 \cdot 10^{-7}$. Следовательно, данные по ИАС являются неудовлетворительными, По сравнению с 2011 г. вероятность катастрофы по ИАС $Q(t) = 0,337 \cdot 10^{-6}$, параметр потоков отклонений на 1 катастрофу – ω_k существенно снизился.

По службе ЛЭ самая высокая вероятность катастрофы за 2009 г. $Q(t) = 0,362 \cdot 10^{-6}$, что больше нормативного $Q(t) = 1 \cdot 10^{-7}$. Следовательно, надежность полетов экипажей недостаточная.

За 2009–2010 гг. вероятность проявления одной катастрофы по службам ИАС и ЛЭ снизилась.

При решении задач традиционно используется методологический подход к оценке надежности с использованием теоремы умножения вероятностей [2].

При исследовании и решении данной задачи используется новый Методологический подход без использования теоремы умножения вероятностей [3].

Данный Вероятностный анализ показывает вероятность возникновения 1 катастрофы за один полет по инженерно-авиационной службе и по летному экипажу из-за нарушений, либо ошибок какой-либо из служб. Поэтому целесообразно производить данные расчеты, так как впоследствии возможно будет выявить, на какую из служб нужно обратить особое внимание, для устранения возможных будущих нарушений или ошибок, которые могут привести к катастрофе.

Сравнив службы ИАС и ЛЭ за 2009–2011 гг. можно сделать вывод, что авиакомпании ЮтЭйр при проведении мероприятий по повышению безопасности

полетов следует обратить первоочередное внимание на ошибки и нарушения службы ИАС.

Вместе с этим, благодаря приведенному вероятностному анализу можно сделать вывод, что вероятность возникновения одной катастрофы зависит от реализации в полете только одного отклонения от нормальных условий полета.

Библиографические ссылки

1. Шаров В. Д. *Обработка системы управления рисками в организации по техническому обслужива-*

нию // Научный вестник МГТУ ГА. 2010. № 162. С. 20–30.

2. ОСТ 1 00132-97. *Надежность изделий авиационной техники. Методы количественного анализа безотказности функциональных систем при проектировании самолетов и вертолетов.*

3. Шаймарданов Л. Г., Бойко О. Г. *Методологический подход к анализу рисков в гражданской авиации.*

© Федотова Т. С., 2013

УДК 629.7.035.3

К. С. Хотько

Научный руководитель – В. П. Карасёв
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МОДЕРНИЗАЦИЯ АВИАЦИОННОГО ДВИГАТЕЛЯ АИ-24 С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЕГО ЭФФЕКТИВНОСТИ

Данная работа посвящена модернизации турбовинтового авиационного двигателя АИ-24 с целью улучшения его характеристик. Данный тип двигателя устанавливается на самолеты АН-24, АН-26. Кроме того, АИ-24 используется в различных генераторных установках.

Прошло более половины века после старта в серийное производство турбовинтового двигателя АИ-24, который был разработан на ЗМКБ «Прогресс» им. академика А. Г. Ивченко.

АИ-24 с 1961 года устанавливался на самолеты АН-24, АН-26 и АН-30. Эти летательные аппараты используются по сей день, и ни для кого не секрет, что данный двигатель требует модернизации, которая позволит снизить расход топлива. Это связано, прежде всего, с низкими удельными характеристиками АИ-24.

АН-24 и АН-26 очень востребованы во многих городах России, поэтому данный авиационный двигатель стал объектом данной работы. Чтобы сделать их более эффективными и более экономичными, целесообразно разработать небольшую модификацию двигателя АИ-24 с минимальными финансовыми затратами, так как глубокая модернизация требует разработки скорее нового двигателя. В этом и состоит актуальность предпринятой работы.

При разработке подобной модификации стоит обратить внимание на корпус компрессора двигателя и проанализировать, каково влияние схемы с продольным соединением двух полукорпусов на радиальные зазоры и КПД. Кроме того, требуется усовершенствовать турбину по аналогам современных двигателей. Это является предметом исследования данной работы.

С годами в области турбовинтовых и турбореактивных двигателей было сделано множество модификаций, которые повлияли на развитие двигателестроения [Демин, 2006. С. 10]. Опираясь на этот опыт, представляется возможным позаимствовать некоторые разработки, сделанные ранее, которые бы позволили модернизировать двигатель АИ-24 с наименьшими экономическими затратами и улучшить его ха-

рактеристики. В этом заключается цель данного исследования.

В соответствии с обозначенной целью были поставлены следующие конкретные задачи:

1) проанализировать, как влияет схема с продольным соединением двух полукорпусов на радиальные зазоры и КПД;

2) улучшить КПД компрессора путем снижения радиальных зазоров, через замену имеющейся схемы корпуса, на цельную;

3) проверить на прочность лопатки и диск турбины при бандажировании лопаток.

Двигатель АИ-24 – высотный турбовинтовой, работающий с воздушным винтом левого вращения. Двигатель состоит из следующих основных частей: планетарного редуктора, лобового картера, осевого 10-ступенчатого компрессора, камеры сгорания кольцевого типа, трехступенчатой реактивной турбины, реактивного сопла и агрегатов, обслуживающих двигатель и самолет [Пода, 2001. С. 35].

Характерной особенностью двигателя является наличие систем, автоматически предохраняющих двигатель от перегрузок по мощности и температуре газов.

Для решения поставленных ранее задач, был проведен термогазодинамический расчет двигателя АИ-24. После чего была построена модель корпуса компрессора этого двигателя в программе SolidWork. После чего в приложении Simulation Express программы был произведен расчет на деформацию. Полученные результаты нашли свое применение в расчете КПД компрессора, а именно, были взяты имеющиеся радиальные зазоры с учетом овализации, а затем – данные зазоры с цельным корпусом, где отсутствовала овализация. Далее для модернизации турбины применили бандажирование лопаток, так как в

существующей системе имеются газовые утечки. Кроме того, были заменены уплотнения на сотовые уплотнения, которые применяются в современных двигателях истребителей.

В результате проведенной работы были сделаны следующие выводы:

1) имеющиеся тип корпуса компрессора ухудшает его характеристики, что и было доказано в произведенных расчетах;

2) применение цельного корпуса компрессора ведет к увеличению КПД компрессора на 7 %;

3) применение бандажа на диски турбины не приведет к близким критическим показателям запаса прочности, а именно, целесообразно оставить материал, применяемый для данных лопаток, таким, какой он есть;

4) изменение корпуса и схемы соединения направляющих аппаратов и уплотнений приведет к не-

большим финансовым затратам, но при этом увеличивается КПД компрессора, что существенно снижает расход топлива и в дальнейшем окупит данную модернизацию.

Таким образом, применение такой модернизации двигателя АИ-24 позволит улучшить его характеристики, а также снизить показатель расхода топлива.

Библиографические ссылки

1. Демин И. В. Основы теории авиационных двигателей : учеб. пособие. Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2006. 280 с.

2. Пода А. И. Авиационный турбовинтовой двигатель АИ-24 2-й серии. Техническое описание. М. : АНТЦ «Технолог», 2001. 160 с.

© Хотько К. С., 2013

УДК 621.89.017

Д. А. Шмельков

Научные руководители – Л. Ш. Шустер, Р. Г. Нигматуллин
Уфимский государственный авиационный технический университет, Уфа

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ТРИБОСОПРЯЖЕНИЙ КОМПРЕССОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПО АНАЛИЗУ РАБОТАЮЩИХ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Рассматриваются результаты исследования показателей качества смазочного материала с винтового компрессора.

С развитием научно-технического прогресса, увеличением автомобильного, железнодорожного, авиационного, водного и др. транспорта увеличивается потребление горюче-смазочных материалов, всё острее становится проблема загрязнения среды обитания человека. Полностью оправдалось предположение В. М. Вернадского о том, что в дальнейшем наши знания будут развиваться не по наукам, а по проблемам. На примере проблем, вызванных некачественной эксплуатацией возрастающего количества транспорта и техники, имеющей систему смазки, это становится очевидным [1].

При анализе проработавшего в устройстве масла возникают параллели с клиническим исследованием человеческого «масла» – крови. Анализы масла и крови определяют не только состояние этих жидкостей, но они также позволяют судить и о состоянии самой машины (человека).

В таблице приведены результаты исследования основных показателей состояния масла Roto-inject™ с винтового компрессора Atlas-Copco после различного срока его работы.

Показатели изменения качества масла Roto-inject™

Показатели	Метод испытаний	Свежее масло Roto-inject™	После замены масла		
			4 000 час. раб.	2 000 час. раб.	3 000 час. раб.
Кинематическая вязкость при 100 °С	ГОСТ 33	6,7	7,67	7,21	7,58
Щелочное число, мг КОН/г	ГОСТ 11362	3,78	1,53	2,6	1,8
Деземальгирующие свойства, мл	ТУ 38.101861	30(40-31-3)	30(40-36-4)	30(40-35-4)	30(40-35-5)
Трибологические свойства – нагрузка сваривания, Н – диаметр пятна износа, мм	ГОСТ 9490	211 0,45	160 0,5	178 0,42	178 0,47
Антиокислительные свойства – летучие НМ кислоты, мгКОН/г – содержание осадка, %	ГОСТ 981	0,0009 0,256	0,03 0,27	0,019 0,168	0,025 0,26
Антипенные свойства после 94 и 24 час.	ГОСТ 23652	Ободок не по всему объему	Ободок по всему объему	Ободок не по всему объему	Ободок не по всему объему
Воздуховыделение, с	По разработанной методике	73	80	76	78
Зольность, %		0,57	–	–	–

Из таблицы видно, что за первые 4 000 часов работы вязкость уменьшилась на 14 %, щелочное число на 59 %, кислотное число увеличилось в 2 раза и т. д.

После 4 000 часов работы масло было заменено на свежее, которое анализировалось после двух и трех тысяч часов работы. После 3 000 часов у масла ухудшились физико-химические свойства практически так же, как после 4 000 часов работы. Диапазон температур работы масла составлял 67–96 °С. Особенно ухудшились деэмульгирующие свойства. Поэтому было рекомендовано снова заменить масло.

Определение показателя воздуховыделения масла осуществлялось по специально разработанной методике, которая заключается в измерении плотности масла при комнатной температуре (с помощью ареометра, по уровню масла в мерном цилиндре); нагнетании воздуха с помощью компрессора в чистое и отработанное масло в течение 30 минут. Затем повторно измеряется плотность масла и время, в течение которого плотность возвращается к первоначальному состоянию – время воздуховыделения [2].

На предприятии ООО «Химмотолог» разработан маслотестер [3], который позволяет проводить количественный анализ таких важных параметров «здоровья» двигателя, как содержание топлива (нарушение системы питания), содержание намагничиваемых продуктов износа, прокачиваемость масла при низких температурах, коррозионные свойства масла, плот-

ность, вязкостно-температурный показатель, а с помощью капельного метода – ресурс масла и наличие в нём охлаждающей жидкости и воды.

Своевременный анализ масла – эффективное средство экономии на обслуживании автомобильных и авиационных двигателей, турбин, сложных станков и другого промышленного оборудования, решения усугубляющихся экологических проблем. Экспресс-диагностика с помощью маслотестера способна за короткое время дать необходимые результаты, что ведет к безопасной эксплуатации техники.

Библиографические ссылки

1. Нигматуллин Р. Г., Нигматуллин В. Р., Нигматуллин И. Р. Диагностика ДВС по анализу моторного масла. Уфа : ГУП РБ Уфимский полиграфкомбинат, 2011. 296 с.
2. Нигматуллин Р. Г., Шмельков Д. А. Определение показателя воздуховыделения масла // Актуальные проблемы науки и техники : сб. науч. тр. V Междунар. заоч. науч.-практ. конф. молодых ученых. Уфа : Нефтегазовое дело, 2012. Т. 1. 375 с.
3. Нигматуллин Р. Г. и др. Способ и устройство для определения работоспособности смазочных материалов. Патент РФ на изобретение № 2392607. G01N11/02. 2010.

© Шмельков Д. А., 2013

УДК 669.713

А. Д. Ахмаметева, Н. О. Каменев
Научный руководитель – Л. А. Герасимова
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО СОЗНАНИЯ НА ПРИМЕРЕ РОССИИ И ЯПОНИИ

Реалии современного мира заключаются в том, что экологические проблемы человека разворачиваются на фоне изменения места человека в социоприродных связях, в том числе и в связях между природой и социальной сущности человека. Сейчас Россия и Япония имея общие проблемы в области охраны окружающей среды, по-разному решают их. И стоит признать, что у Японцев это получается гораздо лучше. Почему?

Отношение к окружающей среде, природе, так называемое «экологическое сознание» у населения России и Японии разительно отличается. В международном рейтинге самых чистых стран мира за 2012 г. Япония занимает 23 строчку. Россия же в этом списке находится на 106 месте из 132 стран [8]. Сравнительный анализ, проведенный нами, призван понять, почему Россия, имея множество свободных и чистых земель, считается одной из грязнейших стран мира, а Япония, практически полностью застроившая свои острова – одна из чистейших стран на планете.

В Японии отношение людей к окружающей среде формировалось на протяжении сотен лет благодаря как естественным, так и культурным факторам. Среди них: географическое положение (Японии расположена на островах и имеет площадь в 378 тыс. кв. км, запасы земельного фонда равны 0,04 гектара на человека), национальная религия сеинтаизм (основана на вере в богов и духов природы, воды, земли и т. д.), научная деятельность (Япония лидер в области новых экологически чистых технологий – гибридные и экологические двигатели, биотопливо), законодательная деятельность. Природоохранное законодательство в Японии появились лишь в 1970-х годах [1]. Тогда был принят «Основной закон об охране окружающей среды» (1970 г.), появилось Управление по вопросам окружающей среды (1971 г.), функционирующим на правах министерства. Сейчас же в Японии существует более 30 других общегосударственных законов, регулирующих различные стороны экологической деятельности. В машиностроении появилась новая отрасль по созданию очистного оборудования и средств контроля за состоянием окружающей среды [7].

Современная Япония является одним из мировых лидеров в разработке новых экологически чистых технологий. Гибридные автомобили Honda и Toyota имеют высокую топливную экономичность и низкие выбросы. Это связано с передовой технологией в гибридных системах, биотопливом, использованием более легкого материала и лучшей техники [9].

В России же только сейчас начинают переходить на более безопасное для природы и человека топливо для автомобилей стандарта не ниже Евро 3. В то вре-

мя как в ЕС он был принят еще в 1999 г., сейчас там действует стандарт Евро 5.

В Японии имеются стандарты, которые трудно встретить за ее пределами: стандарт озеленения, стандарт воздействия на экосистемы [6]. Страна использует эколого-технологический подход к обеспечению экологически безопасного развития – так называемое «спасение с помощью науки», активно финансируемой государством.

В России ситуация по многим сравнительным факторам с первого взгляда намного лучше, чем в Японии. Территория России 17 млн кв. км. Запасы земельного фонда равны 0,6 гектара на 1 человека, с 1994 по 1999 гг. в школах преподавали экологию, сейчас разрабатывается новый обязательный учебный курс «экология» в рамках школьного образования. В России законодательная деятельность в области ООС началась с 1917 г. Сейчас экологическое законодательство регламентируется более чем 50 законами (главным из которых является конституция), постановлениями и указами президента, правительства и судов РФ. Есть свое министерство – природных ресурсов и экологии (1991 г.) [5].

Но количество не значит качество. Экологические законы в России имеют слишком много неточностей и брешей и от этого теряют свою эффективность, научный прогресс у нас еще не научится работать во благо природы, а культура и воспитание остается на низком уровне.

Но есть и общее у этих двух стран. Россия и Япония поддерживают политику ООН в области ООС. Обе страны являются участниками крупнейших конвенций и протоколов направленных на охрану окружающей среды: Венская конвенция об охране озонового слоя (1985 г.) [2], Монреальский протокол (1987 г.) [4], Киотский протокол (1999 г.) [3].

Подводя к концу сравнительный анализ можно выявить ряд мер, которые необходимо предпринять России для улучшения ситуации в области ООС:

1. Воспитание детей и подрастающего поколения (начало экологического воспитания с 4–5 лет, а не со школьной скамьи).

2. Укрепление и ужесточение законодательства в области ООС.

3. Развитие технологий (смена пути НТР с «природа в жертву прогрессу» на «прогресс во благо природы»).

Эти элементарные меры призваны в первую очередь на воспитание, развитие у населения России уважительного отношения к своей природе. А если есть понимание, то со временем и сама экологическая обстановка в стране улучшится.

Библиографические ссылки

1. Морозова В. Н. *Мировая экологическая политика и международное экологическое сотрудничество: Учебно-методическое пособие*. Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2007. С. 74–76. 125 с.

2. *Текст Венской конвенции об охране озонового слоя*. Вена, 22 марта 1985 г.

3. *Текст Киотского протокола к рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата*.

4. *Текст Монреальского протокола 1987 г. по веществам, разрушающим озоновый слой 1987 года*.

5. УКАЗ Президента РФ от 12.05.2008 г. № 724.

6. Хотунцев Ю. Л. *Экология и экологическая безопасность : учеб. пособие для студентов вузов*. М. : Академия, 2004. С. 254–256

7. *Охрана окружающей среды и национальные парки Японии*. URL: <http://www.today-japan.ru/protection.html>.

8. *Самые экологически чистые страны мира в 2012 г.* URL: <http://rating.rbc.ru/article.shtml?2012/07/24/33722120>.

9. *Экология Японии*. URL: <http://www.japanisland.ru/index.php/obshchaya-kharakteristika/40-ekologiya-v-yaponii>.

© Ахмаметева А. Д., Каменев Н. О., 2013

УДК 504.062.4

А. В. Бакланова, С. В. Шешко, А. Ю. Калигин
Научные руководители – В. А. Миронова, М. В. Чижевская
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СРАВНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ СОРБЕНТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ, ЗАГРЯЗНЁННОЙ НЕФТЕПРОДУКТАМИ

Приведены результаты исследований сорбционных свойств природных сорбентов, рекомендованных для очистки воды, загрязненной нефтепродуктами.

Нефть и нефтепродукты относятся к числу наиболее распространённых токсичных веществ, вызывающих техногенное загрязнение водных объектов, что влечет за собой тяжелые экологические последствия. Горюче-смазочные материалы используются практически во всех видах хозяйственной деятельности человека, в том числе на предприятиях не связанных с переработкой, хранением и транспортировкой нефтепродуктов.

Организации, род деятельности которых не связан напрямую с нефтепродуктами, могут столкнуться с необходимостью очистки технических вод от разливов ГСМ. В данном случае доступные и дешевые сорбенты могут помочь на первом этапе в нейтрализации нефтепродуктов. Использование сорбентов для очистки воды, загрязненной нефтепродуктами является общепринятым методом в мировой практике.

Целью данной работы стало определение природного сорбента, подходящего для очистки воды от нефтепродуктов.

Выбор материалов для исследований происходил по следующим критериям: наличие сорбционных свойств; доступность; экономичность.

Объектом исследований стали следующие сорбенты: силикагель, керамзит, древесные опилки (крупные, мелкие, гранулированные), активированный уголь.

Для определения концентрации нефтепродуктов в воде использовался флуориметрический метод измерения массовой доли нефтепродуктов в почве с по-

мощью «Флюората-02м» [ПНД Ф 16.1:2.21-98].

Определение сорбционных свойств природных материалов производили с помощью воды искусственно загрязненной керосином. Исходная суммарная концентрация нефтепродуктов в воде составила 525 мг/л.

Загрязненную керосином воду разлили в колбы, добавили сорбенты из расчета 10 г на 300 мл загрязненной воды. Перемешивали 15 минут. Отфильтровывали через бумажный фильтр (красная лента). В фильтрате определяли остаточную концентрацию нефтепродуктов (см. таблицу).

Для очистки воды загрязненной керосином в концентрации 525 мг/л до значений, не превышающих ПДК достаточно 10 г активированного угля на 300 мл воды. Для остальных тестируемых сорбентов такое количество (10 г) не дает полной очистки воды при высоких загрязнениях керосином, очевидно, что в данном случае нужно увеличить количество сорбента.

Исследования показали, что все природные сорбенты хорошо поглощают керосин из воды. Наиболее эффективными сорбционными свойствами обладает активированный уголь, который поглотил 99,99 % керосина. Также эффективным средством для поглощения керосина в воде являются древесные опилки: более 99 % для каждого вида (см. таблицу). Керамзит и силикагель показывали более низкие результаты, но, тем не менее их сорбционные свойства достаточно эффективны: 98,72 и 98,07 %, соответственно.

Сравнение поглотительных свойств природных сорбентов

Сорбент	Исходная концентрация керосина, мг/л	Конечная концентрация, мг/л	ПДК керосина в воде, мг/л	Эффективность, %
Силикагель	525	10,1	0,1	98,07
Керамзит	525	6,7	0,1	98,72
Активированный уголь	525	0,03	0,1	99,99
Мелкие опилки	525	4,5	0,1	99,14
Крупные опилки	525	1,1	0,1	99,79
Опилки гранулы	525	4	0,1	99,24

Сравнивая экономическую целесообразность применения исследуемых сорбентов, стоит указать, что наиболее подходящим сорбентом для очистки больших объемов загрязненной воды являются древесные опилки (крупной формы).

Непредвиденные, аварийные разливы ГСМ, сбросы их в водоемы могут произойти на любом хозяйствующем объекте. В связи с этим необходимость быстрой и своевременной локализации разливов и очистки воды становится весьма актуальными.

Согласно нашим исследованиям наибольшей сорбционной активностью в отношении к ГСМ обладает активированный уголь, на втором месте древесные опилки, на третьем месте керамзит и на четвертом месте силикагель.

Данные сорбенты являются наиболее доступными, эффективными и с финансовой точки зрения экономичными.

© Бакланова А. В., Стешко С. В., Калигин А. Ю., 2013

УДК 570

М. Н. Банщикова
 Научный руководитель – Е. Я. Мучкина
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОЦЕНКА УРОВНЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РАЗЛИЧНЫМИ ГРУППАМИ НАСЕЛЕНИЯ

Выявлено различие в уровнях потребления природных ресурсов различных социальных групп населения. Наиболее высокий уровень зарегистрирован у служащих и студентов.

Развитие технического прогресса глобализация информационного пространства усиливают объем потребления населением природных ресурсов: энергетических, водных, лесных, биологических, вследствие чего возрастает антропогенный прессинг на компоненты биосферы.

Для оценки уровня обеспеченности человечества природными ресурсами была разработана анкета «Экологический след России и россиян» (С-Петербург, 2005 г.), пункты которой были использованы для опроса отдельных лиц. В анкету включены следующие вопросы:

1. Жилье

1.1. Площадь вашего жилья позволяет держать кошку, а собаке нормальных размеров было бы тесновато

1.2. Большая, просторная квартира

1.3. Коттедж на две семьи

2. Использование энергии

2.1. Для отопления вашего дома используется нефть, природный газ или уголь

2.2. Для отопления вашего дома используется энергия воды, солнца или ветра

2.3. Большинство из нас получает электроэнергию из горючих ископаемых

2.4. Отопление вашего дома устроено так, что вы можете регулировать его в зависимости от погоды

2.5. Дома вы тепло одеты, а ночью укрываетесь двумя одеялами

2.6. Выходя из комнаты, вы всегда гасите в ней свет

2.7. Вы всегда выключаете свои бытовые приборы, не оставляя их в дежурном режиме

3. Транспорт

3.1. На работу вы ездите городским транспортом

3.2. На работу вы идете пешком или едете на велосипеде

3.3. Вы ездите на обычном легковом автомобиле

3.4. Вы используете большой и мощный автомобиль с полным приводом

3.5. В последний отпуск вы летели самолетом

3.6. В отпуск вы ехали на поезде, причем путь занял до 12 часов

3.7. В отпуск вы ехали на поезде, причем путь занял более 12 часов

4. Питание

4.1. В продуктовом магазине или на рынке вы покупаете в основном свежие продукты (хлеб, фрукты, овощи, рыбу, мясо) местного производства, из которых сами готовите обед

4.2. Вы предпочитаете уже обработанные продукты, полуфабрикаты, свежемороженые готовые блюда, нуждающиеся только в разогреве, а так же консервы, причем не смотрите, где они произведены

4.3. В основном вы покупаете готовые или почти готовые к употреблению продукты, но стараетесь, чтобы они были произведены поближе к дому

4.4. Вы едите мясо 2–3 раза в неделю

4.5. Вы едите мясо 3 раза в день

4.6. Предпочитаете вегетарианскую пищу

5. Использование воды и бумаги

5.1. Вы принимаете ванну ежедневно

5.2. Вы принимаете ванну 1–2 раза в неделю

5.3. Вместо ванны вы ежедневно принимаете душ

5.4. Время от времени вы поливаете приусадебный участок или моете свой автомобиль

5.5. Если вы хотите прочитать книгу, то всегда покупаете ее

5.6. Иногда вы берете книги в библиотеке или одалживаете у знакомых

5.7. Прочитав газету, вы ее выбрасываете

5.8. Выписываемые или покупаемые вами газеты читает после вас кто-то еще

6. Бытовые отходы

6.1. Все мы создаем массу отходов и мусора

6.2. За последний месяц вы хоть раз сдавали бутылки

6.3. Выбрасывая мусор, вы откладываете в отдельный контейнер макулатуру

6.4. Вы сдаете пустые банки из-под напитков и консервов

6.5. Вы выбрасываете в отдельный контейнер пластиковую упаковку

6.6. Вы стараетесь покупать в основном не фасованные, а развесные товары; полученные в магазине упаковку используете в хозяйстве

6.7. Из домашних отходов вы делаете компост для удобрения своего участка

Опрос проводили среди студентов – 25 чел., пенсионеров – 25 чел., служащих – 25 чел..

Выявили, что большее потребление природных ресурсов отмечается у таких групп как студенты, где индекс потребления составляет до 5,2 при контрольном значении 1,8. Высокие требования у студентов связаны с потреблением продуктов «фаст-фуда» и активным передвижением на автомобилях.

В группе служащих высокий уровень потребления обусловлен активным перемещением на автотранспорте, использованием нескольких автомобилей в одной семье.

В группе пенсионеров индекс потребления незначительно превышает контрольный – 2,5.

Таким образом, очевидно, что объем потребления природных ресурсов определяется его социальным статусом и степенью запросов материального блага.

© Банщикова М. Н., 2013

УДК 316.485.26

К. В. Василюк

Научный руководитель – Н. В. Юрковец

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ И ТЕРРИТОРИИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ, ОБУСЛОВЛЕННЫХ ТЕРРОРИСТИЧЕСКИМИ АКТАМИ

Терроризм относится к числу самых опасных и трудно прогнозируемых явлений современности, которое приобретает все более разнообразные формы и угрожающие масштабы. Террористические акты чаще всего приносят массовые человеческие жертвы, влекут разрушение материальных и духовных ценностей, не поддающихся порой восстановлению, сеют вражду между государствами, провоцируют войны, недоверие и ненависть между социальными и национальными группами, которые иногда невозможно преодолеть в течение жизни целого поколения.

Целью теракта является не столько совершение самого преступления (взрыв, убийство), сколько устрашение – наведение ужаса, т. е. преднамеренное создание обстановки страха. Именно этот признак отличает теракт от других видов подобных преступлений, например, диверсий. Страх является рычагом, средством для достижения преступных целей. Часто он более эффективен, чем физическое уничтожение. Страх парализует человека, лишает воли к сопротивлению, вынуждает принимать ранее неприемлемые решения.

Истинным объектом терроризма выступает общество. В широком смысле терроризм – это «незаконное использование силы или насилия против лиц или имущества для устрашения или принуждения правительства, гражданского населения или их составляющих в политических или социальных целях». То есть терроризм органически связан с давлением на власть, основанным на физической угрозе.

Другой важный аспект, делающий терроризм эффективным, – его принципиальная непредсказуемость. Конечно, эксперты могут говорить об определенных прогнозах активности террористических организаций, но в отношении отдельных террористов это почти невозможно. Именно поэтому акции одиночек наносят наибольший урон безопасности.

Исключительное распространение получил социальный терроризм, т. е. совершение террористических актов организованными и иными преступными группами для устрашения и уничтожения конкурентов, для воздействия на государственную власть с тем, чтобы добиться наилучших условий для своей пре-

ступной деятельности. Обще уголовный терроризм можно встретить в повседневной, криминальной практике очень многих стран, когда сводят счеты или устрашают друг друга различные преступные группировки.

Главной причиной «успешности насилия» может быть социальный коллапс, точнее, его последствия, – неслучайно же всплеск террористической активности мы наблюдаем в так называемых, несостоявшихся государствах, которые находятся в стадии распада и дезинтеграции. Общество, пережившее столь мощный кризис, характеризуется следующими чертами:

- падение авторитета центральной администрации и власти вообще, снижение военной мощи и отдельные восстания в отдаленных провинциях;

- постепенная дезинтеграция и неэффективность управления, даже если правительство располагает необходимыми рычагами влияния;

- «зонтик законности» не защищает население от «дождя беззакония», а уполномоченные лица не справляются с поддержанием правопорядка;

- публичное пространство преобразуется в частное.

Нелегитимное насилие работает по принципу положительной обратной связи – чем его больше, тем активнее сопротивление, что ведет к эскалации напряженности и окончательному развалу государства. Этот путь недавно прошли Палестина, Афганистан,

Сомали; коррупция, террор, безвластие в них – следствие, а не причина слабости государства.

Современный терроризм стал более жестоким. Если раньше объектами терроризма были представители власти, военные, общественные деятели, то после нацизма в Германии, сталинизма в России, изменилось отношение к цене человеческой жизни в глобальном масштабе – стало возможным уничтожение сотен тысяч мирных людей только для устрашения и демонстрации своей мощи. Объектами терактов становятся также дети.

Мировое сообщество строит глобальную систему координации деятельности спецслужб, создание единой информационной среды в области противодействия терроризму. К сожалению, авторы отмечают, что не все страны ведут честную игру. Внутри антитеррористической коалиции существуют значительные разногласия по отношению к международным терактам.

О степени угрозы для современного общества, которую несет в себе терроризм, говорит тот факт, что, ведущие государства мира принимают законы о борьбе с терроризмом, практически ни одна встреча глав ведущих государств не проходит без обсуждения этой проблемы.

© Василюк К. В., 2013

УДК 343.9

Д. А. Веретнов

Научный руководитель – О. П. Потапаева

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОБЩАЯ КРИМИНОГЕННАЯ ОБСТАНОВКА КРАСНОЯРСКА

На основе проведенного исследования криминогенной обстановки был предложен ряд мер, способствующих сокращению числа преступлений.

Практически любой человек в нашем современном мире может стать жертвой преступных деяний. Этим деяниям способствуют ряд причин, вынуждающих преступить черту законности и морали. Начиная с 90-х и заканчивая 2000-ми годами, в Красноярске было зарегистрировано около 90 000 преступлений. В последнее время в криминальных СМИ все реже появляются статьи о проявлении преступной деятельности.

Текущая статистика преступности в Красноярске. В работе проведены расчеты по криминогенной обстановке Красноярска. На данный момент общее число зарегистрированных преступных посягательств в краевом центре снизилось на 3,9 % и составило 23 352 преступления. За 12 месяцев 2012 г. на территории г. Красноярска зарегистрировано 6048 тяжких и особо тяжких преступлений, что на 6,0 % больше уровня 2011 г. Несмотря на снижение количества зарегистрированных тяжких и особо тяжких преступлений, их количество остается достаточно высоким (удельный вес 25,9 %).

Причины ухудшения криминогенной обстановки и методы борьбы с преступностью.

В ходе поиска причин проявления преступности был выявлен следующий источник-подростки. Подростки являются одной из наиболее незащищенных категорий нашего общества. Они сильнее испытывают состояние стресса и раздражения. Их мечты о легком и быстром обогащении ведут к различным проступкам и преступлениям. Также на преступность несовершеннолетних оказывают влияние события, происходящие в различных субъектах страны. Часто несовершеннолетние участвуют в террористических актах, организациях массовых беспорядков, взрывов. Подростки легко вовлекаются в экстремистские группировки. Их желание утвердиться, также нередко приводит в криминальную среду.

Итак, несовершеннолетний преступник стал преступником, именно потому, что он в свое время не ощутил поддержку родителей, общества, государства. Именно, исходя из этого, должна строиться профилактика отклоняющегося поведения подростков, которая

могла бы ему помочь приспособиться к социальной среде. Для этого нужно использовать комплекс мероприятий: на общественных началах организовывать в социальных центрах кружки и секции, проводить выездные экскурсии в места лишения свободы, средства массовой информации (телевиденье, газеты, журналы) должны рассказывать подростку о его важности и необходимости в нашем обществе. Еще одно мероприятие, наиболее эффективное для снижения уровня преступности – Красноярская добровольная народная дружина. Красноярская муниципальная добровольная народная дружина (далее – муниципальная народная дружина) – добровольное формирование жителей города Красноярска, созданное в целях их участия в охране общественного порядка и борьбе с правонарушениями. Методы работы: оказание содействия

правоохранительным и иным уполномоченным органам в их деятельности по охране общественного порядка, проведение профилактической воспитательной работы с лицами, склонными к совершению правонарушений, принятие участия в работе по предупреждению безнадзорности и правонарушений среди несовершеннолетних.

Подводя итог, можно сказать, что методы, изложенные в данной статье положительно влияют на изменение криминогенной обстановки в Красноярске. Так за 2012 год было зарегистрировано снижение уровня преступности на 3,9 %, что говорит об эффективности методов борьбы с криминальными проявлениями.

© Веретнов Д. А., 2013

УДК 378.16

И. Ю. Войтов¹, А. А. Севрунов²

Научные руководители – Г. М. Гринберг, И. В. Баженова

¹Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

²Сибирский федеральный университет, Красноярск

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ В ПНЕВМОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СХЕМЕ РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Для лучшего понимания студентами работы пневмогидравлической схемы ракетного двигателя предлагается разработать программу, позволяющую визуализировать происходящие в пневмогидравлической схеме процессы.

В современном информационном обществе компьютерные технологии всё прочнее внедряются в образовательный процесс. Основные преимущества информационных технологий (наглядность, возможность использования комбинированных форм представления информации и др.) становятся основой поддержки процесса образования. Компьютерные технологии позволяют поднять на новый уровень подачу учебного материала, процесс восприятия и переработки визуальной информации.

По мнению Н. А. Резника в основу визуализации содержания учебного материала кладётся сознательное и целенаправленное использование специально разработанных и особым образом организованных приемов представления учебного материала, способствующих стимулированию его восприятия и работы мышления с ним. Под визуализацией понимается представление, структурирование и оформление учебных знаний при информационном наполнении статических (бумажных) или динамических (мультимедийных) средств обучения. Это наполнение должно быть основано на постоянном взаимодействии трех способов предъявления информации (текст-рисунок-формула), приводящего к формированию целостного учебного образа, позволяющего активизировать визуальное мышление обучаемого при изучении учебных предметов [1].

На кафедре систем автоматического управления СибГАУ осуществляется подготовка специалистов по

специальности 161101.65 «Системы управления летательными аппаратами» и бакалавров по направлению подготовки 161100.62 «Системы управления движением и навигация». В рамках изучаемой специализации и бакалаврами дисциплины «Технические средства навигации и управления движением» им даются основные понятия о структуре и работе агрегатов автоматизации пневмогидравлических схем (ПГС) двигательных установок (ДУ) ракет и космических аппаратов.

Под пневмогидравлической схемой понимают совокупность пневмогидравлических устройств жидкостных ракетных двигателей (ЖРД), состоящих из топливных баков, расходных магистралей и вспомогательных устройств и систем, обеспечивающих заправку баков компонентами топлива и зарядку аккумуляторов давления, хранение рабочих продуктов без изменения их свойств в заданном диапазоне температур, предпусковой и основной наддувы баков, непрерывную подачу топлива с заданными параметрами в камеры сгорания двигателей во время из работы, а также работу агрегатов автоматизации и регулирования в соответствии с циклограммой работы и программой полёта [2].

Для лучшего понимания студентами работы ПГС ЖРД нами предлагается дополнить имеющиеся учебные материалы (статическую схему и описание работы ПГС) программой, позволяющей визуализировать происходящие в ПГС процессы. В этом случае сту-

денты смогут изучать последовательность происходящих в ПГС процессов с параллельным объяснением преподавателя.

Задача визуализации работы ПГС ЖРД может быть решена либо с использованием готовых инструментов промышленной визуализации и проектирования, либо путём разработки собственного средства визуализации. Первый метод предполагает использование систем автоматизированного проектирования, предоставляющих возможности создания анимированных моделей объектов (например, Autodesk Inventor) или системы моделирования технических объектов с возможностью симуляции их работы, такой как SimulationX. Возможным достоинством этого подхода является удобство подготовки визуализации двигателя в рамках среды, в которой проводилось его проектирование. Однако существенный недостаток состоит в невозможности получить интерактивную анимацию.

Второй метод предполагает применение технологий, могущих обеспечить графическое отображение процесса работы узлов аппарата, а также реализовать интерфейс, позволяющий пользователю самостоятельно контролировать ход визуализации, задавая значения различных параметров вручную. В этом случае можно выделить два основных подхода:

1. Использование платформенно-независимых языков программирования высокого уровня совместно с универсальными графическими библиотеками. Если моделирование осуществляется в некоммерческих целях, предпочтительным представляется использование технологий, основанных на свободном программном обеспечении (ПО). Среди таких графических средств ведущее положение занимают библиотеки OpenGL и Microsoft DirectX. В отличие от DirectX, OpenGL не требует наличия в системе специальных драйверов, что обеспечивает более высокий уровень автономности написанных с его использованием программ.

2. Использование технологий создания интерактивных мультимедийных приложений, исполняемых

посредством сторонних проигрывателей. В качестве примера можно привести Adobe Flash ввиду его высокой распространённости и доступности на большинстве систем. Flash позволяет создавать демонстрации произвольной сложности и обеспечить любой желаемый уровень взаимодействия с пользователем, не уступая в этом отношении языкам высокого уровня.

Недостатком этой платформы является неоправданно высокая нагрузка на процессор, связанная с использованием виртуальной машины для исполнения кода. К ещё одному недостатку Flash также следует отнести необходимость установки дополнительного ПО (Flash-проигрывателя или подключаемого модуля для Интернет-браузера) на используемый для визуализации персональный компьютер. Однако имеется и безусловное достоинство: написание кода и подготовку графических данных здесь можно осуществлять в единой среде.

При любом методе реализации требуется описание сценария функционирования двигателя в зависимости от пользовательских настроек на компилируемом или интерпретируемом скриптовом языке, а также создание графических материалов. Для визуализации работы нескольких различных моделей двигателей рационально будет создать единый движок (engine), обеспечивающий унифицированное представление принципа работы двигателей при различиях конструкций и графических данных.

Библиографические ссылки

1. Резник Н. А. Визуализация учебного контента в современном информационном пространстве. URL: <http://www.vischool.rxt.ru/texts/rez07mgpu.htm>.

2. Челомей В. Н., Полухин Д. А., Миркин Н. Н. и др. Пневмогидравлические системы двигательных установок с жидкостными ракетными двигателями. М.: Машиностроение, 1978. 240 с.

© Войтов И. Ю., Севрунов А. А., 2013

УДК 621.6

А. Ю. Воробьева, А. Ф. Наджафов
Научный руководитель – А. В. Ивлиев
Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С. П. Королева (национальный исследовательский институт), Самара

УСТАНОВКА ДЛЯ СБОРА ГАЗООБРАЗНОГО ГЕЛИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИСПЫТАНИЙ КЛАПАНОВ

Испытания авиационной и ракетно-космической техники проводятся для повышения надежности. При проведении испытаний клапанов ракетных двигателей применяется именно гелий. В настоящее время процесс испытаний заключается в том, что охлажденный до температуры жидкого азота гелий из сосуда поступает на испытуемый клапан, после чего через трубопровод выбрасывается в атмосферу. Но учитывая его высокую стоимость это нецелесообразно. С предложенной нами установкой после испытаний гелий не будет выбрасываться, а будет поступать в сосуд для сбора гелия и использоваться в дальнейшем.

Настоящая работа описывает конструкцию установки для сбора газообразного гелия при проведении испытаний клапанов с целью экономии газообразного гелия.

Итак, что же такое гелий? Гелий – один из наиболее распространённых элементов во Вселенной, он занимает второе место после водорода. Однако на

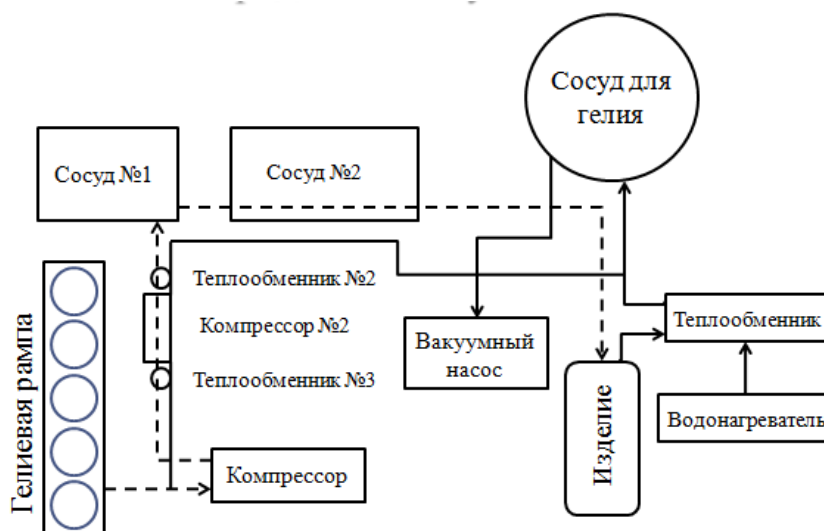


Схема предлагаемой установки

земле добывать его очень сложно. Наибольшая концентрация гелия наблюдается в минералах, содержащих уран, торий самарий. Гелионосные природные газы содержат как правило до 2 % гелия по объёму. Исключительно редко встречаются скопления газов, гелиеносность которых достигает 8–16 %. Гелий добывается из природного газа процессом низкотемпературного разделения – так называемой фракционной перегонкой. В России газообразный гелий получают из природного и нефтяного газов. В настоящее время гелий извлекается на гелиевом заводе ООО «Газпром добыча Оренбург» из газа с низким содержанием гелия (до 0,055 % об.), поэтому российский гелий имеет высокую себестоимость. Актуальной проблемой является освоение и комплексная переработка природных газов крупных месторождений Восточной Сибири с высоким содержанием гелия (0,15–1 % об.), что позволит намного снизить его себестоимость.

В настоящее время процесс испытаний заключается в том, что охлажденный до температуры жидкого азота гелий из сосуда поступает на испытуемый клапан, после чего через трубопровод выбрасывается в атмосферу. Но учитывая его высокую стоимость это нецелесообразно. С предложенной нами установкой после испытаний гелий не будет выбрасываться, а будет поступать в сосуд для сбора гелия и использоваться в дальнейшем.

В предложенной установке (см. рисунок) гелий из гелиевой рампы при помощи компрессора попадает в сосуд № 1 для хранения гелия, а затем в емкость (сосуд № 2), в которой гелий охлаждается жидким азотом, после чего поступает на испытуемое изделие (клапан). Далее гелий не выбрасывается в атмосферу а проходит через теплообменник, который предназначен для подогрева сбрасываемого от испытуемого клапана гелия с $-180...-190\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ с помощью горячей воды. Горячая вода, температурой $+60...+80\text{ }^{\circ}\text{C}$ на теплообменник подается от электрического водонагревателя. После этого гелий собирается в рабо-

тающий под давлением до 12 кгс/см^2 металлический сосуд с последующей подачей собранного гелия на вход испытательной установки.

Для перекачки гелия из сосуда в существующую систему для последующих испытаний предназначен компрессор № 2.

Вакуумный насос предназначен для предварительного вакуумирования сосуда для сбора гелия при первоначальном заполнении, чтобы обеспечить высокую степень чистоты собираемого гелия.

Теплообменники № 2 и № 3 запитываются холодной водой, обеспечивают приведение температур гелия, поступающего на вход компрессоров в допустимый для их работы диапазон $0...+30\text{ }^{\circ}\text{C}$

В работе приведены все необходимые расчеты. Посчитана масса гелия, подлежащая сбору за один цикл испытаний, произведен расчет емкости сосуда для сбора гелия, расхода воды через теплообменник, тепло, которое передается дозе гелия и т. д.

Расчет массы подлежащего сбору гелия за один цикл испытаний проводится с использованием уравнения реального газа Ван-дер-Ваальса [1]. Расчет емкости для сбора гелия ведется по более простой формуле Менделеева-Клапейрона, так как при небольших давлениях и положительных температурах расхождение результатов расчетов с формулой Ван-дер-Ваальса не превышает 5 %.

Данная система сбора гелия позволит собрать не менее 80 % гелия.

Учитывая довольно высокую стоимость предлагаемой установки, ее экономическая эффективность будет зависеть от числа испытаний.

Библиографическая ссылка

1. Сивухин Д. В. *Общий курс физики. Т. II. Термодинамика и молекулярная физика.* М. : Наука, 1975. 519 с.

© Воробьева А. Ю., Наджафов А. Ф., 2013

УДК 669. 713. 7

А. В. Гнатовская, Е. В. Миронова
Научный руководитель – Л. А. Герасимова
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ЭКОДОМ – КЛЮЧ К БУДУЩЕМУ

Экологическое жильё – это дружественные окружающей среде, комфортабельные и очень тёплые индивидуальные дома, заблокированные с приусадебными участками. Принципиальное отличие экоддома состоит в том, что он опирается на природную инфраструктуру, такую как солнце, ветер, плодородие почв, которые отключить сложно.

По общепризнанному определению экологов город является «злонамеренным образованием» на теле Природы. Помимо проблемы промышленного загрязнения и загрязнения от автомобильного транспорта у города, несомненно, есть отдельная проблема, связанная с предоставлением городскому населению соответствующего уровня жизнеобеспечения.

Централизованное обеспечение тепловой энергией для отопления достаточно неэффективных (с точки зрения потерь тепла) зданий и сооружений, а также для предоставления горячего водоснабжения создаёт множество экологических проблем, начиная со сжигания огромного количества углеводородного топлива и заканчивая использованием большого количества природных ресурсов для создания систем доставки тепловой энергии к местам потребления.

Создающиеся в традиционных городских домах отходы жизнедеятельности (как естественные, так и искусственные) оказывают в настоящее время огромную нагрузку на Природу.

Все эти проблемы, как и некоторые другие, призвана решить программа создания экологического жилья – «ЭкоДом».

Экоддома оборудованы собственной системой отопления, использующей в дополнение к обычному отоплению, солнечный обогрев дома и солнечный нагрев воды для бытовых нужд [2].

Экологическое жильё – это дома с собственной системой утилизации продуктов жизнедеятельности.

Экологическое жильё – это дома с системой раздельного сбора искусственных отходов жизнедеятельности для максимального использования их в качестве вторичных ресурсов.

Жители экопосёлка добровольно берут на себя обязательства не использовать в быту экологически вредные вещества и материалы.

Преимущества. 1. Безотходность. Задача достижения безотходности промышленного производства как проблема сформулирована некорректно, поскольку шкала отходности относительна и не имеет нуля. Можно говорить лишь о большей или меньшей отходности данной технологии относительно других. По крайней мере, в настоящее время безотходность есть не что иное, как отвлекающий пропагандистский миф. При анализе любого объявленного случая безотходности, оказывается, что отходы всего лишь несколько снижены или уменьшена их вредность. Отсюда следует, что не может быть и экологически чистых товаров, ведь их производство неизбежно сопро-

вождалось экологическим ущербом. Так же как и в случае производств можно говорить только о сравнительной экологической чистоте.

Строительные материалы могут представлять опасность для здоровья людей. С точки зрения влияния на здоровье материалы можно расположить в следующей последовательности – наименее желательны в качестве конструкционного материала металлы, в следующую группу входят бетон, камни с кристаллическими компонентами, стекло, различные пластики, более предпочтительны глиняный кирпич, мягкие камни осадочного происхождения. Наилучшими являются материалы биогенного происхождения – дерево, солома и другие растительные материалы, необожженные грунтоблоки и т. д. [1]

Отделка помещения, мебель и т. д. могут служить источниками тех или иных вредных воздействий. В особенности это присуще различным пластикам, синтетическим и многокомпонентным материалам. Очевидно, что в экодоме должны присутствовать только достаточно безопасные для здоровья материалы.

2. Безопасный дом. Современный многоэтажный дом – объект, который целиком опирается на коммунальную инженерную инфраструктуру и полностью от нее зависит. Без нее он беспомощен и практически непригоден для жизни. Помимо прочего это определяет его высокую уязвимость – достаточно, фигурально выражаясь, отключить или вывести из строя один рубильник и район или город останутся без электричества или воды и нормальная жизнь в них будет парализована. Принципиальное отличие экоддома состоит в том, что он опирается на природную инфраструктуру, такую как солнце, ветер, плодородие почв, которые отключить сложно. В этом отношении жилые образования, состоящие из экоддомов, будут в высокой степени устойчивыми как в отношении природных, так и техногенных катаклизмов. Поскольку экоддом отличается повышенной технической сложностью, то возникает правомерный вопрос о его надежности и с этой стороны. Анализ показывает, что в наличии уже имеются средства обеспечения достаточно надежного и безопасного функционирования инженерных систем жизнеобеспечения экоддома. Таким образом, экоддом сможет обеспечить своим обитателям значительно большую безопасность, чем существующее жильё [1].

Сравнительные экономические показатели экожилья. Говорить об экономической приемлемости или неприемлемости экожилья то же самое, что и рас-

суждать о том, не слишком ли дорог спасательный круг для утопающего. В рамках же признания безальтернативности экожиля в перспективе, обсуждение его экономичности вполне правомерно, поскольку позволяет трезво оценить ближайшие перспективы, темпы и тактику перехода к нему. В настоящее время отдельный экологический дом в силу того что это будет новый, уникальный, еще не отработанный продукт, будет в целом дороже аналогичного дома выполненного по традиционным схемам. В полной мере преимущества экодомов проявятся при их массовом строительстве [3]. Это будет и удешевление строительства и эксплуатации жилых районов, в связи с резким сокращением необходимой инженерной и производственной инфраструктуры и более рацио-

нальным использованием территорий и улучшение экологической обстановки, многочисленные социальные выгоды и т. д.

Библиографические ссылки

1. Вавакин Л. В. Проблемы градостроительства в новых социально-экономических условиях // Пром. и гражд. стр-во. 1998. № 3. С. 5.
2. Владимиров В. В. Пути сохранения экологического равновесия в городских агломерациях // Пром. и гражд. стр-во. 1996. № 9. С. 35.
3. Лицкевич В. И. Несколько слов о жилище недалекого будущего // Жил. стр-во. 2000. № 8. С. 56.

© Гнатовская А. В., Миронова Е. В., 2013

УДК 504.062.4

И. А. Горева, А. О. Воробьева
 Научные руководители – М. В. Чижевская, В. А. Миронова
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

**ПРИМЕНЕНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ ДЛЯ РЕМЕДИАЦИИ ПОЧВ, ПОДВЕРЖЕННЫХ
 ЛОКАЛЬНОМУ ЗАГРЯЗНЕНИЮ ГОРЮЧЕ-СМАЗОЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ**

Работа освещает вопросы, касающиеся биологической очистки почв. Проведены исследования, определяющие возможность использования биопрепаратов серии «ЭМ» для биоремедиации (биологической очистки) почв, загрязненных нефтепродуктами.

Локальные загрязнения почвы нефтепродуктами характерны для городов, крупных промышленных предприятий, районов добычи тех или иных полезных ископаемых. Одними из наиболее распространенных загрязнителей среди нефтепродуктов являются горюче-смазочные материалы (ГСМ), широко применяемые во всех видах хозяйственной деятельности человека. Очистка почв, загрязненных ГСМ является дорогостоящим мероприятием, в связи с чем актуальность поиска более экономически выгодных методов не вызывает сомнений.

Одним из современных методов очистки почв от загрязнений горюче-смазочными материалами является **биоремедиация** – комплекс методов очистки вод, грунтов и атмосферы с использованием метаболического потенциала биологических объектов — растений, грибов, насекомых, червей и других организмов.

Целью нашего исследования стало определение ремедиационных свойств препаратов, содержащих культуры микроорганизмов – деструкторов органических веществ. Исследования проводили на изолированных почвенных субстратах, искусственно загрязненных авиационным маслом гидравлическим АМГ-10.

Объектом исследований стали биопрепараты серии «ЭМ» («эффективные микроорганизмы»): «Байкал», «Тамир», «Компостин», «Удачный». Биопрепараты в своем составе содержат различные штаммы бактерий, активно расщепляющих органические вещества. Сфера применения препаратов этой серии весьма широка: от возрождения плодородия почвы и утилизации органических отходов до снижения паде-

жа молодняка на животноводческих фермах. Однако, в качестве препаратов для утилизации ГСМ в почве, они применялись впервые.

В почвенные образцы, вносили нефтепродукты из расчета 20 мл на 250 г почвы, тщательно перемешивали, определяли начальную концентрацию нефтепродуктов в почве. Почву, загрязненную керосином и АМГ обрабатывали биопрепаратами в концентрации 10 мл/л – «Тамир», «Байкал», «Компостин», и в разведении 10 г/л – препарат «Удачный».

Контроль суммарного содержания нефтепродуктов проводили через 10 дней после постановки эксперимента. Для определения концентрации нефтепродуктов в почвах использовался флуориметрический метод измерения массовой доли нефтепродуктов в почве с помощью «Флюората – 02м» [ПНД Ф 16.1:2.21-98].

Результаты исследований показали, что все биопрепараты снижают суммарную концентрацию нефтепродуктов (НП) в почвах (табл. 1).

Таблица 1
Суммарная концентрация НП в почвенных субстратах при загрязнении АМГ-10, мг/г почвы

Биопрепарат	Исходная концентрация НП, мг/г	Концентрация НП, через 10 дней, мг/г
«Байкал»	9,5	4,2
«Тамир»	9,5	2,0
«Компостин»	9,5	2,6
«Удачный»	9,5	3,3

Сравнение эффективности препаратов показало, что наиболее эффективным биопрепаратом, по снижению суммарного содержания нефтепродуктов в почвенных субстратах является «Тамир», который снижает суммарное количество нефтепродуктов, содержащихся в почве более чем на 79 % (табл. 2). Наименьшую эффективность показал «Байкал» – около 56 %.

Таблица 2
Сравнительная эффективность биопрепаратов, используемых для очистки почвы от НП, %

	Остаточное содержание НП через 10 дней, %	Эффективность биопрепарата, %
«Байкал»	44	56
«Тамир»	20	79
«Компостин»	27	73
«Удачный»	35	65

Биологическая очистка является оптимальным способом очистки и восстановления жизнеспособности почвы, так как сочетает в себе невысокую затратность при высокой эффективности (глубине) очистки и полной экологической безопасности.

В ходе нашей работы, были получены результаты, свидетельствующие о целесообразности применения исследуемых биопрепаратов в качестве агентов ремедиации почв загрязненных горюче-смазочными материалами, а именно авиационным моторным маслом АМГ-10. При использовании биопрепаратов степень разрушения АМГ-10 в загрязненных почвах варьирует от 56 до 79 %.

Метод биоремедиации не загрязняет экосистему побочными продуктами, не нарушает экологическое равновесие;

Метод является экономически целесообразным.

© Горева И. А., Воробьева А. О., 2013

УДК 504.4.054

Н. А. Дрейман

Научные руководители – О. В. Тасейко, Т. П. Спицына
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева

Сибирский государственный технологический университет, Красноярск

САМООЧИЩЕНИЕ МАЛЫХ РЕК ЦЕНТРАЛЬНОЙ СИБИРИ

Рассмотрены особенности самоочищения природных вод в малых реках Центральной Сибири на примере р. Кача. Проанализировано состояние водотока по данным измерений, выполняемых на стационарной наблюдательной сети. Исследована пространственная и временная динамика основных показателей, характеризующих процессы самовосстановления природных вод, такие как ХПК, БПК, растворенный кислород, биогенные элементы (соединения азота и фосфора).

Увеличение плотности населения в городских агломерациях создает экстремальные нагрузки на водоемы и водотоки, качество воды в реках ухудшается. Загрязнение поверхностных и подземных вод противодействует способности водных экосистем к самоочищению. Скорость самоочищения водных экосистем зависит как от характера самой экосистемы, так и от особенностей и содержания поллютантов. Если загрязнение воды превышает предельно допустимый предел, регенерационные механизмы экосистемы разрушаются, самоочистка прекращается и экосистема погибает.

Река Кача берёт своё начало в Емельяновском районе Красноярского края и впадает в Енисей в черте города Красноярск. В настоящий момент бедственное положение этого притока Енисея не вызывает сомнений. Основных причин тому несколько – систематический сброс неочищенных хозяйственно-бытовых и животноводческих стоков п. Солонцы и Емельяново, ливневая канализация города, производственные стоки стеклозавода, а так же другие неконтролируемые выбросы [1].

Целью работы является выявление способности водной экосистемы р. Кача к самоочищению на основе химических критериев качества воды.

Для выполнения цели в работе решались следующие задачи:

1. Анализ данных государственной гидрохимической сети за 1985–2003 гг. по 8 показателям [1]: температура, растворенный кислород, БПК, ХПК, соединения азота (нитраты, амоний), фосфаты.
2. Нахождение многолетней месячной динамики поллютантов.
3. Выявление значимых связей по содержанию загрязняющих веществ между створами р. Кача в период осадков.
4. Определение способности реки к самоочищению.

Практически все среднегодовые концентрации катиона аммония в устьевой створе превышают ПДК. Нитрит-ионы значительно превышают ПДК, так как эта форма азота не усваивается растениями и фитопланктоном. Поэтому концентрация нитратов NO_3^- не превышает нормы.

В реке содержится значительное количество растворенного органического вещества, характеризуемого показателями БПК и ХПК. Отношение величины БПК₅ к ХПК позволяет судить о природе органического вещества воды: в случае преобладания стойких окрашенных гумусовых соединений оно превышает

50 %. Если органическое вещество главным образом состоит из свежееобразованных соединений, такое отношение обычно менее 50 % [2]. Для р. Кача данное отношение (ХПК к БПК₅) составляет 18 %.

Содержание фосфатов не выходит за границы нормативов в вегетационный период. Большую роль здесь играет не только широкое использование в хозяйственной деятельности фосфорных удобрений, но и повышенное содержание органических веществ, это обусловлено тем, что фосфор, по сравнению с другими биогенными элементами, значительно быстрее переходит из органических в минеральные формы [3]. Годовой вынос растворенных органических компонентов и взвешенных веществ выше, чем минеральных (51,0 и 47,2 % соответственно).

В случае присутствия большого количества загрязняющих веществ в реку трудно определить источник их поступления: флуктуации природных процессов или влияние техногенной деятельности. В связи с этим исследовались особенности формирования качественного состава воды р. Кача.

Общая масса загрязнений, выносимых поверхностным стоком с застроенных территорий, зависит от интенсивности, продолжительности и частоты выпадения осадков, рельефа местности и типа почв. При этом прослеживается определенная связь насыщенности загрязнений с временем года. Исходя из этого, в работе брался период, когда выпадают жидкие атмосферные осадки (апрель-октябрь).

Выявлено, что изменения некоторых контролируемых показателей происходят непосредственно в периоды выпадения стокообразующих дождей. Во время отсутствия поступлений поверхностного стока показатели качественного состава речной воды по

ряду ингредиентов восстанавливаются до фоновых значений. больше всего веществ попадает с поверхностным стоком в реку в апреле, августе и сентябре. Не вызывает сомнений, что содержание нитритов, нитратов, фосфатов связано с периодами выпадения осадков и наблюдается во всех створах р. Кача (таблица). Следовательно, большая часть вредных веществ поступает в реку с поверхностным стоком и осадками.

В работе были сделаны следующие выводы:

1. Загрязнение р. Кача веществами, вызывающие процессы эвтрофикации крайне высоко.
2. Необходимы дальнейшие исследования по построению модели самоочищения реки.
3. С помощью строительства природоохранных сооружений, направленных на снижение процессов эвтрофикации и увеличения самоочищения можно настроить экосистему реки на естественную очистку от органических веществ.

Библиографические ссылки

1. Спицына Т. П. Система оценки загрязнения естественных водотоков Красноярского промышленного региона // дис. ... канд. техн. наук. ; СибГТУ. Красноярск, 2005. 172 с.
2. Руководство по химическому анализу поверхностный вод суши / ред. А. Д. Семенова. Л. : Гидрометеоиздат, 1977. 542 с.
3. Айдаров И. П., Веницианов Е. В., Раткович Д. Я. К проблеме экологического возрождения речных бассейнов // Водные ресурсы. 2002. Т. 29. № 2. С. 240–252.

© Дрейман Н. А., 2013

УДК 616.89-009.441

С. С. Зотина, К. Р. Калинина
 Научный руководитель – Н. В. Юрковец, О. П. Потапаева
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПРОБЛЕМЫ СУИЦИДНОГО ПОВЕДЕНИЯ ПОДРОСТКОВ

Дана оценка причин и методов предотвращения такого социального феномена, как суицид подростков. Данная тема на сегодняшний день очень актуальна.

В настоящее время Россия занимает третье место в мире по количеству самоубийств на душу населения. По методике ВОЗ, уровень суицида в России по-прежнему оценивается как критический, с ними согласны эксперты ГНЦ имени Сербского. Ежегодно 24 тыс. россиян кончают жизнь самоубийством. Каждый третий российский самоубийца погибает, находясь под действием наркотиков. По прогнозу ВОЗ к 2020 г. ежегодно будут кончать самоубийством 1 500 000 человек.

Самоубийство – (умышленное самоповреждение со смертельным исходом) – это результат социально – психологической дезадаптации личности в условиях современного общества. Психологические кризисы

возникают в результате интимных, семейно-личных, социальных и творческих конфликтов. Доминирует, как правило, одна причина. Но ее стимулирует целый комплекс обстоятельств, во время которых и созревает столь страшная мысль. Толкает на самоубийство, прежде всего безысходность

Суицид рассматривается как ведущая причина смертей во всем мире, поэтому он является значительной общественной проблемой. Проблема подросткового суицида является одной из первостепенных для России. Во время неожиданных экономических спадов и подъемов старые социальные нормы разрушаются, люди теряют ориентацию, что способствует росту девиаций, в том числе самоубийств. Особенно

актуальной эта проблема становится в обществе на переходных этапах его развития. Социальная незащищенность, экономическая нестабильность, политический хаос обуславливают интенсивный процесс отчуждения. Разрушение семьи ведет также к «ослаблению значения морально – этических принципов, ослаблению потребности служить социуму, относится ответственно и доброжелательно к людям», что неминуемо способствует усилению эгоцентрических тенденций. Это в первую очередь сказывается на подростках – самой легкоуязвимой социальной группе. Конечно, у каждой социальной попытки – своя причина. Но, по сути все сводится к одному: ребенок не в силах самостоятельно одолеть какую-то трудную ситуацию, а понимающего это взрослого человека рядом нет. Изучение проблемы суицида и анализ конкретных случаев показывают, что подростки решаются на самоубийство в целях обратить на свои проблемы внимание, прежде всего родителей, реже педагогов, иногда сверстников, протестую, таким страшным образом, против безразличия, цинизма и жестокости окружающих.

Взрослым следует помнить:

- ценить жизнь молодым людям помогает любовь, понимание и сочувствие;
- от отчаянного шага молодых людей может удержать возможность поговорить по душам с человеком, который выслушает, посочувствует и поймет;

Таким образом, подводя итог анализа самоубийства, можно выделить следующие факторы риска: Врожденная или возникшая после сильного стресса склонность к самоубийству. Проблемы в личной жизни.

Сильная травма, в том числе и психическая. Социальное неблагополучие: бедность, безработица и т. д. Рецидив старой болезни. Потеря близких, одиночество, острые конфликты. Экономические проблемы, шантаж, сексуальные домогательства, череда драматических событий. Психическая болезнь. Алкоголь и наркотики. Соматические заболевания, сильные боли.

Предотвращение суицидальных попыток.

– Развитие способов саморегуляции (снятие психологического напряжения в психотравмирующей ситуации; уменьшение психологической зависимости от причины, повлекшей суицидальное поведение).

– Развитие личностных качеств (повышение самооценки, развитие адекватного отношения к собственной личности, эмпатии; формирование адекватного отношения к жизни и смерти).

– Развитие поведенческих навыков (овладение навыками практического применения активной стратегии разрешения проблем, поиск социальной поддержки, замена «значимых других», выработка мотивации на достижение успеха, развитие умения достижения цели).

Суицидогенные факторы современного социума столь многочисленны и разнообразны, что их невозможно преодолеть лишь усилиями кризисных и превентивных служб, деятельностью только специалистов по социальной работе. Следовательно, задача заключается в том, чтобы ограничить распространение самоубийств, научиться предотвращать их.

© Зотина С. С., Калинина К. Р., 2013

УДК 504.062.4

А. А. Калашников, Н. В. Никитевич, А. М. Турчанов
Научные руководители – А. Г. Кучкин, В. А. Миронова
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

УТИЛИЗАЦИЯ ОТРАБОТАННЫХ МАСЕЛ

Представлены виды масел и способы утилизации отработанных масел, а так же проведено более подробное исследование по сжиганию, как методу утилизации отработанного масла.

Локальные загрязнения окружающей среды происходят во всех уголках нашей планеты. Отработанные масла являются одним из самых опасных загрязнителей, которые возникают практически во всех видах деятельности человека. Утилизация отработанных масел (ОМ) – очень сложное, а порой и очень дорогостоящее мероприятие, в связи с чем актуальность поиска более легких, безопасных и экономически выгодных методов не вызывает сомнений.

Масла делятся на два основных типа – это синтетические и минеральные. Самыми сложными по составу и токсичными являются синтетические масла. Дело в том, что их получают путем синтеза органических соединений из углеводородного сырья (полиальфаолефины). Также в состав синтетических масел входят сложные эфиры многоатомных спиртов, слож-

ные эфиры двухосновных карбоновых кислот, полисилоксановые жидкости (силиконы), фтор – и хлорфторуглероды, которые являются очень токсичными веществами [1].

Целью данной работы стало привлечение внимания к данной проблеме и поиск наиболее безопасного, дешевого и эффективного способа утилизации ОМ.

Объектом исследований стали следующие методы утилизации ОМ: восстановление на месте использования, отправка на нефтеперерабатывающий завод, захоронение, регенерация и сжигание.

Захоронение ОМ является не столько методом утилизации ОМ, сколько способом откладывания данной проблемы на некоторое время. Такие методы как восстановление на месте использования, отправка на нефтеперерабатывающий завод и регенерация, яв-

ляются способами продления срока службы масел. А вот метод сжигания ОМ, на наш взгляд, является лучшим методом [2; 3].

Утилизация ОМ различными методами в Европе

Метод утилизации ОМ \ Годы	Сбрасывание, %	Регенерация, %	Захоронение, %	Сжигание, %
1995	70	3	20	7
2000	17	63	2	18

Данный метод позволяет избавиться от всех видов ОМ, а также от смеси таких масел. Еще одним из преимуществ данного метода является его сравнительно экономически выгодная реализация. Кроме того, энергию, полученную вследствие горения ОМ, используют для отопления разных видов сооружений [4]. Но при более детальном рассмотрении утилизации ОМ этим способом, мы столкнулись с одной, очень важной проблемой. Она заключается в том, что при сжигании синтетических трансформаторных масел выделяются стойкие органические загрязнители (СОЗ), одними из представителей которых является полихлорбифенилы [5].

Полихлорбифенилы (ПХБ) – группа органических соединений, включающая в себя все хлорзамещенные производные дифенила: 1–10 атомов хлора, соединенные с любым атомом углерода дифенила, молекула которого составлена из двух бензольных колец, отвечающие общей формуле C₁₂H_nCl_n. Известно то, что для человека опасно потребление ПХБФ в дозе 0,07 мг/кг массы тела в день или суммарной дозе 4,2 мг (критерии ВОЗ, 1980) [6].

Для нейтрализации СОЗ необходимо воздействие высоких температур порядка 1200 – 1 500 °С в течении нескольких десятков секунд. Такие условия достигаются в цементных и доменных печах, в которых мы предлагаем сжигать отработанные масла. Конечно, необходимо произвести полный спектр исследо-

ваний по данному методу, но он является более бюджетным вариантом, нежели изобретение и построение новых печей. При использовании печей данного типа мы получаем возможность утилизации ОМ объемом около 1–1,5 л/мин, что эквивалентно 1 000 т/год. Таким образом, мы сможем решить одну из основных экологических проблем, а именно проблему утилизации ОМ в довольно короткие сроки.

Таким образом:

1. Нужно создавать технологии высокотемпературной утилизации СОЗ.
2. Существует проблема достижения высоких температур при длительном времени, решение которой возможно в цементных и доменных печах.
3. Задача создания специального оборудования для сжигания синтетического трансформаторного масла осложняется не только финансовыми затратами, но и конструкционными сложностями.
4. Наиболее целесообразно применять существующее технологическое оборудование: доменные печи и цементные печи; так как они уже используются, и это приведет к минимизированию затрат.

Библиографические ссылки

1. Поташников Ю. М. Утилизация отходов производства и потребления. Учебное пособие. – Тверь : Изд-во ТГТУ, 2004. 107 с.
2. Евдокимов А. Ю. Смазочные материалы. 2005.
3. Вайсберг Л. А. и др. Новые технологии переработки бытовых и промышленных отходов // Вторичные ресурсы. № 5–6. 2001. С. 45–51 с.
4. Мюррей Робин. Ноль отходов (Zero Waste) // Экология и жизнь. 2004. № 6 (44)
5. Школьников В. М. Топливо, смазочные материалы и технологические жидкости. Москва «Высшая школа», 1998.
6. URL: <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-175-pechi-truby/156.htm>.

© Калашников А. А., Никитевич Н. В., Турчанов А. М., 2013

УДК 62-1/-9

Д. В. Михайлов, Х. Г. Эминов
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАКЕТА-НОСИТЕЛЬ «АНГАРА»: ВСЕ БЛИЖЕ К ЗВЕЗДАМ

Развитие российского оборонно-промышленного комплекса, графики подготовки к запускам как легкой, так и тяжелой ракеты «Ангара» с космодрома «Плесецк» строго контролируются. Представлены эксплуатационные и энергетические характеристики ракет-носителей семейства «Ангара», а также оснащение данных ракет-носителей кислородно-керосиновым двигателем РД-191, который является экологически чистым вариантом, в отличие от других типов двигателей.

«Ангара» – это современное семейство ракет-носителей, построенных по модульному принципу и оснащенных кислородно-керосиновыми двигателями.

Данное семейство будет включать в себя ракеты 4-х классов (от легкого до тяжелого): в диапазоне грузоподъемности от 1,5 тонн (ракета «Ангара 1.1»)

до 35 тонн (ракета «Ангара А7») на низкой околоземной орбите при осуществлении запусков с космодрома «Плесецк». Головным разработчиком семейства ракет «Ангара» и производителем ракет-носителей является Государственный космический научно-производственный центр им. Хруничева. (ГКНПЦ имени М. В. Хруничева). Ее эксплуатационные и энергетические характеристики находятся на таком уровне, которые позволяют достаточно успешно конкурировать на международном рынке с лучшими образцами ракетно-космической техники. Ракета-носитель «Ангара» производится с большим использованием полимерных композиционных материалов, так доля композитов в данной ракете на 20% выше, чем в «Протоне-М». За счёт этого свойства используемых материалов удалось увеличить практически в 2 раза. Первым местом старта ракет «Ангара» в России будет космодром «Плесецк» [1].

Различные ракеты-носители семейства «Ангара» на практике реализуются при помощи разного количества универсальных ракетных модулей (УРМ-1 для первой ступени ракет и УРМ-2 для второй и третьей ступеней). Для ракет легкого класса («Ангара 1.1» и «Ангара 1.2») – один УРМ, для ракет-носителей среднего класса – 3 УРМ («Ангара А3»), для ракет-носителей тяжелого класса – 5 УРМ («Ангара А5»). Длина универсального ракетного модуля составляет 25,1 метра, диаметр – 2,9 метра, масса с заправленным топливом – 149 тонн [3]. Все УРМ оснащаются кислородно-керосиновыми двигателями РД-191. Данный двигатель является экологически чистым вариантом, в отличие от других типов двигателей, которые применяются на тяжелых ракетах-носителях и используют в качестве топлива высокотоксичный гептил. Ракета «Ангара» легкого класса способна будет

вывести на околоземную орбиту более 1,5 тонн полезных грузов, показатель тяжелой ракеты «Ангара» – 35 тонн. Это больше, чем у ракет-носителей «Протон», которые отправляются в космос с космодрома «Байконур», находящегося в Казахстане.

Постройка технического комплекса для запуска ракет-носителей «Ангара» выходит на конечную стадию. Запуск ракет нового поколения гарантировано состоится до конца 2014 года. Ракета-носитель «Ангара» с новыми экологически безопасными двигателями со временем сможет заменить большую часть существующих на данный момент типов ракет, спроектированных еще в СССР. Первый старт ракеты назначен на май 2014 года [2; 3]

Разработка новейшего космического комплекса «Ангара» не случайно была объявлена задачей государственной важности и взята под пристальный контроль высшими государственными чиновниками. Начало полетов ракет-носителей «Ангара» позволит Российской Федерации запускать в космос аппараты всех типов со своей собственной территории, что обеспечит России гарантированный и независимый доступ в космос [4].

Библиографические ссылки

1. URL: <http://www.vesti.ru/doc.html?id=1091444/> (дата обращения: 18.09.2013).
2. URL: <http://polyot.su/main.php?id=208/> (дата обращения: 18.09.2013).
3. URL: http://ria.ru/tags/product_Angara_raketa/ (дата обращения: 18.09.2013).
4. URL: <http://www.rg.ru/2013/05/27/angara-anons.html/> (дата обращения: 18.09.2013).

©Эминов Х.Г., Михайлов Д. В., 2013

УДК 504.453

А. В. Медянин, Д. А. Веретнов
 Научный руководитель – О. В. Тасейко
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПАРОВЫХ КОТЛОВ

Дана оценка текущей энергоэффективности паровых котлов. На основе статистики был предложен ряд мер по повышению показателей производства энергии на тепловых электростанциях.

В связи с принятием ГД РФ в ноябре 2009 года ФЗ № 261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» особую актуальность приобрели различные мероприятия по повышению эффективности в системах тепло и электроснабжения как промышленных, так и жилых и офисных зданий.

Красноярск – крупный промышленный город, использующий в большей степени энергию тепловых

электростанций. Но использование традиционных методов переработки энергии тепла в электроэнергию дает низкий показатель энергоэффективности. То есть при сжигании большое количество угля в результате получается низкие значения электричества.

В работе проанализированы причины теплотерь и возможные пути их снижения для паровых котельных с котлами типа ДЕ. Паровые котлы Е(ДЕ) пред-

назначены для выработки насыщенного или перегретого пара, используемого для технологических нужд промышленных предприятий, а также систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения.

По условиям надежности работы в котлах, проработавших 20 и более лет, снижается рабочее давление до 0,6–0,8 МПа, а реально при эксплуатации на многих котлах поддерживается давление 1–2 атм. Работа паровых котлов на таких низких давлениях отрицательно сказывается на устойчивости циркуляции, из-за снижения температуры насыщения и увеличения доли парообразования в экранных трубах. Наблюдается интенсивное накипеобразование и увеличивается вероятность пережога труб. Кроме того, при работе котла на давлении 1–3 атм. из-за низкой температуры насыщения необходимо отключать чугунный водяной экономайзер, так как там может наблюдаться парообразование, что недопустимо. Эти и другие особенности приводят к тому, что КПД этих паровых котлов не превышает 80–82 %, а в некоторых случаях, когда трубы сильно загрязнены, КПД котла уменьшается до 70–75 %.

Многие промышленные котельные оборудованы паровыми котлами для обеспечения производства пара и отопления цехов. Но в настоящее время потребление пара на большинстве производств значительно снизилось, и полученный пар используется только для отопления. Паром в пароводяных подогревателях готовят сетевую воду водяной системы отопления либо используют в паровых системах отопления.

Для таких котельных предлагаются следующие мероприятия

Мероприятие 1. Установка теплообменника на линии питательной воды после деаэратора.

Мероприятие 2. Снижение температуры уходящих газов, как уже отмечалось, повлечет за собой необходимость тепловой изоляции на поверхности дымовой

трубы. В результате снизится общий уровень теплопотерь котельной.

Мероприятие 3. Организация каскадной схемы питания водяного экономайзера для повышения теплопроизводительности котла, а также его экономичности за счет рециркуляции котловой воды.

Мероприятие 4. Для повышения надежности питательного насоса и снижения удельных расходов топлива «брутто» и «нетто» по котельной в целом предлагается установить теплообменник за деаэратором для подогрева конденсата отработавшего пара, воды после бойлеров и добавочной химочищенной воды с последующим сбросом этих потоков в тот же деаэратор. Ожидаемый экономический эффект – порядка 1–2 кг/Гкал в расчете на один котел. Это отвечает политике энергосбережения.

Мероприятие 5. Перевод паровых котлов в водогрейный режим позволяет увеличить их КПД и подогревать сетевую воду непосредственно в котле, избегая промежуточный подогреватель. К достоинству этой схемы можно отнести поступление обратной сетевой воды в экранные трубы топочной камеры, что снижает вероятность парообразования в зоне высоких температур продуктов сгорания.

Выполненные исследования дают основания утверждать, что предложенные мероприятия повысят рентабельность котельной и окупятся за 1,5 года.

Эффекты от мероприятий по установке теплообменника и теплоизоляции дымовой трубы глубоко взаимосвязаны технологическими процессами производства тепловой энергии в котельной. Реализовывать данные мероприятия нужно планомерно и одновременно либо силами компетентных организаций, либо самим предприятием с консультациями со стороны этих организаций.

© Медянин А. В., Веретнов Д. А., 2013

УДК 631.232

И. И. Назаренко

Научный руководитель – С. М. Трухницкая
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТАКСОНОМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ АЛЬГОБАКТЕРИАЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ГОРОДА КРАСНОЯРСКА, СОСНОВОБОРСКА И ЖЕЛЕЗНОГОРСКА

Проведено сопоставление флористических списков альгобактериальных ценозов Красноярска и его городов-спутников. Выявлено слабое сходство между всеми изученными сообществами специфичность формирующихся альгобактериальных ценозов.

Для окрестностей Красноярска в течение ряда лет изучаются почвенные водоросли урбоэкосистем. Для всех изученных экосистем рассмотрены: видовой состав, сложение водорослевых сообществ, выделены доминанты. В почвах Красноярска и городов спутников выявлены альгобактериальные комплексы или

синузии, относящиеся к четырём отделам: зелёные (цианопрокариоты), желтозелёные (хлорофита), бациллярияфита (см. рисунок).

Всего в почвах Красноярской агломерации обнаружено 279 видов, из них были обнаружены в Красноярске 156, в Сосновоборске 79 и в Железногорске

126. Сходство между альгосинузиями Красноярска, Сосновоборска и Железногорска было изучено с помощью коэффициентов Жаккара и Сьёренсена-

Чекановского. Оказалось, что уровень сродства между сообществами достаточно слабый, что видно из табл. 1, 2, 3.



Соотношение видов внутриизученных сообществ Красноярска и городов спутников

Таблица 1

Коэффициенты общности. Железногорск–Сосновоборск

		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ж1	Kj	0,156	0,110	0,081	0,082	0,119	0,063
	Ksc	0,269	0,198	0,150	0,152	0,213	0,118
Ж2	Kj	0,113	0,086	0,100	0,081	0,131	0,071
	Ksc	0,203	0,158	0,182	0,149	0,232	0,133
Ж3	Kj	0,162	0,152	0,146	0,175	0,190	0,154
	Ksc	0,253	0,238	0,222	0,267	0,286	0,235
Ж4	Kj	0,109	0,097	0,119	0,113	0,151	0,106
	Ksc	0,197	0,176	0,213	0,203	0,262	0,192
Ж5	Kj	0,118	0,095	0,092	0,092	0,118	0,070
	Ksc	0,211	0,174	0,169	0,169	0,212	0,132
Ж6	Kj	0,138	0,103	0,071	0,115	0,171	0,096
	Ksc	0,242	0,188	0,133	0,207	0,292	0,175
Ж7	Kj	0,098	0,088	0,100	0,068	0,096	0,060
	Ksc	0,178	0,161	0,182	0,128	0,175	0,113

Таблица 2

Коэффициенты общности. Красноярск–Сосновоборск

		C1	C2	C3	C4	C5	C6
K1	Kj	0,053	0,067	0,027	0,048	0,072	0,067
	Ksc	0,101	0,125	0,053	0,092	0,135	0,125
K2	Kj	0,024	0,024	0,000	0,027	0,013	0,030
	Ksc	0,046	0,048	0,000	0,053	0,026	0,059
K3	Kj	0,037	0,052	0,053	0,059	0,042	0,048
	Ksc	0,071	0,099	0,100	0,111	0,081	0,092
K4	Kj	0,051	0,067	0,035	0,060	0,090	0,049
	Ksc	0,096	0,125	0,068	0,113	0,164	0,094
K5	Kj	0,025	0,039	0,055	0,045	0,043	0,033
	Ksc	0,049	0,076	0,103	0,086	0,083	0,063
K6	Kj	0,026	0,042	0,038	0,031	0,046	0,035
	Ksc	0,051	0,080	0,074	0,061	0,088	0,068
K7	Kj	0,014	0,029	0,020	0,033	0,016	0,037
	Ksc	0,027	0,056	0,039	0,063	0,031	0,071

Коэффициенты общности. Красноярск–Железногорск

		Ж1	Ж2	Ж3	Ж4	Ж5	Ж6	Ж7
К1	Kj	0,061	0,053	0,048	0,059	0,043	0,064	0,058
	Ksc	0,114	0,100	0,091	0,111	0,083	0,120	0,110
К2	Kj	0,011	0,000	0,000	0,000	0,012	0,035	0,000
	Ksc	0,022	0,000	0,000	0,000	0,024	0,068	0,000
К3	Kj	0,034	0,048	0,028	0,036	0,025	0,037	0,027
	Ksc	0,067	0,092	0,055	0,070	0,049	0,071	0,053
К4	Kj	0,047	0,067	0,043	0,057	0,053	0,063	0,042
	Ksc	0,090	0,125	0,083	0,107	0,100	0,119	0,080
К5	Kj	0,048	0,033	0,060	0,038	0,068	0,012	0,057
	Ksc	0,091	0,063	0,113	0,073	0,127	0,024	0,108
К6	Kj	0,024	0,035	0,031	0,063	0,071	0,013	0,029
	Ksc	0,048	0,068	0,060	0,118	0,133	0,025	0,057
К7	Kj	0,013	0,018	0,016	0,043	0,043	0,027	0,031
	Ksc	0,025	0,036	0,031	0,083	0,083	0,053	0,060

Были установлены максимальные сходства для сообществ Железногорска–Сосновоборска 0,292 на участках Ж6 и С5, для Красноярска–Сосновоборска 0,164 на участках К4 и С5 и для Красноярска–Железногорска 0,133 на участках К6 и Ж5. В результате анализа флористических списков, установлено

преобладание в таксономической структуре комплекса видов цианобактерий и зелёных водорослей, а также автономность флор всех изученных сообществ.

© Назаренко И. И., 2013

УДК 631.48

Н. А. Неделин

Научные руководители – М. В. Чижевская¹, Н. В. Фомина²

¹Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

²Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ПОЧВЫ ТЕХНОГЕННО-ЗАГРЯЗНЕННОГО ЛАНДШАФТА

Представлены результаты изучения биологических показателей нефтезагрязненной почвы. Выявлено, что наиболее чувствительными к мазутному загрязнению является «дыхательная» активность и уровни окислительных ферментов.

Одним из приоритетных загрязнителей почвы на сегодняшний день является нефть и ее производные. Биологические свойства почвы реагируют на нефтяное загрязнение первыми: изменяется общая численность микроорганизмов, их качественный состав, структура микробсообществ, интенсивность микробиологических процессов и активность почвенных ферментов, продуктивность почв и т. д., нарушаются экологические и сельскохозяйственные функции почв [1].

Целью нашего исследования являлось изучение более широкого спектра показателей биологической активности почвы техногенно-загрязненного ландшафта.

Задачи исследования: анализ дыхательной активности почвы, оценка уровня активности почвенных ферментов техногенно-загрязненного ландшафта (на примере полигона п. Кедровый).

Объекты и методы исследований. Объектом исследования являлась почва, отобранная в районе пос.

Кедровый на месте захоронения отработанного мазута (время воздействия более 20 лет). В ходе аварии, произошедшей в 2003–2004 гг. на территории площадки № 6 в/ч 12313 поселка Кедровый Емельяновского района Красноярского края на поверхность почвы вылилось из емкостей и растеклось по рельефу более 1000 (тысячи) тонн мазута. Большая часть мазута попала в нефтеловушки, еще одна часть – в ближайший лесной массив. Площадь загрязнения составляет 49 167 м², в том числе в лесном массиве - 30 932 м² и на территории воинской части – 18 235 м². Образцы почвы были отобраны с глубины 0-20 см согласно ГОСТу 17.4.3.01–83. Контрольной являлась почва, отобранная в 20 метрах от места захоронения мазута.

Лабораторно-аналитические исследования выполнены с использованием общепринятых в почвоведении и биологии методов [2].

Территория, определенная для исследования, была ранжирована в зависимости от степени загрязненно-

сти нефтепродуктами на следующие участки: первый (I) – «слабозагрязненный», второй (II) – «среднезагрязненный» и третий (III) – «сильнозагрязненный».

Анализ дыхательной активности показал, что в контрольном варианте данный показатель максимальный и составляет 6,3 мг CO₂ на 1 г почвы, а при увеличении степени загрязнения почвы происходит значительное его снижение в среднем 2–2,5 раза. Наименьшее количество углекислоты выделялось в почве, отобранной в сильнозагрязненном участке – 2,1 мг CO₂ на 1 г почвы за 24 часа, что связано с ингибированием деятельности микроорганизмов и растений присутствующим в почве мазутом. В целом установлена обратная зависимость между количеством выделяемой углекислоты почвы и степенью ее загрязнения мазутом ($r = -0,85$).

Анализируя активность каталазы, установили, что ее показатели при мазутном загрязнении достоверно не различаются друг с другом, однако, по сравнению с контролем значения выше и изменяется в пределах 2–2,1 мл 0,1 н раствора KMnO₄ на 1 г почвы. В контрольном варианте показатель активности исследуемого фермента составляет 1,6 мл 0,1 н раствора KMnO₄ на 1 г почвы. Аналогичная ситуация наблюдается и со значениями активности аскорбатоксидазы. Они увеличиваются с увеличением количества нефтепродуктов в исследуемых образцах.

Данные полученные при изучении активности уреазы почвы загрязненной мазутом указывают на достоверное увеличение ее активности с увеличением степени загрязнения. При этом показатели в опытных вариантах изменялись в пределах от 0,2 до 0,28 мг аммонийного азота на 1 г почвы. Контрольные значения достоверно не различались с первым опытным вариантом и характеризовались низким уровнем – 0,21 мг аммонийного азота на 1 г почвы за 4 часа, что согласуется с приведенными в таблице 1 агрохимическими показателями, в частности с содержанием аммонийного азота. В работе Новоселовой Е. Н. [3] установлено, что сырая нефть увеличивает активность уреазы и повышает содержание аммиачной формы

азота в почве, аналогичные данные получены и нами при изучении загрязнения почвы мазутом.

В отличие от уреазы, активность протеазы при сильном уровне загрязнения снижается до 0,30 мг аминного азота на 10 г почвы, что, скорее всего, связано с низкой активностью аммонифицирующих бактерий, тогда как в контроле и первом опытном варианте (с низким уровнем загрязнения) данные достоверно не различаются. Следует отметить, что максимальная активность фермента была выявлена на втором опытном участке – 0,49 мг аминного азота на 10 г почвы за 20 часов, т. е. загрязнение почвы мазутом в средней концентрации дополнительно стимулирует активность протеазы как основного фермента, участвующего в азотном обмене почвы.

Тенденция изменения активности инвертазы аналогична протеазе, т.е. наблюдалось стабильное снижение уровня при увеличении степени загрязнения.

В целом, потенциальная дыхательная активность с увеличением степени загрязнения достоверно уменьшается. Окислительно-восстановительные ферменты, такие как каталаза и аскорбатоксидаза являются чувствительными индикаторами загрязнения почвы мазутом, реагируя на него увеличением своей активности. Гидролитические ферменты (протеаза и инвертаза) реагируют на загрязнение почвы мазутом снижением своей активности, тогда как активность уреазы увеличивается. Результаты работы могут быть использованы при проведении экологической оценки нефтезагрязненных территорий.

Библиографические ссылки

1. Азнаурьян Д. К. Изменение эколого-биологических свойств почв юга России при загрязнении нефтью. Ростов-н/Д., 2009. 22 с.
2. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д. Г. Звягинцева. М. : МГУ, 1991. 303 с.
3. Новоселова Е. И. Экологические аспекты трансформации ферментного пула почвы при нефтяном загрязнении и рекультивации. Воронеж, 2008. 41 с.

© Неделин Н. А., 2013

УДК 159.9

Ю. А. Перфилов

Научный руководитель – Н. В. Юрковец

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПРИЧИНЫ СУИЦИДАЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ В ПОДРОСТКОВОМ ВОЗРАСТЕ

Дана оценка состояния суицидального поведения в России. Представлен перечень факторов суицидального риска. Рассмотрены некоторые психологические особенности людей, находящихся в группе повышенного суицидального риска. Предложены профилактические меры суицидального поведения.

Суицид (самоубийство) - намеренное прекращение собственной жизни.

В настоящее время происходит омоложение самоубийц. Мотивацией самоубийств у молодых людей и подростков является их импульсивность, эмоциональность, высокое чувство справедливости, малый

опыт в решении житейских проблем, которые в современном обществе очень сильно давят на подрастающее поколение.

Согласно общероссийской статистике, в стране ежегодно заканчивают самоубийством до 2 тыс. детей и подростков. Частота подростковых суицидов со-

ставляет 19–20 случаев на 100 тыс. человек. По этим печальным показателям, Россия занимает первое место в Европе и одно из первых в мире.

К факторам способствующим суициду относятся:

- неблагополучие семьи;
- проблемы в учебном заведении;
- депрессия;
- аддитивное поведение;
- стресс;
- незрелость личности и определенные черты характера.

Суициды делятся на три основные группы: истинные, демонстративные и скрытые.

Истинный суицид направляется желанием умереть, не бывает спонтанным, хотя иногда и выглядит довольно неожиданным. Такому суициду всегда предшествуют угнетенное настроение, депрессивное состояние или просто мысли об уходе из жизни. Причем окружающие такого состояния человека могут не замечать.

Демонстративный суицид не связан с желанием умереть, а является способом обратить внимание на свои проблемы, позвать на помощь, вести диалог.

Скрытый суицид (косвенное самоубийство) – вид суицидального поведения, не отвечающий его признакам в строгом смысле, но имеющий ту же направленность и результат. Это действия, сопровождающиеся высокой вероятностью летального исхода. В большей степени это поведение нацелено на риск, на игру со смертью, чем на уход из жизни. Этот тип поведения, характеризующийся, прежде всего действиями, совершаемыми на высоте аффекта.

Профилактика суицидального поведения подростков:

Во-первых, необходимо назвать основные психологические факторы риска суицидального поведения.

Во-вторых, диагностика психологических факторов риска суицидального поведения (может проводиться при помощи опросников и проективных методов).

В-третьих, профилактика.

На данной стадии также необходимо провести оценку обстоятельств и степени угрозы суицида.

Самоубийства подростков часто связаны с проблемами межличностных отношений. В этих случаях обида партнёра, товарища переносится на самого себя. Внешняя агрессия, направленная на противника, обидчика, трансформируется на внутреннюю агрессию, на себя, чтобы заставить другого почувствовать вину.

Попытка самоубийства – это крик о помощи, желание на самом деле привлечь внимание к своей беде, отчаянию, а иногда попытка оказать давление на окружающих. Попытка самоубийства не всегда обусловлена желанием умереть, а скорее намерением обратить на себя внимание, просьбой о помощи, страдании.

Суицидальное поведение может быть обусловлено и психическими расстройствами, сопровождающимися галлюцинациями, когда чей-то голос приказывает совершить самоубийство или убеждает человека в совершенном якобы им злодеянии. В этих случаях для подростков характерны периоды длительного нарушения поведения: депрессия, тревожность, неуравновешенность, беспокойство, навязчивые мысли. Как мы видим, причины суицидального поведения многообразны, но во всех случаях помощь подростку необходима.

© Перфилов Ю. А., 2013

УДК 614.843

А. А. Поскотина

Научный руководитель – Н. В. Юрковец

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ. ПЕРВИЧНЫЕ СРЕДСТВА ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Представлен комплекс рекомендаций по обеспечению безопасности образовательных учреждений всех видов и уровней образования. Рекомендации основаны на методических материалах МЧС, МВД и ФСБ России. Рассмотрены теоретические, правовые и организационные основы, а также технические средства защиты образовательного учреждения от пожара.

На основании законодательных и иных нормативно-правовых документов, содержащих требования по пожарной безопасности, исходя из специфики функционирования образовательного учреждения для обеспечения его пожарной безопасности разрабатываются: приказ руководителя образовательного учреждения о противопожарных мероприятиях и назначении ответственных за пожарную безопасность; инструкция о мерах пожарной безопасности в здании образовательного учреждения и на прилегающей терри-

тории; план действий администрации и персонала в случае пожара в образовательном учреждении. Кроме того, в образовательном учреждении составляется инструкция дежурному администратору по пожарной безопасности, а также памятка о мерах пожарной безопасности в помещениях образовательного учреждения.

В приказе руководителя образовательного учреждения о противопожарных мероприятиях и назначении ответственных, как правило, отражаются сле-

дующие вопросы: назначается ответственное лицо за пожарную безопасность образовательного учреждения; назначаются ответственные лица за пожарную безопасность в кабинетах, коридорах, рекреациях, залах и других помещениях образовательного учреждения; определяется порядок разработки и представления проекта инструкции о мерах пожарной безопасности в здании образовательного учреждения и на его территории; определяется порядок и проведение инструктажа по правилам пожарной безопасности; назначается нештатная пожарная команда и др.

В инструкции о мерах пожарной безопасности в здании образовательного учреждения и на его территории излагаются следующие требования: порядок содержания территории образовательного учреждения, зданий и помещений; состояние и особенности содержания отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха; требования к использованию электроустановок; состояние и содержание установок пожарной автоматики; требования к оснащению первичными средствами пожаротушения и их содержанию; требования пожарной безопасности для помещений различного назначения (классы химии, физики, труда, информатики и т. д.); требования пожарной безопасности при проведении массовых мероприятий; порядок действий в случае возникновения пожара.

В плане действий администрации и персонала в случае пожара в образовательном учреждении отражаются необходимые мероприятия и ответственные лица за их выполнение:

- вызов пожарной команды;
- порядок эвакуации детей и персонала;
- организация встречи пожарной команды;
- порядок отключения системы электроснабжения образовательного учреждения;
- организация и тушение пожара нештатной пожарной командой до прибытия пожарных;
- порядок сверки списочного состава учащихся с фактическим наличием эвакуируемых из здания детей и др.

Кроме того, в образовательном учреждении ведутся журналы:

- регистрации вводного противопожарного инструктажа;
- регистрации противопожарного инструктажа на рабочем месте;
- учета первичных средств пожаротушения.

Большинство образовательных учреждений снабжены стеновыми пожарными шкафами с пожарными кранами. В каждом шкафу должен находиться пожарный рукав длиной 10, 15 или 20 метров, ствол, две кнопки, задвижка с вентилем.

Одним из эффективных средств тушения небольшого по площади пожара являются ручные огнетушители. В зависимости от используемого огнегасящего материала они бывают: пенными, углекислыми, порошковыми.

Принцип их действия основан на химической реакции компонентов огнетушителя, образовании и выделении огнетушащего вещества.

Образовательные учреждения должны быть оснащены первичными средствами пожаротушения независимо от оборудования зданий и помещений установками пожаротушения и пожарными кранами.

Ручные огнетушители должны размещаться согласно требованиям ГОСТ 12.4.009–83: путем навески на вертикальные конструкции на высоте не более 1,5 м от уровня пола до нижнего торца огнетушителя; путем установки в пожарные шкафы совместно с пожарными кранами, в специальные тумбы или на пожарные стенды.

Огнетушитель должен устанавливаться таким образом, чтобы был виден имеющийся на его корпусе текст инструкции по использованию. Конструкции и внешнее оформление тумб и шкафов для размещения огнетушителей должны позволять визуально определить тип установленных в них огнетушителей.

Огнетушители должны размещаться в легкодоступных местах, где исключено повреждение, попадание на них прямых солнечных лучей и атмосферных осадков, непосредственное воздействие отопительных и нагревательных приборов.

При размещении огнетушителей не должны ухудшаться условия эвакуации людей.

На период перезарядки и технического обслуживания огнетушителей, связанного с их ремонтом, взамен должны быть установлены огнетушители из резервного фонда.

Повседневный контроль за сохранностью, содержанием и постоянной готовностью к действию первичных средств пожаротушения осуществляется лицами, назначенными приказом руководителя детского учреждения.

© Поскотина А. А., 2013

УДК 159.9.07

К. А. Проценко
 Научный руководитель – Н. В. Юрковец
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ЧЕЛОВЕКА В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Дана оценка поведения человека в чрезвычайных ситуациях и представлены рекомендации по выживанию людей в чрезвычайных ситуациях.

Несчастье приходит к людям неожиданно-негаданно, внезапно: пожар, ураган, наводнение, взрыв на пред-

приятии, заражение территории радиоактивными веществами, разлив и испарение различных ядов, до-

рожно-транспортные аварии, а также другие катастрофы и стихийные бедствия. В результате подобных чрезвычайных ситуаций люди могут получить тяжелые травмы, острые отравления, ожоги.

В чрезвычайных ситуациях очень важно сохранить максимум хладнокровия, отстраниться от страха, оценить обстановку в целом и наметить наиболее безопасную линию поведения. Нерешительность, растерянность объясняются, как правило, элементарной безграмотностью. Не зная, что предпринять для своего спасения, человек впадает в оцепенение или панику, сменяющиеся отчаянием, чувством обреченности.

Каждый человек должен быть готов к возникновению аварийной ситуации. Желательно заранее составить план действий на случай аварии, особенно тем, кто связан на работе с потенциально опасным производством или проживает в районах, угрожаемых различными стихийными бедствиями.

В течение последних десятилетий отмечается значительное увеличение числа чрезвычайных ситуаций. К сожалению, судя по прогнозам, их количество будет неуклонно возрастать. Многочисленные исследования показали, что в различных чрезвычайных ситуациях большинство людей (70–75 %) не являются психологически устойчивыми. Особые условия, в которых может оказаться человек, как правило, вызывают у него психологическую и эмоциональную напряженность. Как следствие, у одних это сопровождается мобилизацией внутренних жизненных ресурсов, у других снижением или даже срывом работоспособности, ухудшением здоровья, физиологическими и психологическими стрессовыми явлениями. Зависит это от индивидуальных особенностей организма, условий труда и воспитания, осведомленности о происходящих событиях и понимания степени опасности.

В связи с этим, развитие психологической устойчивости к действиям в чрезвычайных ситуациях является одной из основных задач на сегодняшний день [1].

В работе было исследовано поведение человека и групповое поведение людей в чрезвычайных ситуациях, а также были рассмотрены и проанализированы мероприятия, проводимые с целью профилактики панических реакций в Красноярском Крае.

Проведенное исследование показало, что поведением людей в чрезвычайных ситуациях руководит стадный эффект и паника, вследствие которых у человека нарушается процесс нормального мышления, ослабевает или полностью исключается контроль над собой, что приводит к неоправданным и непредсказуемым действиям [2]. Неожиданность возникновения опасности, незнание характера и возможных последствий стихийного бедствия или аварии, правил поведения в этой обстановке, отсутствие опыта и навыков в борьбе со стихией, слабая морально-психологическая подготовка – все это причины такого поведения людей.

Таким образом, физическая и психологическая готовность к встрече с чрезвычайной ситуацией для человека более значима, чем государственные меры. Быть готовым самому часто означает спасти свою жизнь. Предвидеть, что может случиться во время урагана, пожара или обвала значит намного повысить шансы уцелеть. Если человек умеет распознавать источники опасности и быть всегда на чеку, ему легче защитить себя, или, по крайней мере, он не будет застигнут врасплох. Неосторожный, неподготовленный и неуверенный человек – уже потенциальная жертва.

Основы выживания в экстремальных ситуациях – прочные знания защиты, поведения, первой медицинской помощи.

Знающий человек, предвидящий потенциальные опасности катастроф, умеющий защититься и оказать первую медицинскую помощь, всегда менее уязвим, нежели тот, кто полагается лишь на судьбу и везение в жизни.

Правила безопасности жизни – это предвидеть опасность, по возможности избегать её и при необходимости – действовать.

Библиографические ссылки

1. URL: <http://gochs.info/p182.htm>.
2. Михайлов А. Я. Психологическая защита в чрезвычайных ситуациях : учеб. пособие. М. : Питер, 2009. 256 с.

© Проценко К. А., 2013

УДК 504.453

А. В. Снытко

Научный руководитель – О. В. Тасейко

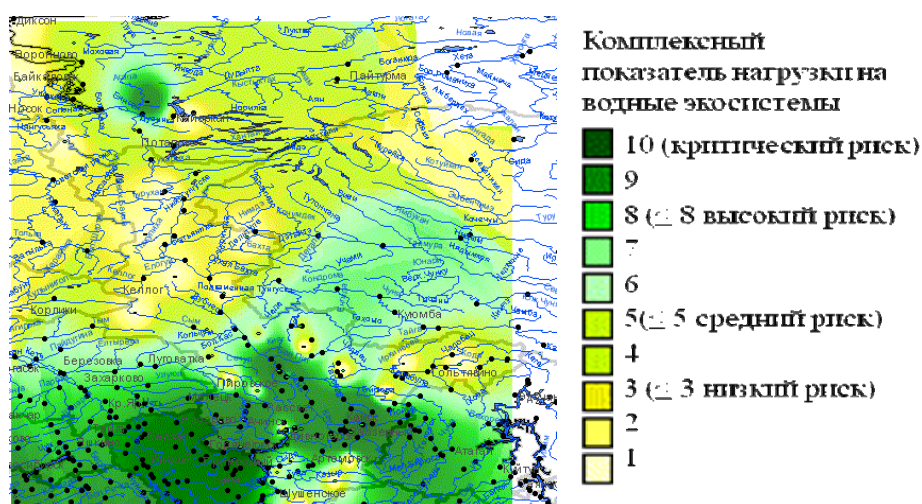
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОЦЕНКА РИСКА ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Изучены возможности комплексной оценки антропогенного воздействия на водные ресурсы Красноярского края. Предложена концепция построения атласа водных рисков для территории края. Проанализированы основные показатели, позволяющие выполнять комплексную оценку рисков. С использованием ГИС-технологий построены карты некоторых показателей водных рисков.

Запасы пресной воды представляют собой единый ресурс. Рассчитанное на длительную перспективу освоение мировых ресурсов пресной воды требует цело-

стного подхода к использованию этих ресурсов и признания взаимозависимости между элементами, составляющими запасы пресной воды и определяющими ее



Комплексный показатель нагрузки на водные экосистемы Красноярского края

качество. В мире существует мало регионов, не затронутых проблемами потери потенциальных источников снабжения пресной водой, ухудшения качества воды и загрязнения поверхностных и подземных источников. Красноярский край в этом вопросе не является исключением.

Для комплексной оценки рисков водопользования и экологических последствий хозяйственной деятельности World Resources Institute (WRI) Markets и Enterprise Program, при поддержке крупнейших компаний, включая General Electrics, Goldman Sachs, Shell, и P&G, разработали проект AQUEDUCT GLOBAL MAPS 2.0 – всесторонний и общественно доступный интерактивный инструмент, который предоставляет информацию о связанных с водой рисках по всему миру.

Целью работы являлась оценка водных рисков поверхностных вод Красноярского края по методике разработанной World Resources Institute (WRI).

Актуальность работы обусловлена тем, что в России такие работы не ведутся, а в глобальных ресурсах наша страна практически не представлена из-за специфики сбора и обработки статистической информации, связанной с водопользованием.

Все показатели, представленные в атласе сгруппированы по типам рисков: качественные, количественные и репутационные.

Физические количественные риски, определяются как воздействие изменений количества воды (например, засухи или наводнения), которые могут влиять напрямую на деятельность компаний, на цепи компаний и/или логистику. К ним относятся: исходный уровень дефицита воды, межгодовая изменчивость, сезонная изменчивость, риски, наводнений, опасность засухи, предел хранилищ, давление подземных вод.

Физические качественные риски, определяются как воздействие изменений на качество воды, которые могут влиять напрямую на деятельность компаний, на цепи компаний и/или логистику. К ним относятся: соотношение возврата потоков, верховья рек охраняемых территорий.

Репутационные риски определяются как потенциальные конфликты с общественностью по вопросам водных ресурсов, которые могут отрицательно повлиять на имидж компании или привести к потере компанией лицензии для работы в жилом комплексе. К ним относятся: освещение в СМИ, доступ к водным ресурсам, угроза земноводным.

Статистические данные для оценки параметров показателей риска были взяты из государственного доклада «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае за 2011 год».

Для определения комплексного показателя риска все рассчитанные параметры нормировались на свои пороговые значения. Затем каждый индикатор сопоставлялся с весовым коэффициентом в зависимости от его степени значимости. Комплексный показатель водного риска представляет собой безразмерную величину, принимающую значения в диапазоне от 0 до 10.

На основе полученных показателей начата разработка атласа водных рисков Красноярского края. Для этой цели использовались возможности ГИС, позволяющие упростить анализ разнородных данных. В основу построения атласа положен принцип послыной организации информации (см. рисунок).

Использование инструмента ГИС позволяет представить в различных слоях карты локальные ареалы негативного влияния отдельных факторов, которые, не совмещаясь друг с другом, могут группироваться в пространстве, и фиксировать очаги наибольших воздействий. В работе были получены следующие результаты:

1. Адаптирована методика оценки водных рисков для условий Красноярского края.
2. Выполнен расчет основных показателей, характеризующих качество поверхностных вод на территории региона.
3. Начата разработка атласа водных рисков Красноярского края.

© Снытко А. В., 2013

УДК 504.062.2

Р. Э. Сорокатый, В. А. Шокиров
 Научный руководитель – О. В. Тасейко
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

КРАСНОЯРСК – ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ ГОРОД

Проанализированы возможности использования альтернативной энергетики в Красноярске с точки зрения потенциала природных ресурсов. Проанализирована стоимость установленной и произведенной электроэнергии для различных альтернативных и традиционных источников.

В городе Красноярске проживает один миллион жителей, с каждым днем происходит развитие и насыщение энергопотребляющих устройств. Поэтому для города необходимо все больше электроэнергии, которую можно получать из невозобновляемых ресурсов, а их, по прогнозам ученых, осталось не более чем на 150 лет. Также использование ископаемых усугубляет экологическую обстановку города. Поэтому анализ возможностей применения альтернативных источников энергии и энергосберегающих проектов в Красноярске является весьма актуальным.

На данный момент известно несколько видов альтернативной энергии: солнечная, ветряная, геотермальная, биологическая.

Преимуществом солнечной энергии является ее неисчерпаемость. Солнечная энергия в Красноярске позволит из одного квадратного метра за месяц получить мощность представленную в табл. 1.

Ветряная энергетика довольно распространенный вид альтернативной энергии. В Красноярске средняя скорость ветра не зависимо от времени года не превышает 2 м/с (табл. 2). Минимальный уровень ветра

для ветряной установки 2 м/с, при этом средняя стоимость генератора с установкой 3 млн. рублей. Очевидно, что использование данного вида энергии в Красноярске, пока не является приемлемым ни с технической, ни с экономической точек зрения.

Геотермальная энергетика – направление энергетики, основанное на производстве электрической энергии за счет энергии, содержащейся в недрах земли, на геотермальных станциях. Главным достоинством геотермальной энергии является ее практическая неиссякаемость и полная независимость от условий окружающей среды, времени суток и года. На территории Красноярска нет геотермальных источников. Но мы можем использовать петротермальную энергию. Она добывается посредством бурения глубокой скважины на глубину более не более 2 000 км, где температура 80–100 °С.

Биотопливо – топливо из растительного или животного сырья, из продуктов жизнедеятельности организмов или органических промышленных отходов. Различают жидкое, твердое и газообразное биотопливо.

Таблица 1

Суммарные значения инсоляции в г. Красноярск по месяцам, кВт·ч/м²

Янв	Фев	Мар	Апр	Май	Июн	Июл	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек
12,7	40,8	90,8	123,3	135	172,2	160,6	104,7	67,5	23,2	18,6	9,4

Таблица 2

Среднемесячные значения скорости ветра в г. Красноярске, м/с

Янв	Фев	Мар	Апр	Май	Июн	Июл	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек
1,3	1,8	1,8	2,6	2	1,3	1,3	1,5	1,5	1,9	1,9	1,3

Таблица 3

Сравнение стоимости традиционных и альтернативных источников получения электроэнергии

	Тип энергии	Стоимость 1кВт установленной мощности, \$	Стоимость 1кВт произведенной мощности, \$
Традиционная	ТЭЦ	2 000	0,07
	АЭС	2 000–4 000	0,04
	ГЭС	1 600	0,04
Альтернативная	Солнечная	1 000–4 000	0,5
	Ветряная	1 000–2 000	0,05
	Геотермальная	1 500–4 000	0,05
	Биотопливная	1 000	0,1
	Малые ГЭС	2 000	0,04

Промышленное культивирование и биотехнологическая конверсия морского фитопланктона рассматривается как одно из наиболее перспективных направлений в области получения биотоплива. Основными доводами в пользу использования микроскопических водорослей являются следующие:

- высокая продуктивность фитопланктона (до 100 т/га в год);
- в производстве не используются ни плодородные почвы, ни пресная вода;
- процесс не конкурирует с сельскохозяйственным производством;
- энергоотдача процесса достигает 14 на стадии получения метана и 7 на стадии получения метанола;

Гидроэнергетика довольно широко распространена на территории Красноярского края. Складывается впечатление, что ресурсы Енисея использованы по максимуму, но это не так. В мире довольно широко применяют мини ГЭС. К преимуществам работы подобных систем можно отнести: экологическую безопасность оборудования и отсутствие необходимости затопления больших площадей; низкую стоимость

получаемой электроэнергии; простоту и надежность применяемого оборудования, и возможность его работы в автономном режиме; неисчерпаемость используемого природного ресурса

Немаловажную роль играет стоимость энергии. В табл. 3 приведена стоимость 1 кВт установленной и произведенной мощности для различных типов энергий.

Исходя из данных приведенных в таблице видно, что стоимость альтернативной энергии не дороже традиционной, а для некоторых типов энергии даже дешевле. Однако строительство данных электростанций является дороже.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что в Красноярске рационально применять петротермальную энергетику и малые ГЭС, также биотопливо. Но так же не стоит забывать об энергосбережении. А для этого нужны инвестиции и изменение менталитета горожан.

© Сорокатый Р. Э., Шокиров В. А., 2013

УДК 570

Ю. В. Сутягина
 Научный руководитель – Е. Я. Мучкина
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М.Ф. Решетнева, Красноярск

АСПЕКТЫ СНИЖЕНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ЧЕЛОВЕКОМ

Показан, что у студенчества как социальной группы населения значительный объём потребления природных ресурсов обусловлен широким использованием автотранспорта как средства передвижения и употреблением в пищу продуктов «фаст-фуд».

С целью оценки потребительских запросов граждан по отношению к обеспеченности природными ресурсами провели анкетный опрос студентов (60 чел.) по пунктам предложенным опросным листом «Экологический след России и россиян», 2005 г.

Анализ полученных сведений показал, что в данной социальной группе отмечается высокий уровень потребления природных ресурсов, который превышает контрольный в 3 раза.

Необходимо выделить те сферы потребления, которые имеют наиболее высокие объемы.

Из пяти представленных блоков: жилье, энергия, транспорт, пища, отходы у студентов в наибольшей степени превышение контрольного уровня наблюдается в пунктах транспорт и пища. Это обусловлено ориентацией молодежи на высокий уровень материальных запросов, так и нехваткой времени (работа и учеба).

В ряду аспектов снижения объема потребления природных ресурсов стоит возможность частичного отказа от использования авто- и мототранспорта с заменой их велотранспортом и пешеходными прогулками.

Следует рекомендовать такой социальной группе как студенчество приобретать в качестве пищевых продуктов свежие овощи, фрукты, сыры, как компоненты салатов, и в сочетании с хлебобулочными изделиями как бутерброды. Необходимо отказаться от употребления консервированной пищи и полуфабрикатов так как такой вид продуктов требует больших затрат энергии на транспортировку, хранение, и приготовление. Отказ от подобной пищи позволит сохранить значительные количества таких природных ресурсов как вода, почва, энергия и биообъекты.

© Сутягина Ю. В., 2013

УДК 669

Ю. И. Тычкина, А. О. Гайдукова
Научный руководитель – Л. А. Герасимова
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М.Ф. Решетнева, Красноярск

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИММУНОГЕНЕТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПОПУЛЯЦИИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Иммуногенетическая характеристика популяции – показатель, позволяющий с определенной достоверностью определить генетический потенциал и резерв исследуемой группы животных, что наиболее важно при исследовании отселекционированных пород скота.

В работе была сделана попытка определить особенности иммуногенетической структуры красноярской популяции красно-пестрой породы крупного рогатого скота.

Красно-пестрая порода крупного рогатого скота молочного направления является молодой специализированной молочной породой, утвержденной в 1998 году Государственной Комиссией РФ по испытанию и охране селекционных достижений. Порода разводится в 179 хозяйствах 13-ти регионов Российской Федерации [1].

Относительная численность крупного рогатого скота этой породы ежегодно возрастает благодаря высокой молочной продуктивности, хорошей акклиматизационной способности к различным климатическим условиям страны и технологичности животных в условиях индустриального производства [1].

В анализируемую выборку попали животные четырех племенных хозяйств Красноярского края, специализирующихся на выращивании красно-пестрой породой крупного рогатого скота: ЗАО «Трубинск», ЗАО «Назаровское», ЗАО «Солгонское» и ЗАО «Краснотуранское». Общая численность исследуемо-

го поголовья составила около 2000 особей, что обеспечивает получение результатов с достаточно высокой степенью достоверности.

Все представленные животные имеют свою уникальную иммуногенетическую характеристику – комбинации генов десяти разных аллелей.

В результате, по каждому хозяйству было выявлено около 50 аллельных комбинаций генов. Причем в популяции каждого хозяйства были, как свои, специфические, комбинации генов, присущие только этой группе, так и проявляющиеся у животных всех хозяйств, то есть, характеризующих общий генофонд скота данной породы Красноярского края.

Таким образом, уже сейчас можно говорить о наличии генетических маркеров региональной популяции красно-пестрой породы крупного рогатого скота.

Библиографическая ссылка

1. Племенная работа с красно-пестрой породой крупного рогатого скота // Лесные Поляны. Моск. обл. 2009. Вып. 9. 37 с.

© Тычкина Ю. И., Гайдукова А. О., 2013

УДК 504.062.4

Е. Д. Шемелев, С. Е. Машенков
Научные руководители – В. А. Миронова, А. Г. Кучкин
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПРОЦЕССЫ ГОРЕНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО И РЕАКТИВНОГО ТОПЛИВА

Проведено исследование процессов горения тяжелых топлив в присутствии промутеров. Предложены более эффективные присадки, улучшающие полноту сгорания дизельного и реактивного топлива.

На сегодняшний день наиболее распространенным и доступным с экономической и производственной точки зрения являются дизельное и реактивное топливо. Несомненно, при его применении происходят выбросы в окружающую среду и в атмосферу вредных веществ из-за неполного его сгорания, что в свою очередь ведет к значительному ухудшению экологической обстановки и здоровья человека.

Целью данной работы стало исследование влияния промутеров (топливных присадок) на процесс горения тяжелых топлив.

Данная тема является актуальной, так как повышение качества и свойств топлива за счет промутеров ведет к наименьшей износостойкости, а также к повышению коэффициента полезного действия (КПД) двигателя. Вследствие этого авиационный и дизельный транспорт нужно будет меньше отправлять на технический осмотр и техническое обслуживание, а это в свою очередь связано с наименьшими экономическими затратами.

Выбор материалов для исследования происходил по следующим критериям: широкая доступность, экономическая выгодность, не противоречащая мировым

и отечественным стандартам, соответствие техническому регламенту «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту», утвержденному Правительством РФ от 27 февраля 2008 г. № 118 в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании» [1].

Объектом исследования стали следующие топливные присадки: антинагарные, моющие, антидымные [2].

Без топливных присадок происходит неполное сгорание углеводородов, входящих в состав тяжелых топлив, что приводит к отложениям сажи (нагара). В результате изменяется теплопроводность, наблюдается перегрев деталей двигателя, а это в свою очередь сказывается на его технических характеристиках [3]. В конечном итоге, двигатель приходится либо очень часто подвергать очистке от нагара, что не выгодно с точки зрения распределения человеческого труда, либо приходится отправлять в утилизацию, так как двигатель не подлежит дальнейшему ремонту, что в свою очередь не выгодно в экономическом плане.

Антинагарные присадки обладают диспергирующим действием, предотвращая высачивания загрязнений на металлической поверхности двигателя и топливной аппаратуры, а это ведет к увеличению срока службы двигателя. Использование металлосодержащих антинагарных присадок по новому техническому регламенту запрещено из-за токсичности веществ, выбрасываемых в окружающую среду. В качестве антидымных присадок применялись соединения металлов 2 или 8 групп периодической таблицы Менделеева, также запрещенные в настоящее время. С введением моющей присадки в топливо, в процессе работы двигателя происходит его самоочищение, что значительно продлевает срок службы материала, из которого он сделан [4].

В качестве присадок, повышающих полноту и скорость горения реактивных топлив, предложены органические боросодержащие соединения типа диборана, тетраборана и пентаборана, добавляемые в количестве 0,5–20 %. Скорость горения реактивных топлив с этими присадками увеличивается в 1,2–3,3 раза. Однако практическая реализация этих предложений представляет значительные трудности, так как эти вещества обладают сильным токсическим действием и при сгорании образуют твердые отложения в каме-

рах сгорания при введении их в топлива в таких больших количествах. Следует подчеркнуть, что все известные присадки для повышения полноты сгорания реактивных топлив пока еще требуют глубоких лабораторных исследований.

В качестве промоутеров для реактивных двигателей были предложены органические нитросоединения в количестве 6–8 %, азиды 1–20 % и перекиси до 10 %, причем эффективность таких присадок повышается с увеличением в их составе группы NO_2 [5].

Согласно нашим исследованиям мы предлагаем в качестве промоутеров горения использовать аминокислоты и азотосодержащие присадки, которые улучшают процесс горения за счет более полного сгорания углерода и не приводят к выбросу токсичных веществ. Введение присадок на месте производства тяжелых топлив может привести к изменению качества топлива вследствие возможных химических и физико-химических процессов, которые могут происходить при длительном хранении в емкостях.

Одним из вариантов может быть введение такой присадки в реактивное топливо вместе с противодокристаллизационной жидкостью (ПВК). Эти присадки можно добавлять непосредственно в топливозаправщик, выбрав примерно равные соотношения: ПВК – 0,1–0,15 % и такое же количество аминокислотосодержащих соединений.

Библиографические ссылки

1. *О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту : технический регламент, утвержденный Правительством РФ от 27 февраля 2008 г. № 118.*
2. *Саблина З. А., Гуреев А. А. Присадки к моторным топливам. М. : Химия, 1997. 256 с.*
3. *Школьников В. М. Топливо, смазочные материалы и технологические жидкости. М. : Высшая школа, 1998. 365 с.*
4. *Пискунов В. А. и др. Химмотология в гражданской авиации : справочник. М. : Транспорт, 1986. 248 с.*
5. *Товарные нефтепродукты. Свойства и применение : справочник / под ред. В. М. Школьникова. М. : Химия, 1978. 470 с.*

© Шемелев Е. Д., Машенков С. Е., 2013

УДК 006

Д. Х. Валеева, Т. В. Решетова
Научный руководитель – А. А. Снежко
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ВСТУПЛЕНИЕ РОССИИ В ВТО: ПОТЕРИ И ПРИОБРЕТЕНИЯ

России необходимо переходить на мировые стандарты производства товаров и услуг, и вступление в ВТО – еще один аргумент для ускорения продвижения этого вопроса. Преодоление технических барьеров в торговле важно не только для международного, но и для внутреннего рынка. Отечественным производителям необходимо конкурировать с продукцией, соответствующей мировым стандартам. Иначе компании, которые игнорируют эти стандарты, не выдержат глобальной конкуренции. Однако в этом вопросе есть свои плюсы и минусы.

22 августа 2012 года Россия вступила в ВТО (Всемирную торговую организацию). Полномочия и возможности ВТО уникальны, поскольку она является единственной столь массовой международной организацией, которая устанавливает правила торговли на межгосударственных и мировых сегментах рынков для обеспечения ее максимально возможной прозрачности и, следовательно, предсказуемости и свободы конкуренции. ВТО также затрагивает и вопросы подтверждения соответствия стандартам.

Предприятия промышленно развитых стран борются за снижение затрат и улучшение качества продуктов и услуг. Выполнить требования рынка поставлять продукцию высокого качества можно, создав на предприятии систему менеджмента качества, отвечающую требованиям международных стандартов к качеству, упаковке, условиям транспортировки и сервису [1].

В России наблюдается переходный период систем стандартизации и сертификации. Формируется новый подход, при этом регламентирующая документация (технические регламенты) носит обязательный, а стандарты – рекомендательный характер.

Беспокойство вызывает тот факт, что в нашей стране тормозится процесс приведения стандартов качества в соответствие с международными аналогами. Отраслевые предприятия стран-членов ВТО работают сегодня с учетом требований комиссии Пищевого кодекса, совместной программы Всемирной продовольственной организации и Всемирной организации здравоохранения по стандартам на пищевые продукты [2].

После вхождения в ВТО российские предприятия, выпускающие продукты для внутреннего рынка и экспорта, должны будут представлять «убедительные» доводы высокого качества продукции, начиная от приема сырья и заканчивая реализацией готового продукта. Внедряется так называемая система управления безопасностью пищевых продуктов, которая работает во всех цивилизованных странах и предполагает, конечно же, модернизацию производства. Она позволяет выявлять и контролировать «критические точки» технологического процесса, то есть парамет-

ры, влияющие на безопасность производимой продукции, к примеру, колбас, молочной и другой продукции. Особое внимание уделяется пищевой и перерабатывающей промышленности, но не остались без изменений и стандарты гигиены пищевого производства. Из конкретных мер стоит упомянуть регуляцию максимально допустимых уровней для антибиотиков в пищевых продуктах животного происхождения. В рамках международных требований остаточные количества для антипротозойных препаратов, инсектицидов и запрещенных в международной практике ветеринарных препаратов с антимикробным действием гармонизированы полностью (с даты введения в действие их методов определения). Все меры зафиксированы в следующих документах: постановления Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 27.12.2010 № 177 и от 01.06.2011 № 79, решение Комиссии Таможенного союза от 07.04.2011 № 622 [3].

Минусом является снятие ограничения России на ввоз товаров для участников ВТО. Это грозит рынку появлением некачественных товаров и генномодифицированными продуктами питания. ВТО обяжет Россию приобретать у себя продукты генной инженерии, так как соглашения между странами – участниками не позволяют тщательно исследовать весь ввозимый товар, а торговые отношения между членами-участницами ВТО строятся, в основном, на доверии [4]. Снова можно отметить, что импортных товаров станет больше.

Существуют два соглашения, на основании которых другие страны-члены ВТО могут заставить Россию через суд ВТО снять ограничения на импорт и выращивание ГМО, а также отменить маркировку ГМО-продуктов: «Соглашение по техническим барьерам в торговле» (ТБТ) и «Соглашение по санитарным и фитосанитарным мерам» (СФС). В ТБТ не играет роли, как произведен продукт, производственные процессы и методы не рассматриваются. В результате этого ГМО признаются эквивалентными. Из их «эквивалентности» следует, что нельзя «дискриминировать» компании-производителей ГМО [5].

Российскому потребителю будет представлена возможность использования многообразия зарубежных продуктов и услуг, это может послужить причиной сильной зависимости от иностранных предприятий и их продукции. Тогда российские продукты фактически исчезнут с рынка, так как они не выдержат конкуренции в условиях добровольной стандартизации. Особенно это коснется мелких предпринимателей.

Так, Россия для защиты отечественного рынка мяса сохранила тарифные квоты на говядину, свинину и мясо птицы. Однако для свинины, например, внутри установленной квоты пошлина будет обнулена, сейчас она составляет 15 %. При этом с 25 до 15 % снижается пошлина на ввоз мясопродуктов. Пошлина же на ввоз живых свиней снизится с 40% до 5%, что грозит массовым импортом иностранных животных в Россию с целью дальнейшего убоя уже здесь и продажи мяса. Заметно снизятся ставки на молочную продукцию (с 19,8 до 14,9 %), злаки (с 15,1 до 10 %), масличные культуры и растительные масла (с 9 до 7,1%) [4].

Незначительно изменились цены на лекарства, после вступления России в ВТО. Лекарственные средства, производимые в нашей стране, несомненно будут дешевле, чем зарубежные аналоги. На данный момент торговая пошлина составляет 15 %. Полный переход ожидается в 2016 году [6].

Из положительного пока можно отметить упрощение процедур лицензирования и регистрирования новых препаратов (в частности импортного производства) и, соответственно, их быстрее выход на рынок нашей страны [7].

Российские системы стандартизации и сертификации будут способствовать устранению технических барьеров и либерализации межгосударственной торговли в рамках единого мирового рынка. Иностранные компании будут более активно работать на российском рынке, и усилится конкуренция. Как результат – российские товары также станут дешевле.

Но сегодня в нашей стране тормозится процесс приведения стандартов качества в соответствие с международными аналогами, так как происходит постепенное изменение и привыкание к новым стандартам качества.

Стоит отметить, что мифом является отмена таможенной пошлины, защищающей наш рынок от излишнего присутствия иностранных товаров, – она будет лишь снижена постепенно, в среднем на 3 %. Кроме того, отечественный производитель мяса будет также защищен квотами на беспошлинный импорт. Меняя размер квоты, можно регулировать количество иностранного мяса.

С другой стороны, ВТО же нас ведет в противоположном направлении, понижая нормы и объявляя жесткие санитарно-гигиенические меры незаконными [8]. Это подтверждается двумя соглашениями «Соглашение по техническим барьерам в торговле» (ТБТ) и «Соглашение по санитарным и фитосанитарным мерам» (СФС).

«Выгодно России вступление в ВТО или нет?» – до сих пор является спорным вопросом. Появляется ряд плюсов, сопровождающийся негативными последствиями, в частности, в плане безопасности продукции.

Библиографические ссылки

1. URL: http://www.rcertica.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=66&Itemid=84.
2. URL: http://www.stpravda.ru/20120406/standarty_dlya_vto_59821.html.
3. URL: <http://www.myaso-portal.ru/stati-Itervju/standarty-gigieny-pishchevogo-proizvodstva-v-preddverii-vstupleniya-v-vto/>.
4. URL: http://www.rau.su/observer/N10_2012/026_039.pdf.
5. URL: <http://www.biosafety.ru/index.php?idp=23&idn=1924>.
6. URL: <http://www.xn--b1afkidmfaflnm6k.xn--p1ai/2012/06/posle-vstupleniya-rossii-v-vto-tamozhennye-poshliny-na-lekarstva-umenshatsya-v-2-raza/>.
7. URL: <http://instrukciya-otzyvy.ru/410-stoimost-lekarstvennyh-preparatov-v-rossii-posle-vstupleniya-v-vto.html>.
8. URL: http://wto-inform.ru/news/the_wto_a_lowering_of_standards_of_food_safety.

© Валеева Д. Х., Решетова Т. В., 2013

УДК 658.562:674

М. Р. Габдуллина, М. А. Мирзоева
 Научный руководитель – Н. В. Захарова
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММЫ ИТОГОВЫХ ИСПЫТАНИЙ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ НА ООО «ДЕРЕВООБРАБОТКА»

Рассмотрены основные аспекты, учитываемые при разработке программы итоговых испытаний и ее необходимость для данного вида производства.

Актуальность разработки программы итоговых испытаний готовой продукции заключается в уменьшении доли несоответствующей продукции, выявляе-

ния брака, выявления причин возникновения бракованных изделий и разработки мероприятий по устранению факторов влияющих на снижения качества

продукции. Испытания являются одним из важнейших этапов жизненного цикла, на котором проверяются и фиксируются достигнутые показатели качества готовой продукции. Испытания как основная форма контроля готовой продукции представляют собой экспериментальное определение количественных и качественных показателей свойств изделия.

Необходимость разработки программы контроля, документированной процедуры окончательного контроля заключается в том, чтобы повысить качество продукции, результаты удовлетворяли предъявленным требованиям потребителя, повысить конкурентоспособность предприятия и продукции, устранить и исключить бракованную продукцию. На предприятии должен проводиться окончательный контроль в соответствии с программой качества или документированными процедурами с целью доказательства готовности продукции установленным требованиям.

Основной целью программы итоговых испытаний готовой продукции является повышения качества выходного контроля, путем снижения доли дефектной продукции, установление характеристик контролируемых параметров и методов их определения.

При выходном контроле оценивают качество продукции по качественным и количественным характеристикам основных свойств, таких как влажность, плотность, твердость, прочность, шероховатость, покоробленность, ударная вязкость, разбухание готовой продукции; также проводят контроль размеров перпендикулярности поверхности продукции.

Эффективно интерпретировать и оценить данные о дефектах сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции позволяет анализ Парето. Для выявления немногочисленных существенных причин, т. е. причин, оказывающих наибольшее воздействие на процесс, был проведен анализ Парето.

Диаграммы Парето, построенная на основе данных (см. таблицу), наглядно демонстрирует приоритетность и частоту возникновения несоответствий. Это позволяет определить точки приложения основных усилий по улучшению качества процесса контроля.

Данным видам дефектов уделяется мало внимания, таким как, коробление, избыточная влажность, избы-

точная сухость, неравномерная сушка, поэтому мы разрабатываем данную программу для устранения и предотвращения дефектов.

Основные виды дефектов готовой продукции

Вид дефекта	Количество дефектов
Трещины	4
Коробление	15
Избыточная влажность	15
Избыточная сухость	15
Низкая плотность	3
Низкая твердость	3
Низкая прочность	4
Низкая ударная вязкость	4
Недопустимая шероховатость	6
Отклонения от размеров	4
Отклонения от прямолинейности	4
Отклонения от перпендикулярности	4
Неравномерная сушка	15
Прочие дефекты	4
Итого	100

Существующая нормативная документация в ООО «Деревообработка» не обеспечивает снижение процента производственного брака, поэтому актуальность рабочей программы обеспечения качества необходима, так как процент доли брака значительно снижает затраты на производство и снижает конкурентоспособность. Если контроль будет не надлежащего уровня, то потребитель пострадает.

Программа итоговых испытаний готовой продукции, помимо, методов контроля и испытаний, характеристик продукции, будет включать допустимые границы брака, так как данное производство не возможно без дефектной продукции. Важная особенность программы состоит в наличии достаточных требований, которым должна соответствовать готовая продукция. Поэтому для обеспечения высокого качества готовой продукции необходимо в программе итоговых испытаний отобразить технологию контроля и условия поэтапной проверки продукции.

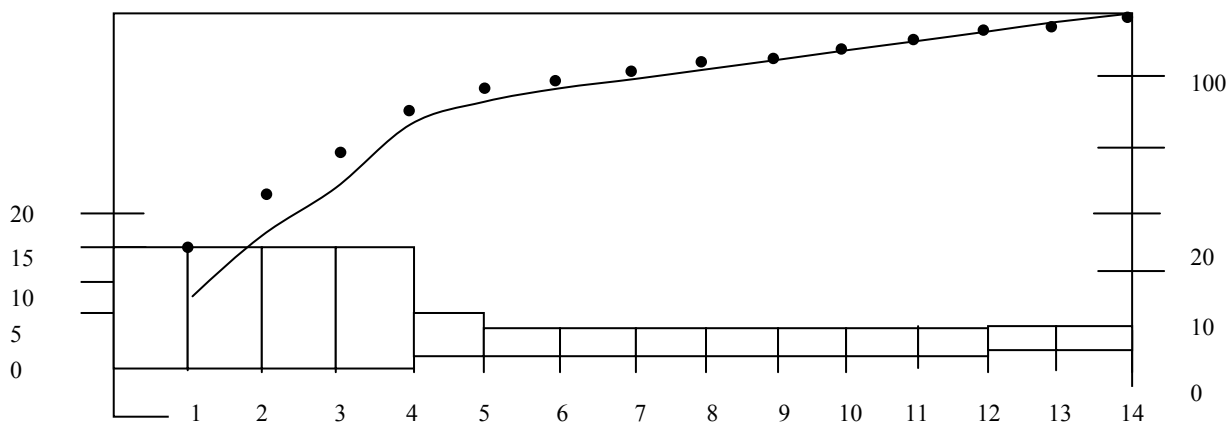


Диаграмма Парето по результатам

Для проверки установленных требований к продукции на предприятии должны быть разработаны и поддерживаться в рабочем состоянии методики контроля и проведения испытаний. Необходимые виды контроля и испытаний должны быть подробно изло-

жены в программе или методике итоговых испытаний.

© Габдуллина М. Р., Мирзоева М. А., 2013

УДК 658

М. А. Глотова
 Научный руководитель – И. В. Трифанов
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РУПОРНОЙ РЕШЕТКИ

Представлены требования к изготовлению облучателя с рупорной решеткой и метод изготовления ее электролитическим формообразованием.

В последние годы широкое применение получили облучатели в виде решетки из четырех и более рупоров. Достоинством данного типа облучателей является возможность разделения каналов связи и сопровождения, что оптимизирует каналы связи, а также на его базе можно получить облучатель для работы в нескольких диапазонах частот. В современных космических аппаратах используются антенны с узкой диаграммой направленности. Облучатели таких антенн должны обладать высокими поляризационно-избирательными свойствами и широкой полосой пропускания, поэтому на выходе облучателя, как правило, устанавливается рупор. Передающая антенна с рупорной решеткой характеризуется быстрой коммутацией лучей, пространственным сложением и концентрацией мощности на линии Спутник – Земля. Производство таких облучателей отличается большой трудоемкостью и высокой точностью.

Конструкция облучателя с рупором представляет собой антенную решетку из пяти рупоров: одного центрального и четырех боковых. Запитка центрального рупора осуществляется с диплексера с двумя входами и поляризатора. Рупор работает как на правую, так и на левую поляризацию, то есть как на прием, так и на передачу. Периферийные рупоры запитаны попарно через разветвители – делители мощности, затем каждый через свой поляризатор для создания сигнала только с одним направлением вращения плоскости поляризации. Направление вращения выбирается из возможности работы облучателя и антенны. Решетка рупоров даёт более узкую, по сравнению с одиночным рупором, диаграмму направленности с большими коэффициентами усиления.

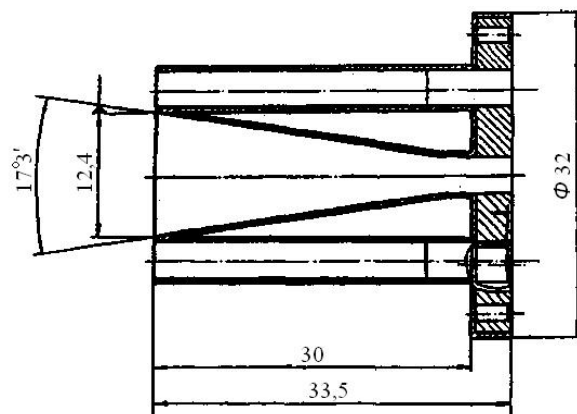
В режиме передачи одновременно пять рупоров излучают сигналы одинаковой поляризации, образуя узкий луч с шириной главного лепестка $1-2^\circ$, что позволяет обеспечить лучшую помехозащищенность, меньшую вероятность перехвата и создать экономичную энергетику радиолинии. Центральный рупор одновременно может принимать сигналы другой поляризации с широким лучом (режим поиска).

Указанные режимы применяются, если облучатель работает в качестве самостоятельной антенны.

Если антенно-фидерная система с рупорной решеткой используется в качестве облучателя, то режим работы выбирается из условия работ: боковые рупоры могут подключаться к приёмнику или передатчику, центральный рупор – оба входа к приёмнику или к передатчику, либо к приёмнику и передатчику раздельно.

В состав облучателей входят волноводные элементы различной сложности (разветвители, кольцевые мосты, корпуса и др.), которые являются предметом исследований и разработки КТР. Подробно рассмотрим технологию изготовления рупорной решетки.

В состав рупорной решетки входит центральный пирамидальный рупор с размерами в раскрытии $12,4 \times 12,4 + 0,01$ мм, с углом раскрытия $17^\circ 30' + 5'$ и длиной 27 мм. Толщина стенки рупора $1,1^{+0,1}$ мм, радиус сопряжения стенок $0,1-0,2$ мм. Шероховатость внутренних токопроводящих поверхностей после нанесения серебряного покрытия $Ra \leq 0,8$ мкм. Расстояние между осями боковых рупоров $17 \pm 0,03$ мм. Высокая точность расположения рупоров необходима для формирования разностной и суммарной диаграмм на основе применения многоэлементных облучателей.



Изготовление рупорной решетки требует разработки конструкторско-технологических решений метода послойного электролитического формообразования с применением пяти удаляемых металлических оправок.

На первом этапе изготавливаются фланцы из латуни на токарном станке. Окна вырезаются электроэрозионной обработкой проволочным электродом. Далее изготавливаются металлические формы из стали 40Х13. Центральная изготавливается фрезерованием и покрывается хромом. Металлические формы присоединяют с фланцем и опускают в медную ванную электролитическим формообразованием наращивают слой меди до толщины 1,1 мм. А затем удаляются формы механическим способом после температурного удара 100–120° в защитной среде.

Разработанная технология изготовления таких рупорных решеток позволяет создавать и комбинированные облучатели или облучающие системы (ОС), которые могут быть построены в результате совмещения облучателей различного типа, например, выпол-

ненных в виде набора рупоров, спиралей, волноводов. Достоинствами данного типа облучателей является возможность реализации нескольких функций. Главное преимущество этих ОС для многодиапазонных антенн – эффективная работа в широких полосах частот без каких-либо перестроек или смены облучателей. Конструкторско-технологические решения, направленные на создание многодиапазонных антенн СВЧ и КВЧ диапазонов, должны быть ориентированы на максимальную интеграцию в одном моноблоке ОС элементов различного назначения для уменьшения габарито-массовых характеристик антенно-фидерных устройств (АФУ) КА.

© Глотова М. А., 2013

УДК 621:681.5

М. А. Грачёва, А. А. Боброва
 Научный руководитель – Е. А. Жирнова
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ В ОБЛАСТИ CALS

Представлена комплексная система стратегий повышения эффективности качества жизненного цикла продукции в области CALS-технологий.

В условиях постоянного и значительного усложнения инженерно-технических проектов, программ разработки новой продукции и роста наукоемкости изделий конкурентоспособными окажутся предприятия, достигшие совершенства в управлении бизнесом, обладающие отлаженными процессами проектирования, производства, поставки и поддержки продукта, ориентированные на функционирование в условиях быстро меняющейся экономической ситуации и способные мгновенно реагировать на возникающие новые запросы рынка.

Предприятия должны провести кардинальное реформирование в сфере управления, опираясь на высокотехнологичные, положительно зарекомендовавшие себя стратегии организации современного бизнеса. Такой стратегией, принятой в настоящее время в качестве международного стандарта, является CALS.

CALS (Continuous Acquisition and Life Cycle Support) – непрерывная информационная поддержка жизненного цикла изделия или продукта. Жизненный цикл продукта, как – это совокупность процессов, выполняемых от момента выявления потребностей общества в определенной продукции до момента удовлетворения этих потребностей и утилизации продукта (маркетинговые исследования, проектирование продукта, планирование и разработка процесса, закупка, производство или обслуживание, проверка, упаковка и хранение, продажа и распределение, монтаж и наладка, техническая поддержка и обслуживание, эксплуатация по назначению, послепродажная деятельность, утилизация и (или) переработка) [1].

В дословном переводе аббревиатура CALS означает «непрерывность поставок продукции и поддержки

ее жизненного цикла (далее – ЖЦ)». Первая часть определения – «непрерывность поставок продукции» требует и подразумевает оптимизацию процессов взаимодействия заказчика и поставщика в ходе разработки, проектирования и производства сложной продукции, срок жизни которой, с учетом различных модернизаций, составляет десятки лет. Вторая часть определения CALS – «поддержка жизненного цикла» – заключается в оптимизации процессов обслуживания, ремонта, снабжения запасными частями и модернизации.

Целью применения CALS-технологий, как инструмента организации и информационной поддержки всех участников создания, производства и пользования продуктом, является *повышение эффективности их деятельности* за счет ускорения процессов исследования и разработки продукции, придания изделию новых свойств, сокращения издержек в процессах производства и эксплуатации продукции, повышения уровня сервиса в процессах ее эксплуатации и технического обслуживания.

Предметом CALS являются *технологии информационной интеграции*, то есть совместного использования и обмена информацией об изделии (продукте), среде и процессах, выполняемых в ходе жизненного цикла продукта.

Основой CALS является использование комплекса единых информационных моделей, стандартизация способов доступа к информации и ее корректной интерпретации, обеспечение безопасности информации, юридические вопросы совместного использования информации (в том числе интеллектуальной собственности), использование на различных этапах ЖЦ

автоматизированных программных систем (CAD/CAM/CAE, MRP/ERP, PDM и др.), позволяющих производить и обмениваться информацией в формате CALS [2].

Информационное взаимодействие субъектов, участвующих в поддержке ЖЦ, должно осуществляться в едином информационном пространстве (ЕИП). Для разрушения коммуникационных барьеров и реализации концепции CALS необходимо создать ЕИП для всех участников ЖЦ изделия (в том числе и для эксплуатационников). ЕИП должно:

- накапливать всю информацию об изделии;
- быть единственным источником данных о нем (прямой обмен данными между участниками ЖЦ исключен);
- формироваться на основе международных, государственных и отраслевых стандартов.

Разрабатываемая конструкторско-технологическая информационная модель базируется на использовании стандарта ISO 10303 (STEP). Созданная однажды модель изделия используется многократно [2].

Стандартный способ представления конструкторско-технологических данных позволяет решить проблему обмена информацией между различными подразделениями предприятия, а также участниками кооперации, оснащенными разнородными системами проектирования.

CALS рассматривается как комплексная системная стратегия повышения эффективности всех процессов ЖЦ промышленной продукции, непосредственно влияющая на ее конкурентоспособность. Применение стратегии CALS является условием выживания предприятий в условиях растущей конкуренции и позволяет:

- расширить области деятельности предприятий (рынки сбыта) за счет кооперации с другими предприятиями, обеспечиваемой стандартизацией пред-

ставления информации на разных стадиях и этапах жизненного цикла;

- повысить привлекательность и конкурентоспособность изделий, спроектированных и произведенных в интегрированной среде с использованием современных компьютерных технологий и имеющих средства информационной поддержки на этапе эксплуатации;
- обеспечить заданное качество продукции в интегрированной системе поддержки ЖЦ путем электронного документирования всех процессов и процедур;
- сократить издержки производства и снизить стоимость продукции;
- сократить время создания изделия, его модернизации и увеличить его реальное время «жизни», функционирования в работоспособном состоянии за счет высокого качества и электронной поддержки во время эксплуатации.

CALS-технологии в настоящее время имеют огромный территориальный охват. Все больше иностранных компаний вводят в эксплуатацию данную стратегию повышения качества продукции, так как это наиболее перспективная методика контроля ЖЦП. Применение данной технологии дает возможность наиболее эффективного и быстрого обмена, интеграции и обновления информации в пределах, как предприятия, так и в международном масштабе.

Библиографические ссылки

1. *Международный центр стандартизации и сертификации.* URL: <http://www.9001-2001.ru/publ-cazii/107-cals-.html>.

2. *Менеджмент качества ISO 9000.* URL: <http://quality.eup.ru/>.

© Грачёва М. А., Боброва А. А., 2013

УДК 658.562

М. А. Дектярева

Научный руководитель – Е. А. Жирнова

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

На сегодняшний день метрологическое обеспечение средств измерений претерпевает большое изменение. В связи с вступлением России в ВТО российскому правительству необходимо издавать новые постановления, законы, которые позволят нашей стране выйти на новый уровень конкурентоспособности. Вам предоставляется на рассмотрение ряд основных направлений в области метрологического обеспечения средств измерений.

На каждом этапе развития человеческого общества деятельность человека претерпевает огромнейшие изменения. Новые технологии, разработки, входящие в обывденную жизнь человека, становятся все более автоматизированными, но в тоже время не более надежными и качественными.

Достижение высокого уровня качества продукции и обеспечение точности и взаимозаменяемости дета-

лей возможно только при применении технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерения.

Основной тенденцией последних десятилетий является сокращение эксплуатационных затрат для метрологического обеспечения средств измерений. Это реализуется с помощью введения метрологического самоконтроля датчиков – автоматической про-

верки метрологической исправности в процессе эксплуатации.

Датчик – это конструктивно обособленное устройство, содержащее один или несколько первичных измерительных преобразователей. Метрологический самоконтроль датчика – автоматическая проверка метрологической исправности датчика в процессе его эксплуатации, осуществляемая с использованием принятого опорного значения, формируемого с помощью встроенного в датчик средства (измерительного преобразователя или меры) или выделенного дополнительного параметра выходного сигнала [1].

Основной задачей, стоящей перед метрологией становится увеличение межкалибровочного интервала (далее МКИ) до межремонтного интервала установки. Это становится необходимостью в связи с созданием техники, которая должна работать без участия человека несколько лет. В свою очередь при многолетнем использовании датчиков с метрологическим самоконтролем усиливается роль влияющих факторов, что приводит к риску возникновения неисправности. Возникает противоречие. Для уменьшения износа оборудования и снижения риска возникновения брака и аварий проверка метрологической исправности средств измерений (далее СИ) должна проводиться чаще, а для повышения эффективности эксплуатации оборудования – как можно реже. Принимая во внимание глобализацию рынка СИ и метрологических услуг, необходимо стремиться к тому, чтобы требования, устанавливаемые в национальных стандартах, учитывали зарубежный опыт и содействовали формированию международной нормативной базы.

Главными проблемами и в тоже время направлениями развития метрологического обеспечения средств измерений, как для России, так и для всех стран мира являются: стандартизация терминологии, систематизация методов метрологического самоконтроля, стандартизация методов испытаний.

У всех разработчиков, изготовителей и потребителей средств измерений должен быть один язык общения. В силу быстрого научно-технического прогресса общий язык усилит развитие науки и техники, поставит страны в одинаковое положение с выпуском качественной продукции и добросовестной конкуренции.

Систематизация методов метрологического самоконтроля должна способствовать ускорению разработки новых СИ с метрологическим самоконтролем, акцентировать их особенности, облегчить обмен опытом. К этому направлению примыкает стандартизация требований к СИ с метрологическим самоконтролем. Очевидно, что достоверность его результатов может быть различной в зависимости от принятых разработчиком решений. Для устранения недобросовестной конкуренции важные для потребителя характеристики метрологического самоконтроля, реализованные в датчике, должны быть отражены в документации на него.

Третье направление связано со стандартизацией методов испытаний, доказывающих соответствие характеристик метрологического самоконтроля тем,

которые установлены в документации. Стандарт должен обеспечить сопоставимость параметров датчиков, способствовать взаимозаменяемости изделий различных производителей [2].

Все методы метрологического самоконтроля подразделяются на МПСК (метрологический прямой самоконтроль) и МДСК (метрологический диагностический самоконтроль).

При МПСК средство более высокой точности (эталон) должно обладать большей метрологической надежностью, чем основной измерительный преобразователь, метрологическая исправность которого контролируется. Простейшим примером организации МПСК при измерении температуры является датчик, содержащий встроенную капсулу с металлом, температура плавления которого принимается в качестве опорного значения. Во время плавления или отвердевания металла скорость изменения измеряемой температуры заметно падает, формируя «плато» на диаграмме «температура-время». По отклонению значения измеренной температуры в точке плавления (отвердевания) металла от опорного значения можно оценить метрологическую исправность датчика.

МКИ для СИ с МПСК определяется, в основном, нестабильностью эталона. МПСК напоминает процедуру автоматической калибровки. Он может быть реализован, как правило, в ограниченных областях диапазона измерений и/или динамических характеристик датчиков. МДСК является качественно новой операцией в метрологическом обеспечении [2].

По-видимому, наиболее распространенным будет МДСК на основе структурной избыточности. Он предполагает объединение основного и дополнительных измерительных преобразователей, близких по точности и метрологической надежности, но отличающихся чувствительностью к влияющим величинам, порождающим критическую составляющую погрешности. Пример – датчик давления с трубкой Бурдона. Критическая составляющая погрешности обусловлена остаточными деформациями, возникающими в процессе эксплуатации. Давление измеряют по перемещению свободного конца и дополнительно – по перемещению промежуточной точки.

Основным решением проблем метрологического обеспечения средств измерения будет являться современная, созданная совместно с другими специалистами-метрологами в мире, нормативная база. В связи с огромными изменениями, произошедшими в стране в 2012 году, нашим специалистам предстоит пересмотреть все уже существующие ГОСТы, создать немало новых документов в области метрологии, стандартизации.

Библиографические ссылки

1. ГОСТ Р 8.673–2009. Датчики интеллектуальные и системы измерительные интеллектуальные.
2. URL: <http://www.metrob.ru/HTML/Stati/vzglad.html>.

© Дектярева М. А., 2013

УДК 620.98

Н. В. Захарова
 Научный руководитель – С. С. Ивасев
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

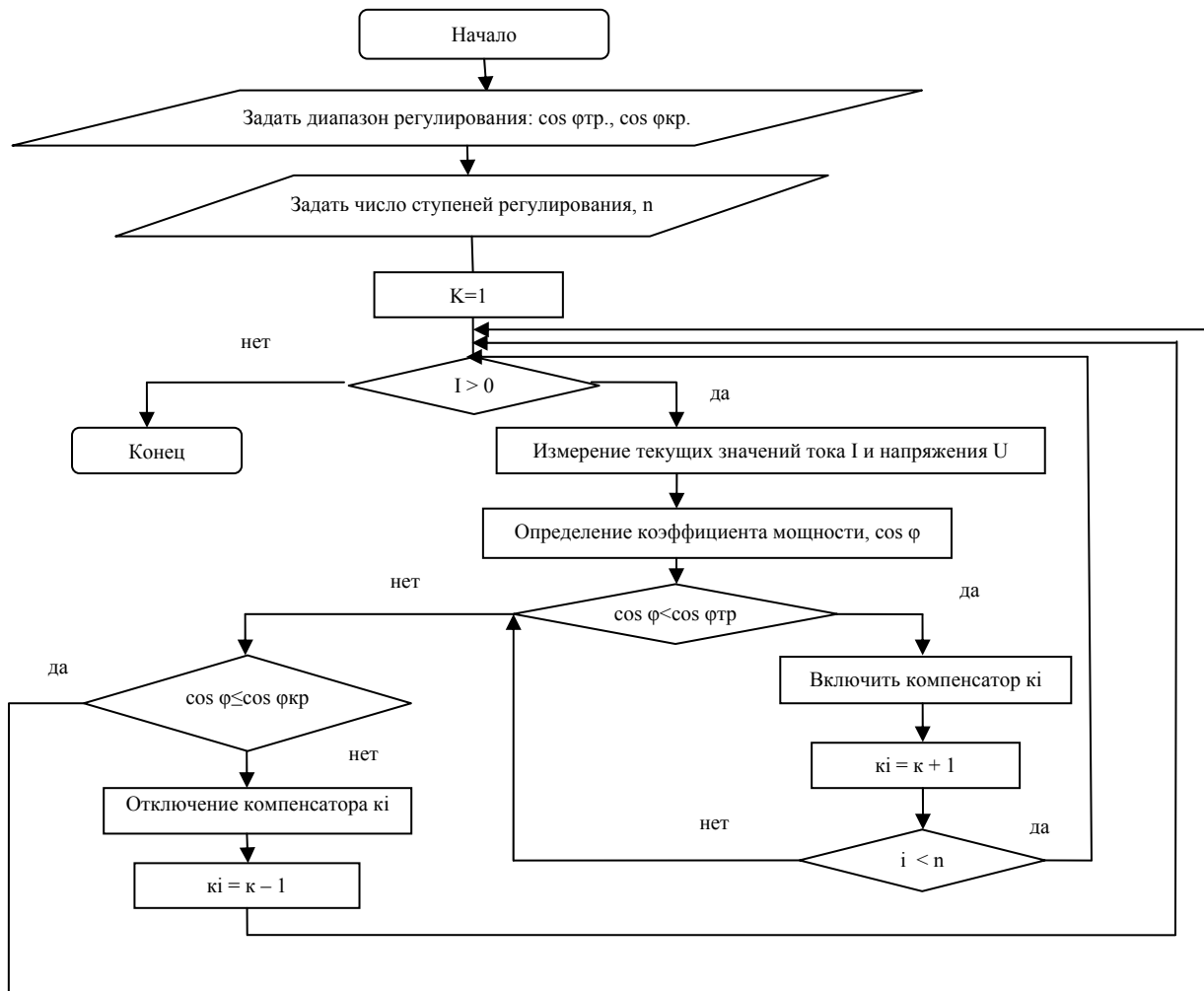
УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕМ ПРИ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКЕ

Рассмотрен метод компенсации реактивной составляющей потребляемой мощности и алгоритм его реализации.

На долю промышленности в Российской Федерации приходится около 45 % от всего энергопотребления в стране. Из них второе место по значениям потребляемой электроэнергии после топливной отрасли занимает машиностроение и металлообработка.

На реализацию технологических операций, таких как снятие фасок, чистовая обработка и др. требуется мощность, существенно меньшая номинальной мощности электродвигателей. Также следует отметить наличие холостых ходов, обусловленных подводом или заменой инструмента, разворотом заготовки и т. д. Все это приводит к тому, что значения мощности резания для реализации технологического процесса значительно ниже номинальной мощности электродвигателя станка, следствием чего является значительное увеличение энергоемкости этих процессов.

Существуют несколько методов снижения энергоемкости технологических процессов с учетом требований к жесткости механической характеристике электродвигателей станка: технологические – разработка технологического процесса с мощностями резания, соответствующими мощности электродвигателя (подбор соответствующего мощностям резания оборудования для реализации технологического процесса, совмещение технологических переходов и др.) и параметрические – при которых известными способами компенсируется реактивная составляющая потребляемой мощности, возникающая за счет недогрузки двигателя (компенсационный метод). Именно второй метод позволяет снизить энергоемкость машиностроительных технологических процессов без непосредственного вмешательства в технологический процесс.



Алгоритм автоматического управления энергоемкость машиностроительных технологических процессов

Этот метод целесообразно реализовывать средствами автоматизации, что позволяет учитывать реальные параметры технологического процесса и оборудования, повысить эффективность компенсации и, как следствие этого, снизить энергоемкость технологических процессов и повысить конкурентоспособность изготавливаемой продукции.

Реализация алгоритма осуществляется следующим образом (см. рисунок). Задается диапазон регулирования коэффициента мощности, который определяет число ступеней дискретного регулирования. Число этих ступеней определяется характеристиками электродвигателя, параметрами реализуемых технологических процессов, а также номенклатурой компенсаторных устройств. После проверки наличия питания в сети происходит измерение текущих значений напряжения и потребляемого тока с последующим определением коэффициента мощности. В случае если фактический коэффициент мощности меньше требуемого, происходит последовательное подключение компенсирующих устройств вплоть до достижения желаемых значений. Дополнительно происходит сравнение величины коэффициента мощности с максимальным заданным, и, в случае его превышения, происходит отключение устройств компенсации. Это позволяет избежать эффекта перекомпенсации, который обусловлен изменением знака фазового угла. Реализация метода позволит снизить потребление энергии, например, при обработке детали типа вал – до 60%, а при обработке детали типа корпус – до 50 %. Подобные результаты следует ожидать и при обработке других изделий машиностроения.

При обработке трехступенчатого вала мощности технологических переходов за время цикла отличаются примерно в (1,4–10) раз [1], что обосновывает необходимость постоянного автоматического слежения за параметрами технологического процесса и автоматического подключения необходимой по величине компенсационной емкости. В большинстве случаев металлорежущие станки при токарной и фрезерной обработке работают в режимах значительных недогрузок, что существенно снижает коэффициент мощности оборудования и увеличивает реактивную составляющую мощности, в конечном итоге снижает энергоэффективность машиностроительного производства в целом.

При изменении нагрузки, за счет компенсации реактивной составляющей потребляемой мощности, коэффициент мощности оборудования повышается в 1,5–2 раза [1]. При этом наибольшая эффективность достигается при недогрузке оборудования. Таким образом, для компенсации реактивной составляющей потребляемой мощности необходимо обеспечить автоматическое подключение конденсаторов, величина которых определяется, в первую очередь, реальной мощностью технологических переходов.

Библиографическая ссылка

1. Михайлов И. Н. Автоматизированная система управления энергоемкостью машиностроительных технологических процессов : автореф. дис. канд. техн. наук: 05.13.06. М., 2011.

© Захарова Н. В., 2013

УДК 621.81

А. П. Игнатъева

Научный руководитель – Л. С. Малько

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ КРУПНОМОДУЛЬНЫХ МАЛОЗУБЫХ КОЛЕС

Показаны преимущества использования на черновой операции зубофрезерования мало зубых колес специальных остро заточенных фрез, обеспечивающих окончательную обработку переходной части профиля зуба с устранением органических погрешностей на этой части зуба, что исключает применения ручной слесарной операции по даводке этой части профиля зуб. При этом на рабочей части профиля зуба оставляется припуск под последующую чистовую обработку.

В машиностроении находят широкое применение зубчатым передачам модулем 20–30 мм. Зубчатое колесо с меньшим числом зубьев называются шестеренки, с большим числом зубьев называется зубчатое колесо. Как правило в крупномодульных передачах шестерни имеют малое количество зубьев, например: в механизме главного подъема электрических мостовых кранов грузоподъемностью 80–500 тонн. Характерной особенностью технологии зубообработки мало зубых шестерен является наличие органической погрешности переходной части профиля зуба. Эта погрешность проявляется в форме продольных рисок на переходной части зуба в несколько раз превы-

шающих требуемую шероховатость переходной поверхности профиля зуба, а также данные риски являются своеобразным концентратором напряжения. Для устранения органической погрешности зубообработки в технологический процесс вводится ручная слесарная операция. Одним из прогрессивных способов повышения эффективности предварительной зубообработки как по параметрам производительности, так и по обеспечению качества поверхности переходной части профиля зуба по параметру шероховатости является применения специальных остро заточенных дисковых фрез. Данные фрезы обеспечивают обработку профиля поверхности зуба с припуском на

эвольвентной части для последующей чистовой обработки червячными фрезами и окончательную обработку переходной части зуба. Однако данный способ обработки в настоящее время не находит широкого применения в промышленности, а так же не достаточно освещен в литературных источниках. Схема обработки с применением указанных фрез показаны на рис. 1.

Затачиваются дисковые фрезы на универсальных заточных станках с применением приспособления. В литературных источниках данные дисковые фрезы имеют название «чистовые по доньшку». Преимущество применения данных фрез заключается в следующем. Данные фрезы с по сравнению с дисковыми модульными фрезами можно изготавливать с увеличенным в два три раза числом зубьев. Это позволяет повысить зубофрезерования за счет увеличения подачи.

Снижается также расход потребляемой мощности при резанье, что позволяет вести обработку крупномодульных малозубых колес на станках меньшего размера, например, станки моделью 5А342 могут обрабатывать зубчатые колеса до 20мм. Применение дисковых фрез обеспечивает обработку шестерен до модуля 30мм включительно. При этом мощность главного двигателя станка составляет 19 кВт против 42 кВт двигателя, установленного на станке способного обрабатывать шестерни модулем до 30 мм. Стоимость изготовления дисковых фрез «чистовая по доньшку» меньше чем изготовления дисковых модульных фрез. Производительность процесса обработки фрезами чистовая по доньшку обеспечивается также за счет того, что не весь металл впадины, превращается в стружку (рис. 2).

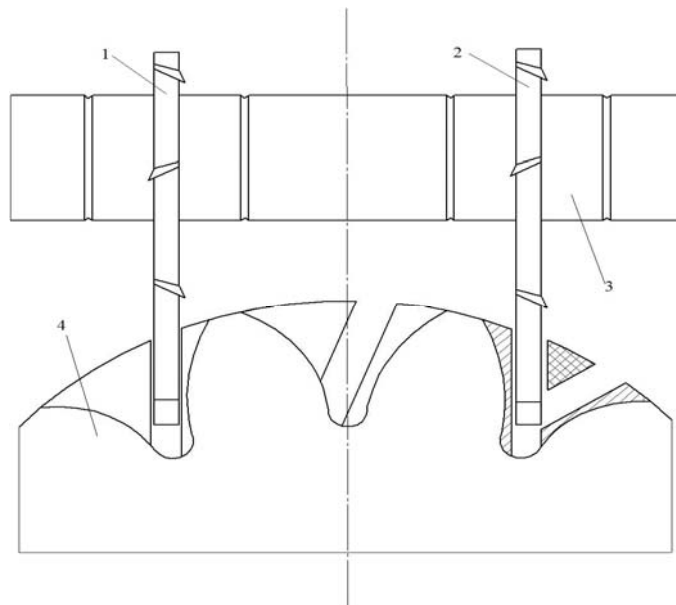


Рис. 1. Схема нарезания дисковыми фрезами:
1 – левая фреза; 2 – правая фреза; 3 – оправка; 4 – обрабатываемая деталь

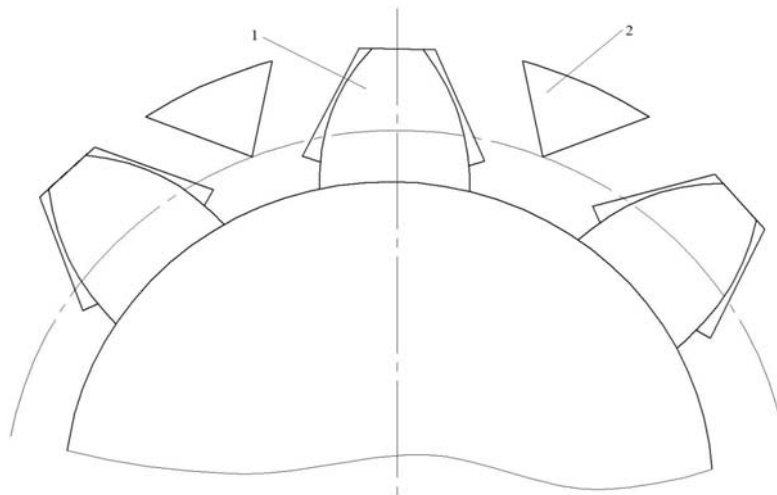


Рис. 2. Схема срезания припуска из впадин зуба:
1 – профиля зуба; 2 – удаленный припуска из впадин в форме треугольного стержня

Таким образом, эффективность предварительной обработки крупномодульных малозубых колес дисковыми фрезами «чистовая по донышку» складывается за счет обеспечения качества обработанной переходной поверхности профиля зуба, а также за счет повышения производительности процесса обусловленного, специфические особенностями конструкции острозаточенных фрез и сокращения трудовых и материальных затрат на изготовление самих фрез.

Библиографические ссылки

1. Сидоренко А. К. Особенности изготовления крупномодульных колес. М. : Машиностроение, 1976.
2. Сидоренко А. К. Новый способ зубофрезерования // Технология, организация и механизация механо-сборочного производства (НИИИНФОРМТЯЖМАШ). 1967. № 1.

© Игнатъева А. П., 2013

УДК 621.3 (075.3)

Б. Н. Казьмин, Д. Р. Рыжов
 Научный руководитель – И. В. Трифанов
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

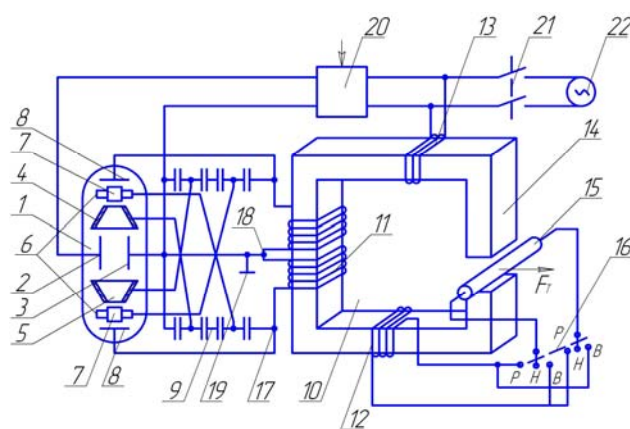
СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ ДВИЖЕТЕЛЕЙ КАК ОДНО ИЗ НАПРАВЛЕНИЙ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЯ И ЭНЕРГЕТИКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Показана возможность создания электродинамического движителя для решения экологических проблем двигателестроения и энергетики космических аппаратов путем преобразования энергии заряженной плазмы в электромагнитный процесс и электродинамическую силу тяги.

Создание электродинамического движителя на основе преобразования энергии заряженной плазмы в виде сформированного электронного луча методом «электронной пушки» и преобразование его энергии в электромагнитный процесс рабочей частоты дает возможность решить экологическую проблему космической энергетики. Мощность рабочего электромагнитного поля при таком преобразовании может в несколько раз превышать затрачиваемую мощность для получения рабочей мощности и электродинамической силы тяги. За счет перехода кинетической и электростатической энергии заряженной плазмы в энергию электромагнитного процесса рабочей частоты возможно создание требуемой мощности электромагнитного процесса необходимого для работы электродинамического движителя (ЭДД) [1; 2].

Переменный магнитный поток в магнитопроводе ЭДД создает ЭДС в токовой обмотке, под действием которой в якоре идет электрический ток. Взаимодействие магнитного поля в зазоре магнитопровода индуктора с электрическим током якоря создает тяговое усилие F_t электродинамического движителя (см. рисунок), который содержит 1 – реактор электронной плазмы; 2 – анод; 3 – катод электрической дуги; 4 – управляющий анод; 6 – рабочие аноды; 8 – поляризующиеся электроды; 9 – цепь резонансных конденсаторов; 10 – индуктор; 11 – первичная обмотка индуктора со средней точкой 18; 12 – токовая обмотка индуктора; 13 – обмотка электрической дуги; 14 – магнитопровод индуктора; 15 – якорь; 16 – коммутатор тока якоря; 19 – корпус движителя – заземление;

20 – регулируемый преобразователь напряжения; 21 – пусковой выключатель; 22 – внешний источник переменного тока для запуска движителя.



Библиографические ссылки

1. Казьмин Б. Н., Трифанов И. В. О возможности перехода энергии электронного взаимодействия в энергию электромагнитного процесса // Альтернативная энергетика и экология : междунар. науч. журн. 2012. № 2. С. 183–186.
2. Казьмин Б. Н., Трифанов И. В. Электродинамический движитель. Патент RU 2453972, опубликован 20.05.2012, бюл. № 17.

© Казьмин Б. Н., Рыжов Д. Р., 2013

УДК 621.3 (075.3)

Б. Н. Казьмин, Д. Р. Рыжов
 Научный руководитель – И. В. Трифанов
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОЙ ТЯГИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Рассмотрена возможность применения электронной электродинамической технологии, основанной на энергии электронных пучков, для создания экологически чистых источников электроэнергии и электродинамической тяги космических аппаратов.

Исследование и освоение космического пространства, в особенности дальнего космоса, требует создания специальных транспортных средств и космических аппаратов, которым нужны соответствующие электродвигатели и электроснабжение для их перемещения в пространстве и жизнеобеспечения. Источники электроснабжения и электродинамического движителя должны быть высоконадежными, взрывобезопасными, экологически чистыми, работать на протяжении десятков и сотен лет, обладать большой удельной мощностью. Таким требованиям могут соответствовать источники электродинамических движителей, использующие неиссякаемую энергию электронного взаимодействия и преобразующие эту энергию в электроэнергию и электродинамическую тягу [1–6].

Источником энергии в данном электродинамической технологии является электрон, обладающий электрическим зарядом $e = 1.6 \cdot 10^{-19}$ Кл, создающий электростатическое поле с энергией 511 кэВ [7].

В моле ионизированного вещества, в котором от каждого атома удален один электрон на расстояние ионного радиуса $r_i = 10^{-10}$ м, сосредотачивается порядком 10^{30} Дж электростатической энергии.

$$W_{Ae} = A^2 \cdot e^2 / 4\pi\epsilon\epsilon_0 r_i. \quad (1)$$

Здесь $A = 6 \cdot 10^{23}$ частиц / моль – число Авогадро; ϵ и ϵ_0 – относительная и абсолютная диэлектрическая проницаемости ионизированного вещества. Сжигание одного килограмма условного углеводородного топлива, дает $2,93 \cdot 10^7$ Дж, при сжигании одного килограмма ядерного или термоядерного топлива, получают $\sim 10^{14} - 10^{15}$ Дж соответственно. При полном преобразовании массы вещества в энергию, $E = m \cdot c^2$, можно получить не более $9 \cdot 10^{16}$ Дж/кг [7]. Затраты энергии на ионизацию моля вещества с помощью электрической дуги напряжением $U_d \sim 100$ В составляет $\sim 10^7$ Дж.

$$W_{Ad} = A \cdot e \cdot U_d. \quad (2)$$

Затраты энергии на массоперенос моля матрицы электронов электрическим полем анода «электронной пушки» с ускоряющим напряжением $U_a = 511$ кВ составляет $\sim 5 \cdot 10^{10}$ Дж.

$$W_{Am} = A \cdot e \cdot U_a. \quad (3)$$

Коэффициент эффективности преобразования электроэнергии по технологии электронной электроэнергетики при данном режиме работы составляет

$$K_{we} = W_{Ae} / (W_{Ad} + W_{Am}). \quad (4)$$

При уменьшении матрицы электронов, коэффициент эффективности (4) электроэнергетической технологии снижается. Чтобы эта технология была источником электроэнергии, а не просто преобразователем одной формы электричества в другую, необходим минимальный рабочий конвекционный ток матрицы электронов, создаваемый «электронной пушкой» плазмотрона [3; 4].

$$I_{pmin} = U_a^{3/4} 4\pi\epsilon\epsilon_0 (e/m_e)^{1/2} \simeq 4,7 \cdot 10^{-5} U_a^{3/2}, \text{ А.} \quad (5)$$

Здесь $e/m_e = 1.76 \cdot 10^{11}$ Кл/кг – гиромагнитное отношение электрона [7].

Такая электроэнергетическая технология может обеспечивать аэрокосмический аппарат необходимой электроэнергией и перемещать его в пространстве десятки лет, не расходуя ионизированное рабочее вещество, не образуя вредных отходов и выбросов, преобразуя электроэнергию в электродинамический вектор импульса силы [6].

Взаимодействие соответствующих векторов электрических и магнитных величин образуют электродинамический вектор импульса силы, движущий транспортное средство в направлении этого вектора.

$$\mathbf{A}_E \times \mathbf{B}_H = \mathbf{A}_E \mathbf{B}_H \sin \varphi_{AB} = \mathbf{Ft} [\text{Н} \cdot \text{с}]. \quad (6)$$

Здесь \mathbf{A}_E – вектор электрической величины; \mathbf{B}_H – вектор магнитной величины; φ_{AB} – угол между векторами. Максимальный импульс силы получим при взаимодействии ортогональных векторов \mathbf{A}_E и \mathbf{B}_H .

Библиографические ссылки

1. Казьмин Б. Н. Способ производства энергии, патент RU №2262793 бюл №29, 20.10.2005.
2. Казьмин Б. Н. Электронная энергетика – экологически чистое производство электроэнергии // *Альтернативная энергетика и экология : междунар. науч. журн.* 2010. № 5.
3. Казьмин Б. Н., Трифанов И. В. Об электронном генераторе электроэнергии // *Вестник СибГАУ. Вып. 1(34) Красноярск, 2011.*
4. Казьмин Б. Н., Трифанов И. В. О возможности создания электронного источника электроэнергии // *Вестник СибГАУ. Вып. 2(35). Красноярск, 2011.*

5. Казьмин Б. Н., Трифанов И. В. О возможности перехода энергии электронного взаимодействия в энергию электромагнитного процесса // Альтернативная энергетика и экология : междунар. науч. журн. № 2. 2012.

6. Казьмин Б. Н., Трифанов И. В. Электродинамический движитель. Патент RU № 2453972, бюл. № 17, 20.06.2012.

7. Физическая энциклопедия : в 4 т. М. : Большая российская энциклопедия, 1989–1994.

© Казьмин Б. Н., Рыжов Д. Р., 2013

УДК 621.81.004

А. А. Куташевский, Е. А. Судленкова.
 Научный руководитель – Л. С. Малько
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева. Красноярск

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ ШПИНДЕЛЬНОГО УЗЛА ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ГОЛОВКИ УСТРОЙСТВА ДЛЯ РОТАЦИОННОГО ТОЧЕНИЯ ВИНТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Работа посвящена рассмотрению вопроса совершенствования конструкции шпиндельного узла инструментальной головки устройства для ротационного точения винтовой поверхности деталей машин, интегрированного с токарновинторезным станком. На основе применения безлюфтовой червячной передачи взамен цилиндрической и конической передач в кинематической схеме привода инструментальной головки.

Применение технологии ротационного точения винтовой поверхности деталей машин позволяет повысить производительность обработки по сравнению с обработкой радиальными и фасонными резцами в 3–4 раза, обеспечить требуемую шероховатость винтовой поверхности, обеспечить безопасность технологического процесса и повысить износостойкость инструмента.

Характерной особенностью технологии ротационного точения винтовой поверхности является качение без скольжения центриды инструмента в форме окружности по центриде обрабатываемой винтовой поверхности. Ротационным точением можно вести обработку как цилиндрических, так и глобoidных винтовых поверхностей.

Данная технология реализуется с использованием устройства на бездефернциальной основе, интегрированного с токарновинторезным станком [1]. Опытная эксплуатация данного устройства позволила уста-

новить что кинематическая схема его инструментальной головки (рис. 1) имеет недостаточную крутильную жесткость.

Это объясняется тем, что в кинематической цепи привода шпинделя 1 используется цилиндрическая передача (поз. 3, 4, 5). Процесс резания при формировании профиля винтовой поверхности характеризуется переменной толщиной срезаемого слоя припуска. Это приводит к возникновению крутящих колебаний шпинделя. Как известно, пряmозубая цилиндрическая и коническая передачи не могут обеспечить их гашения.

Одним из путей решения данной задачи, является использование в кинематической цепи привода шпинделя инструментальной головки червячной передачи. При этом наиболее эффективной может быть безлюфтовая червячная передача. Кинематическая схема предлагаемой конструкции инструментальной головки представлена на рис. 2.

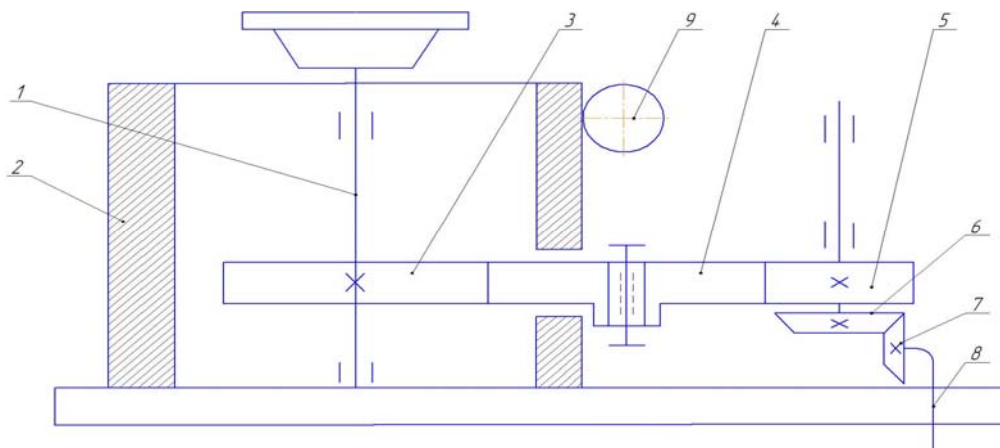


Рис. 1. Кинематическая схема инструментальной головки и цилиндрической передач:
 1 – шпиндель; 2 – гильза; 3–5–цилиндрические зубчатые колеса; 6–7–конические колеса;
 8 – приводной вал головки; 9 – механизм вертикального перемещения гильзы

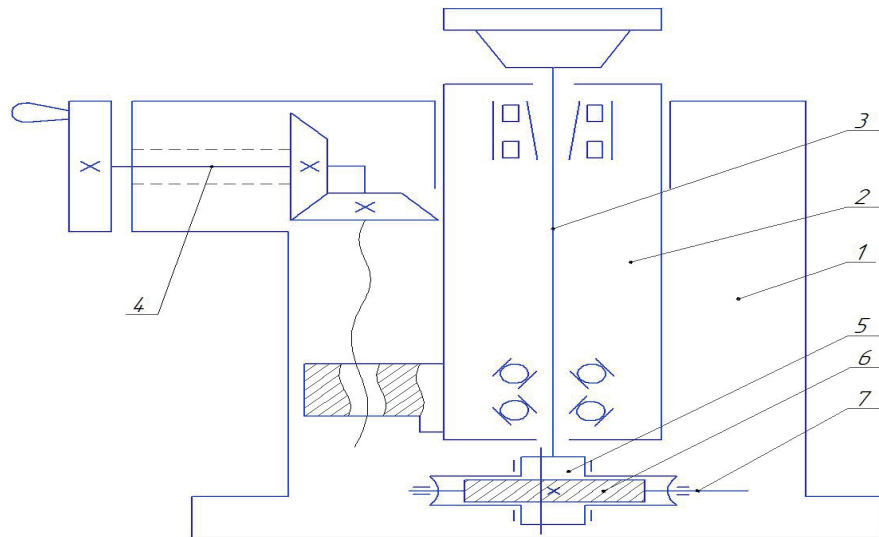


Рис. 2. Кинематическая схема модернизированной инструментальной головки:
1 – корпус; 2 – гильза; 3 – шпиндель; 4 – механизм вертикального перемещения гильзы;
5 – червячное колесо; 6 – червяк; 7 – приводной вал инструментальной головки

Как следует из рис. 2, шпиндельный узел головки передает вращение многолезвийному инструменту и обеспечивает его крепление. Следовательно, он оказывает существенное влияние на точность и производительность процесса обработки винтовой поверхности. В связи с этим к шпиндельному узлу головки предъявляют следующие основные требования по таким параметрам, как: точность вращения; жесткость; виброустойчивость; долговечность шпиндельного узла; быстрота и точность закрепления инструмента в шпинделе; по минимальным затратам на изготовление, сборку и эксплуатацию шпиндельного узла при удовлетворении всех остальных требований.

Таким образом, для успешного внедрения ротационного точения винтовой поверхности принудительно вращаемым инструментом необходимо уделить внимание при создании технологического оснащения

вопросам конструирования шпиндельного узла инструментальной головки. Спроектированный шпиндельный узел инструментальной головки с учетом применения червячной передачи окажет существенное влияние на повышение эффективности процесса ротационного точения винтовой поверхности деталей машин.

Библиографические ссылки

1. Пат. 2253545. РФ, МПК. В23В\48 Устройство к токарному станку для обработки винтовой поверхности / Л. С. Малько. Оpubл. 10.06.2005. Бюл. № 16.
2. Ачеркан Н. С., Гаврюшин Е. А., Ермаков В. В. и др. *Металлорежущие станки*. М.: Машиностроение, 1965. Т. 1. 764 с.

© Куташевский А. А., Судленкова Е. А., 2013

УДК 621.81

А. А. Линейцева, А. В. Абрамчик
Научный руководитель – Л. С. Малько
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ВЫБОР СИСТЕМЫ КООРДИНАТ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ЭВОЛЬВЕНТНОЙ И ПЕРЕХОДНОЙ ЧАСТИ ПРОФИЛЯ ЗУБА ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ КОЛЕС НАРЕЗАЕМЫХ ЧЕРВЯЧНОЙ ФРЕЗОЙ

Показано преимущество построения профиля зуба цилиндрических колес, нарезаемых червячной фрезой, в прямоугольной системе координат по сравнению с полярной.

При решении задачи повышения качества чистовой зубообработки на основе применения однозубых инструментов возникла необходимость иметь в аналитической форме выражения для координат профиля зуба, как для эвольвентного участка, так и его нерабочей переходной части. При этом профиль зуба цилиндрического колеса нарезается червячной фрезой. Обычно, для описания эвольвентной части профиля

пользуются полярной системой координат и параметрической формой уравнений (1), в которой в качестве текущего параметра выбран угол φ_x развернутости эвольвенты $[\hat{E}]$.

Формулы имеют вид

$$\left. \begin{aligned} X_{\mathcal{E}} &= r_0 \cdot \cos \varphi_x + \varphi_x \cdot \sin \varphi_x; \\ Y_{\mathcal{E}} &= r_0 \cdot \sin \varphi_x - \varphi_x \cdot \cos \varphi_x. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

В данной системе координат в компактной форме описываются все свойства эвольвенты, однако, она не является удобной для построения эвольвенты, а так же в ней трудно описать нерабочую переходную часть профиля зуба. Переходная часть описывается участком I–II, а эвольвентная часть участком II–IV. В данном случае наиболее приемлемым вариантом является использование прямоугольной системы координат с осью, у проходящей через ось симметрии зуба и с началом координат на окружности впадин [É].

При этом в качестве текущего параметра выбирается угол обкатки инструмента в процессе нарезания зуба. Координаты эвольвентной части профиля зуба рассчитываются по формулам вида (2) [É].

$$\left. \begin{aligned} X_{\text{Э}} &= r[\sin(\varphi - \varphi_s) - \varphi \cdot \cos \alpha \cdot \cos(\varphi - \varphi_s + \alpha)]; \\ Y_{\text{Э}} &= r[\cos(\varphi - \varphi_s) + \varphi \cdot \cos \alpha \cdot \sin(\varphi - \varphi_s + \alpha)] - R. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где φ – текущий параметр, соответствующий углу обкатки при нарезании зубьев червячной фрезой. Значение текущего параметра φ для фиксированных точек II, III, IV эвольвентной части профиля определяется из выражений вида

$$\varphi_{II} = \frac{H}{r \cdot \sin \alpha \cos \alpha}; \quad \varphi_{III} = 0; \quad \varphi_{IV} = \text{tg} \alpha_{IV} - \text{tg} \alpha, \quad \text{ГДЕ } \cos \alpha_{IV} = \frac{r \cos \alpha}{r_{\alpha}}.$$

Уравнение переходной части профиля зуба зубчатого колеса в прямоугольной системе координат имеет вид

$$\left. \begin{aligned} X_{II} &= -(H^{\square} \text{tg} \alpha + \sigma_0 \cos \alpha - \sigma_0 \cos \psi + r\varphi) \cdot \cos(\varphi - \varphi_s) + (-H^{\square} - \sigma_0 \sin \psi + r) \sin(\varphi - \varphi_s); \\ Y_{II} &= -(H^{\square} \text{tg} \alpha + \sigma_0 \cos \alpha - \sigma_0 \cos \psi + r\varphi) \cdot \sin(\varphi - \varphi_s) + (-H^{\square} - \sigma_0 \sin \psi + r) \cos(\varphi - \varphi_s) - R_t. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Значение текущего параметра φ для фиксированной точки I переходной части профиля зуба в принятой системе координат имеет вид

$$\varphi_1 = \frac{-H^{\square} \cdot \text{tg} \alpha + \sigma_0 \cos \alpha}{r}.$$

Таким образом, в выбранной системе координат простейшим образом описывается переходная часть профиля зуба колеса, нарезаемого червячной фрезой.

Вывод уравнений (2) и (3) основан на методе преобразования координат, отражающий в себе кинематику образования профиля зуба при помощи инструмента, работающего по методу обкатки.

Кроме того, указанный способ построения профиля зуба может быть использован в алгоритме проведения численного эксперимента при исследовании процесса ротационного точения винтовой поверхности глобидно-червяка.

Библиографические ссылки

1. Марков А. Л. Измерение зубчатых колес. М. : Машиностроение, 1968. 308 с.
2. Колчин Н. И. Механика машин. Л. : Машиностроение, 1971. 560 с.
3. Справочник машиностроителя : в 6 т. Т. 1 / под ред. Н. С. Очеркана. М. : Машиз, 1963.

© Линейцева А. А., Абрамчик А. В., 2013

УДК 621.81.004

А. В. Майорова, Л. С. Малько
 Научный руководитель – И. В. Трифанов
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ СИЛЫ РЕЗАНИЯ ПО ВЫХОДНЫМ ПАРАМЕТРАМ ПРОЦЕССА РОТАЦИОННОГО ТОЧЕНИЯ ПРИНУДИТЕЛЬНО ВРАЩАЕМЫМ МНОГОЛЕЗВИЙНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ

Рассматривается вопрос возможности определения технологической составляющей силы резания по таким параметрам процесса резания, как скорость и теплота, при ротационном точении.

Один из главнейших факторов, определяющих процесс резания, является теплота, образующаяся в результате работы резания.

Для успешного воздействия на процесс резания важно знать не только количество теплоты, но и рас-

пределение ее, т. е. степень концентрации теплоты в различных участках изделия, стружки и резца. Если бы вся образующаяся теплота быстро и равномерно распределялась по всему объему изделия и инструмента, она быстро отводилась бы в пространство, не

причиняя им вреда. В действительности процесс протекает иначе: большое количество теплоты концентрируется в определенных зонах, сильно повышая их температуру. Здесь неизбежны потеря резцом твердости и затупление его и даже возможно изменение структуры тончайшего слоя обработанной поверхности, если не будут приняты соответствующие меры.

Теплота Q в процессе резания образуется в результате:

$$Q = Q_{\text{инструмента}} + Q_{\text{стружки}} + Q_{\text{детали}} + Q_{\text{окр. среда}} \quad (1)$$

Наибольшее количество теплоты, образующейся вследствие деформации, остается в стружке и частично поглощается обрабатываемой деталью. Теплота трения стружки остается в основном в стружке и частично (3–5 %) направляется в инструмент. Теплота трения по задним граням инструмента направляется в деталь и резец. При обработке металлов в резец отводится до 20–40 % всей теплоты. Пренебрегая работой трения по задним граням инструмента (которая мала при достаточно острой режущей кромке и большом заднем угле), можно полагать, что подавляющее количество теплоты должно сосредоточиваться в стружке. Опыты Н. Н. Савина, Я. Г. Усачева, С. С. Можяева и др., определявших количество теплоты в стружке калориметрическим методом, показали, что в зависимости от скорости резания, глубины резания и подачи при обработке конструкционной стали в стружке содержалось 60–80 % всей теплоты резания, а при скоростных режимах резания свыше 90 %.

Таким образом, проведя замеры температуры нагревания металла в стружке и определив вес стружки, появляется возможность определить количество теплоты, приходящееся на стружку:

$$Q_{\text{стр}} = (Q_{\text{наг}} - Q_{\text{сред}}) \cdot C_{300} \cdot \delta, \quad (2)$$

где $Q_{\text{наг}}$ – температура нагревания металла; $Q_{\text{сред}}$ – температура среды; C – теплоемкость металла стружки; δ – вес стружки.

Используя литературные источники необходимо задать процентное соотношение распределения теплоты в системе. Определим общее количество теплоты – Q :

$$Q = 20 \% + 75 \% + 4 \% + 1 \%, \text{ Дж.} \quad (3)$$

Предполагая, что механическая работа резания полностью переходит в теплоту, получим

$$Q = \frac{R}{E} = \frac{P_z v}{E} = \frac{P_z v}{427} \text{ ккал/мин,} \quad (4)$$

где Q – количество теплоты в ккал/мин; R – работа

резания в кгс м/мин ($R = P_z v$).

Многочисленные исследования зависимости температуры от различных факторов показывают, что температура в зоне резания зависит от физико-механических свойств обрабатываемого материала, режима резания, геометрии режущего инструмента и многих других условий. Наибольшее влияние на температуру в зоне резания оказывает скорость резания, в меньшей степени влияет подача, а влияние глубины резания почти не обнаруживается.

Система сил, действующих при обработке металлов резанием, может быть приведена к единой равнодействующей силе. Однако для решения практических задач не обязательно знать величину этой силы, важное значение имеют её составляющие: P_z – сила резания, действующая в плоскости резания в направлении главного движения; P_y – радиальная составляющая, действующая перпендикулярно к оси заготовки (при точении) или оси инструмента (при сверлении и фрезеровании); P_x – сила подачи, действующая в направлении подачи. Силы P_z , P_x , P_y влияют на условия работы станка, инструмента и приспособления, точность обработки, шероховатость обработанной поверхности детали и т. д. На величину этих сил влияют свойства и структура обрабатываемого материала, режим резания, геометрия и материал режущей части инструмента, метод охлаждения и др. Сила P_z обычно является наибольшей – на её преодоление расходуется наибольшая мощность.

Из выражения (4) выводим следующую формулу силы резания:

$$P_z = \frac{Q \cdot E}{v \cdot \alpha_0}, \quad (5)$$

где α_0 – коэффициент, учитывающий указанные потери, равный 0,6–0,8; v – скорость резания, м/мин; E – механический эквивалент теплоты ($E = 427$ кгс м/ккал).

Соотношение составляющих сил в нормальных условиях обычно принимают:

$$P_y = (0,3 - 0,4) \cdot P_z, \quad (6)$$

$$P_x = (0,2 - 0,3) \cdot P_z. \quad (7)$$

Регулированием потока теплоты можно воздействовать на процесс резания в благоприятную сторону и тем облегчить работу инструмента и повысить качество обработанной поверхности.

© Майорова А. В., Малько Л. С., 2013

УДК 621.81

Т. Г. Можаяева
 Научный руководитель – Л. С. Малько
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ P_z СИЛЫ РЕЗАНИЯ ПРИ РОТАЦИОННОМ ТОЧЕНИИ ВИНТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Показано актуальность исследования составляющих силы резания при ротационном точении винтовой поверхности деталей машин. Представлен алгоритм разработки методики измерения технологической составляющей силы резания, а также отражены принципиальные моменты выполнения измерений составляющей силы резания при ротационном точении.

Применение технологии ротационного точения наружной винтовой поверхности деталей машин может позволить повысить производительность обработки по сравнению с обработкой радиальными фасонными резцами в 3–4 раза, обеспечить требуемую шероховатость поверхность безопасность технологического процесса, а также повысить износостойкость инструмента.

По итогам проведения исследований ротационного точения разработаны рекомендации по использованию в производстве усовершенствованной технологии ротационного точения наружной винтовой поверхности деталей машин принудительно вращаемым многолезвийным инструментом [1]. Однако вопросы, связанные с разработкой методики измерений технологических составляющих силы резания, в проведенных исследованиях не отражены.

Информация о величине технологически составляющих силы резания необходимо также для решения

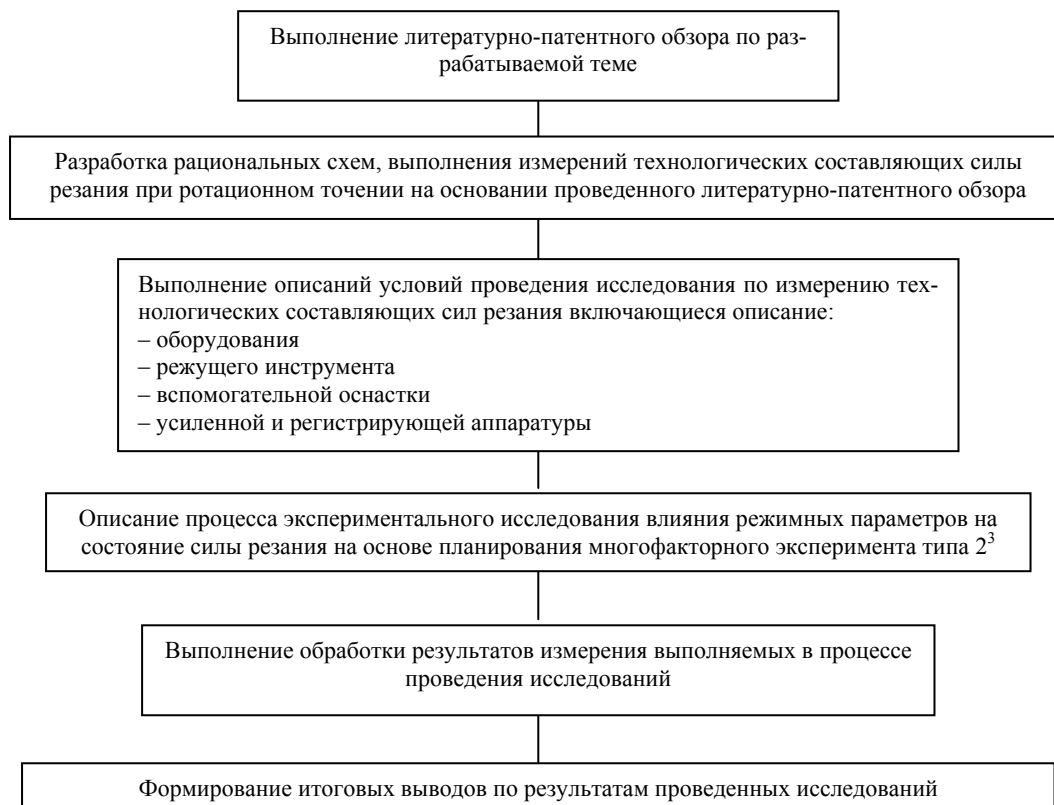
вопросов рационализации конструкций технологического оснащения, применяемого при ротационном точении.

В связи с изложенным работа направленная на разработку методики измерения технологических составляющих силы резания при ротационном точении винтовой поверхности деталей машин, является актуальной.

Алгоритм разработки методики представлен на рисунке.

Руководствуясь разработанным алгоритмом установлены следующие принципиальные моменты методики выполнения измерений:

1. Определение тангенциальной составляющей силы резания, с учетом специфики процессов формообразования при ротационном точении винтовой поверхности многолезвийным инструментом должно осуществляться через экспериментальное исследование крутящего момента.



Алгоритм разработки методики

2. В качестве оборудования при проведении исследования должно использоваться устройство для ротационного точения винтовой поверхности интегрированного с токарно-винторезным станком [2].

3. Многолезвийные режущие инструменты должны обеспечивать обработку винтовой поверхности имеющих как прямолинейный так и радиусный профиль.

4. Прибор, предназначенный для измерения крутящего момента, должен представлять однокомпонентный динамометр на основе проволочных тензодатчиков.

5. Показывающие и записывающие устройства могут иметь несколько вариантов [3; 4]:

– универсальные приборы (магнитоэлектрические и электронные осциллографы, а также гальванометры);

– электронно-измерительная система и самопишущий быстродействующий прибор;

– аналого-цифровые преобразователи, ПЭВМ с программным обеспечением, позволяющий регистрировать все сигналы от АЦП в одном диалоговом окне позволяющем сохранять в соответствующем формате.

6. С целью сокращения трудоемкости проведения экспериментов по исследованию технологических составляющих силы резания целесообразно их прово-

дить на основе многофакторного эксперимента типа 2³.

Кроме того методика должна предусматривать возможность корректировки разработанного плана проведения исследования вызванного вновь открывшимися факторами сопровождающие процесс обработки и неучтенные в первоначальном варианте методики.

Библиографические ссылки

1. Сутягин А. В., Малько Л. С., Трифанов И. В. Технологические особенности лезвийной обработки винтовых поверхностей ротационным точением // Вестник СибГАУ, 2011 Вып. 3 (36). С. 156–161.

2. Пат. 2253545. РФ, МПК В23В5/48. Устройство к токарному станку для обработки винтовой поверхности / Л. С. Малько. Опубл. 10.06.2005, бюл. № 16.

3. Фомин А. В., Фомин Е. В. Исследования процесса нарезания резьбы резцами на изделиях с прерывистой поверхностью // СТИН. 2012. № 9. С. 35–38.

4. Безьязычный В. Ф., Тимофеев М. В., Фоменко Р. И. Экспресс-метод тарирования термонапар : справочник // Инженерный журнал. 2010. № 7. С. 38–42.

© Можаяева Т. Г., 2013

УДК 621.38

Л. И. Оборина, В. М. Шелковская, Б. Н. Исмаилов
 Научный руководитель – И. В. Трифанов
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА УДАЛЕНИЯ ДЕФЕКТНОГО СЛОЯ С РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕРКАЛ ЛУЧЕВОДОВ МЕТОДОМ ЭХРО

Показан метод расчета рациональных технологических параметров удаления дефектного слоя методом электрохимической размерной обработки.

Разработка электрохимических и технологических режимов обработки зеркал лучеводов на финишных операциях (после механической обработки на программном станке) является важной задачей. Математически эта задача сводится к решению системы нелинейных уравнений типа

$$F(x) = y,$$

где x – вектор искомых технологических параметров; y – вектор, определяющий заданную форму рефлектора зеркала; F – неявно заданное отображение, определяемое моделью процесса ЭХРО.

Изменение параметров процесса ЭХРО в межэлектродном канале описывается системой уравнений переноса для одномерной модели в квазистатическом приближении при вибрации КИ и его вращении с числом оборотов n с учетом влияния движения КИ на динамические характеристики электролита в МЭП и его температуру.

Система уравнений может включать:

1. Уравнение переноса массы:

$$\frac{d((1-\alpha) \cdot \rho_{эл} \alpha)}{dx} = j_{me} \varepsilon_{AJ} + m_{max} - V_r,$$

$$\frac{d(a \rho_r a)}{dx} = V_r,$$

где α – газосодержание; ρ_r – плотность газа; $\rho_{эл}$ – плотность электролита на входе МЭЗ; m_{max} – масса, удаления при механической обработке абразивными элементами КИ.

$$V_r = \varepsilon_n \eta_n \frac{(U - \Delta\phi)}{a} \chi (2\pi - \beta k) \frac{D^2 n}{480} \cdot t_{имп} \frac{R \cdot T_r}{M_n \cdot P_r}.$$

2. Уравнение переноса энергии:

$$\frac{d(\rho_{ж} w c_p T_a)}{dx} = Qa + g_{ан} + g_{к},$$

где c_p – теплоемкость электролита; T – температура электролита; a – межэлектродный зазор; Q – средняя объемная плотность потока $Q = Q_i + Q_\omega$,

$$Q_i = \frac{\chi(U - \Delta\varphi)}{a},$$

где U – напряжение; $g_{ан}$, g_k – тепловые потоки с поверхности катода и анода.

3. Уравнение изменения количества движения:

$$\frac{d(\rho_{ж} w^2 a (1 - \alpha))}{dx_p} = \frac{dp}{dx} a + i_{ан} + i_k,$$

где p – давление в зоне обработки; $i_{ан}$, i_k – касательные напряжения на аноде и катоде.

Требуется найти распределение основных параметров процесса ЭХРО по длине МЭЗ: межэлектродного зазора $a(x)$; распределение давления электролита $P(x)$; расхода электролита $W(x)$; плотности тока $i(x)$; плотности электролита $\rho_{эл}(x)$; $d(x)$ – газосодержание электролита.

Граничные условия в этой задаче следующие: заданы давление на входе в канал P_1 и на выходе из канала P_2 , температура и газосодержание на входе в канал.

В задачу расчета параметров ЭХРО зеркала лучевода входило: определение профиля КИ, скорости его подачи, напряжение на электродах, давление и температура электролита на входе и на выходе из межэлектродного зазора.

Вектор искоемых параметров:

$$x = (a_0, a_1, \dots, a_{10}, U, f, \omega, P_0, P_{10}). \quad (1)$$

Необходимая форма профиля зеркала, заданная чертежом $J = (J_0, J_1, \dots, J_{10})$, а отображение $F(x)$, есть

форма обрабатываемой поверхности при заданной форме КИ и технологических параметрах

$$(a_0, U, f, \omega, P_0, P_{10}). \quad (2)$$

Заданная задача может иметь множество технологических параметров обработки, поэтому ее можно заменить следующей экстремальной задачей: найти вектор x , при котором достигается величина:

$$\{x; F(x) = Y\}^{\min \|x - x^0\|}, \quad (3)$$

где x^0 – вектор наиболее рациональной технологии, обеспечивающий оптимальную точность, производительность и качество поверхности. Здесь $\|x - x^0\|$ – евклидова норма вектора $x - x^0$ т. е.

$$\|x - x^0\| = \sqrt{\sum (x_i - x_i^0)^2}$$

где $x_i - x_i^0$ – координаты векторов x и x^0 соответственно.

Предполагая, что функционал невязки выпуклый $\rho(x) = \|F(x) - J\|^2$, рекомендуется искать решение задачи (3) методом невязки, т. е. методом минимизации по x функционала.

© Обороина Л. И., Шелковская В. М.,
Исмаилов Б. Н., 2013

УДК 621.38

Л. И. Обороина, Б. Н. Исмаилов, И. В. Стерехов, В. М. Шелковская
Научный руководитель – И. В. Трифанов
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВИБРАЦИОННОГО ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ХОНИНГОВАНИЯ ЗЕРКАЛ ЛУЧЕВОДОВ

Представлены результаты теоретического определения параметров ВЭХХ для снижения шероховатости поверхности зеркал лучеводов вибрационным электрохимическим хонингованием.

При решении задач повышения качества зеркал лучеводов необходимо равномерно удалить дефектный слой на глубину 0,2 мм после механической обработки.

Для удаления дефектного слоя может быть применен метод вибрационного электрохимического хонингования (ВЭХХ) секторальным катодом-инструментом, содержащим токопроводящие сектора и нетокопроводящие с алмазным покрытием [1]. Катод-инструмент [2] при этом совершает вращение с числом оборотов n и вибрацию с частотой f .

Анодное растворение происходит в активном состоянии при воздействии абразивных секторов на анодные пленки и под воздействием бегущего им-

пульсного электрического поля в межэлектродном промежутке (МЭП).

Для обеспечения одинаковой электропроводности электролита и плотности тока в межэлектродном промежутке необходимо выбрать длительность импульса в соответствии с формулой

$$t_{имп} \leq \frac{W \cdot c_p \cdot \rho_{эл}}{k_3 \cdot i_{cp} \cdot S_{эл.акт} \cdot U} \cdot \left(\left(\frac{1}{(1 - \alpha)^B} - 1 \right) / C + (T_0 - \Delta T_T) \right),$$

где W – объемный расход электролита в МЭП; c_p , $\rho_{эл}$ – теплоемкость и плотность электролита; U – напряжение на электродах; i_{cp} – средняя плотность тока; k_3 –

коэффициент, учитывающий ту часть мощности тока, которая тратится на нагрев электролита; $S_{эл.акт.}$ – площадь электропроводных секторов катода инструмента; α – газосодержание водорода в электролите; C – температурный коэффициент электропроводности; T – температура электролита на выходе из МЭП; ΔT_T – повышение температуры электролита за счет трения в МЭП.

$$\Delta T_T = N_{тр.д} / C_p \cdot \omega \cdot \rho_{эл},$$

где $N_{тр.д}$ – затраты мощности на трение в МЭП; ω – угловая скорость вращения КИ.

В процессе ВЭХХ происходит нарастание и спад поляризации, который можно установить по формуле

$$\frac{d\varphi}{dt} = \int_0^{t_{имп}} \frac{di}{dt} \leq \Delta\varphi_n,$$

где $d\varphi$ – изменение потенциала на аноде; di – изменение плотности тока; $\Delta\varphi_n$ – потенциал перепассивации анода.

Используя зависимости для определения $t_{имп}$ и $\Delta\varphi$ можно выбрать рациональные режимы ВЭХХ обеспечивающие равномерный съем дефектного слоя обрабатываемой поверхности и шероховатости зеркала лучевода.

Библиографические ссылки

1. Трифанов И. В., Бабкина Л. И. Способ электрохимического хонингования. Патент № 2166416, приоритет от 10.05.2001.

2. Трифанов И. В., Бабкина Л. А. Катод-инструмент для размерной электрохимической обработки. Патент 2127155, приоритет от 10.03.1993.

© Обороина Л. И., Исмаилов Б. Н.,
Стерехов И. В., Шелковская В. М., 2013

УДК 658.516

А. Н. Пурхало

Научный руководитель – Е. А. Жирнова

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ – СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОДУКЦИИ

Рассмотрено техническое регулирование как способ повышения конкурентоспособности продукции. В частности, роль технических регламентов, национальных стандартов в обеспечении качества и безопасности продукции.

В современных условиях вопросы конкурентоспособности продукции не теряют своей актуальности. Два элемента – потребительские свойства и цена – являются главными составляющими конкурентоспособности товара (услуги). Управлять конкурентоспособностью – значит обеспечивать оптимальное соотношение названных составляющих, направлять основные усилия на решение следующих задач: повышение качества продукции, снижение издержек производства, повышение экономичности и уровня обслуживания.

Основными целями принятия технического регламента и технического стандарта являются: обеспечение безопасности, охраны окружающей среды, предупреждения действий, вводящих в заблуждение потребителей, энергоэффективности и ресурсосбережения. Поэтому внимание специалистов к разработке и внедрению межгосударственных стандартов, технических регламентов велико. Межгосударственный стандарт на данном этапе – универсальный инструмент для снятия барьеров на постсоветском пространстве [1].

Технический регламент имеет статус федерального закона (принимается Государственной думой), устанавливает требования по безопасности и направлен на повышение их директивности, что не допускает наличие противоречий ему. Национальные стандарты являются добровольными для применения и могут обеспечивать доказательную базу соответствия

продукции требованиям технического регламента (презумпция соответствия) [2].

Единый перечень продукции, в отношении которой устанавливаются обязательные требования в рамках Таможенного союза, включает в себя 61 объект технического регулирования. К таким объектам на основе директив Европейского Союза нового подхода относятся: низковольтное оборудование, лифты, машины и пр.; строительные изделия; игрушки; средства индивидуальной защиты, медицинские изделия; аппараты, работающие на газообразном топливе; оборудование, работающее под избыточным давлением и др. В число объектов технического регулирования добавлены связанные с продукцией процессы проектирования (включая изыскания), строительства, монтажа и наладки (эти уточнения содержатся в соответствующих статьях практически по всему тексту ФЗ «О техническом регулировании»).

Применение на добровольной основе стандартов и (или) сводов правил, включенных в перечень документов в области стандартизации, является достаточным условием соблюдения требований соответствующих технических регламентов. В случае применения таких стандартов и (или) сводов правил для соблюдения требований технических регламентов оценка соответствия требованиям технических регламентов может осуществляться на основании подтверждения их соответствия таким стандартам и (или) сводам правил.

Несмотря на добровольность применения национального стандарта, при наличии следующих случаев наступает обязательность его применения:

1. Если техническое законодательство страны (технический регламент) предусматривает наличие обязательности стандартов в той или иной сфере деятельности.

2. При наличии прямых ссылок на национальные стандарты, добровольного применения, органами власти в их нормативных и правовых документах.

3. При решении изготовителем, на добровольных началах, применять стандарт и маркировать продукцию знаком соответствия национальному стандарту.

4. При ссылке на конкретный национальный стандарт в контракте (договоре) на поставку продукции, т. е. по договоренности поставщика и потребителя.

5. При изготовлении продукции для государственных нужд (Госзаказ) по контракту с Правительством, включающему ссылку на национальный стандарт, добровольного применения.

6. При сертификации продукции изготовителем по собственной инициативе, на соответствие требованиям национального стандарта.

7. При применении национального стандарта в качестве доказательной базы технического регламента.

8. Применение национального стандарта на добровольной основе на всех этапах создания продукции (на этапах жизненного цикла продукции – ЖЦП) [2].

Стандарты обеспечивают создание общего поля проектирования для всей промышленности, гарантируя беспрепятственное движение продукции и технологий, увеличивая конкуренцию и сотрудничество и оказывая помощь эффективному функционированию

рынка. Разработка стандартов обеспечивает повышение производительности труда и качества производимой продукции, ведь посредством стандартов повышается уровень взаимодействия между участниками производственного процесса, а применение стандартов менеджмента качества системно обеспечивает стратегические и оперативные процессы повышения качества продукции.

Реформа технического регулирования – вопрос принципиальный для повышения конкурентоспособности отечественной продукции, так как техническое регулирование выполняет задачи, связанные с конкурентоспособностью, ведь по нормам, принятым в ВТО, единый мировой рынок – это пространство без внутренних границ, в котором обеспечено свободное перемещение товаров, лиц и капитала, которое проявляется в суперконкуренции. А суперконкуренция, в свою очередь, в основе имеет соображения безопасности, под которой понимается вероятность наступления опасных явлений с учетом тяжести последствий, а степень безопасности устанавливается в каждом случае на основе обоснованных оценок рисков появления опасных явлений.

Библиографические ссылки

1. Статьи о стандартизации и качестве // Информационный бюллетень. 2012. № 7(73). URL: www.metrob.ru/

2. О техническом регулировании : федер. закон РФ от 1 июля 2003 г. № 184-ФЗ.

© Пурхало А. Н., 2013

УДК 658.5:011

А. А. Саркисян

Научный руководитель – Т. Е. Кревина

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА

Интегрированная система менеджмента (ИСМ) – это часть системы общего менеджмента организации, отвечающая требованиям двух или более международных стандартов на системы менеджмента и функционирующая как единое целое.

Интегрирование систем менеджмента (качества, экологии, безопасности и социальной ответственности, и др.), отвечающих требованиям международных стандартов, следует рассматривать как предпосылку для устойчивого развития организации.

ИСМ не следует отождествлять с системой общего менеджмента организации, объединяющей все аспекты деятельности организации. Понятие «интегрированная система менеджмента» носит ограниченный характер, хотя и является более комплексным, чем понятие о каждой из тех отдельных систем менеджмента (система менеджмента качества, система экологического менеджмента и др.), которые объединены в ИСМ. Даже при внедрении в организации всех действующих в настоящее время международных стандар-

тов менеджмента интегрированная система менеджмента не будет тождественна системе общего менеджмента организации, так как область ее распространения пока еще не включает финансовый менеджмент, менеджмент персонала, инновационный менеджмент, менеджмент рисков, менеджмент ценных бумаг и др. Так например на ОАО «Красмаш» внедряется ИСМ которая включает в себя СМК и добавленную в нее систему экологического менеджмента, это позволит организации существенно упростить многие аспекты менеджмента на предприятии.

Деятельность современного предприятия регламентирована Международными стандартами. Россия, находясь в мировом сообществе и вступая в ВТО, не может отвергать необходимость создания ИСМ по

требованиям следующих международных стандартов [1].

1. Решение задач управления качеством должно обеспечиваться СМК-системой менеджмента качества по ИСО 9001:2011.

2. Предприятие должно управлять воздействием производства продукции на природу, используя СЭМ-систему экологического менеджмента по ИСО 14001-2008.

3. Предприятие должно создать персоналу условия для производительного и безопасного труда, что обеспечивается системой менеджмента профессиональной безопасности и здоровья OHSAS - 18000.

4. Социальная среда, в которой существует предприятие, предъявляет к нему требования обеспеченности персонала в системе социальной ответственности SA 8000: комфортности труда, социальной защищенности, реализации социальных гарантий, благотворительности и поддержки общественных движений и этики ведения бизнеса.

5. Предприятие должно обеспечить защиту конфиденциальной информации организации согласно требованию Системы управления информационной безопасностью ИСО 27000.

С учетом требований вышеперечисленных стандартов и стратегии развития бизнеса можно построить современную интегрированную систему менеджмента (ИСМ) предприятия, ориентированную на концепцию устойчивого развития [2].

Целесообразность создания максимально интегрированных систем менеджмента не вызывает сомнений. К числу явных достоинств таких систем можно отнести преимущества внутренней среды, непосредственно на предприятии:

- Обеспечение согласованности действий внутри организации, при этом общий результат от согласованных действий выше, чем простая сумма отдельных результатов

- Минимизация функциональной разобщенности в организации, возникающей при разработке отдельных систем менеджмента

- Достижение более высокой степени вовлеченности персонала в улучшение деятельности организации

- Уменьшение объема документов на систему менеджмента, по сравнению с суммарным объемом документов в нескольких параллельных системах

- Уменьшение затрат на разработку, функционирование и сертификацию Системы Менеджмента, по

сравнению с суммарными затратами при нескольких системах менеджмента

Сертификат на Интегрированную Систему Менеджмента полностью отвечает всем требованиям мирового делового сообщества и обеспечит конкурентоспособность во внешней среде с конкурентами. Как показывает практика, создание интегрированных систем менеджмента осуществляется по одному из следующих вариантов:

1. Создание аддитивных (от латинского *additio* – прибавление) моделей ИСМ, когда к системе менеджмента качества (СМК), выполняющей роль базовой системы и в необходимых случаях использующей требования, последовательно добавляются система экологического менеджмента (СЭМ), система OHSAS, SA 8000, HACCP, GMP или FSC. При применении данного варианта разрыв между началом работ по внедрению одной системы и началом внедрения следующей может составлять от полугода до нескольких лет;

2. Создание полностью интегрированных моделей, когда все системы менеджмента объединяются в единый комплекс одновременно. Несмотря на неоспоримые организационные и экономические преимущества второго варианта создания ИСМ, он встречается ещё крайне редко, что связано прежде всего с тем, что появление MSS происходило на протяжении длительного периода времени: стандарты ИСО серии 9000 были введены в действие в 1987г, принципы HACCP и GMP - в начале 90-х, стандарты ИСО 14000 – 1996 г., стандарты OHSAS, SA и FSC - в конце 90-х гг.

Наиболее приемлемый способ создания оптимальной интегрированной системы менеджмента – применение сбалансированной системы показателей (ССП), ориентированной на учет следующих четырех составляющих: финансы, удовлетворённость клиентов, результативность бизнес-процессов, обучение и развитие персонала.

Интеграцию планируемых финансовых показателей роста предприятия и системы менеджмента качества (СМК), ориентированной на потребителя, через организацию соответствующих бизнес-процессов и подготовку персонала можно представить в виде «цепочки прибыльности» предприятия.

Библиографические ссылки

1. Стандарты и качество оценки соответствия.
2. URL: <http://www.klubok.net/pageid490.html>.

© Саркисян А. А., 2013

УДК 621.38

Д. С. Силина
 Научный руководитель – И. В. Трифанов
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ЗЕКРАЛ ЛУЧЕВОДОВ

Представлен анализ прогрессивных методов повышения качества зеркал лучеводов: вибрационного электрохимического хонингования и электроимпульсной обработки.

При решении задач повышения качества зеркал лучеводов могут быть использованы прогрессивные методы: электрохимическая размерная обработка (ЭХРО), вибрационное электрохимическое хонингование (ВЭХХ), а так же электроимпульсная полировка поверхностного слоя.

Устойчивое протекание процесса ЭХРО на сверхмалых межэлектродных зазорах $\alpha = 0,1-0,15$ мм в импульсном режиме способна обеспечить вибрация вращающегося катода-электрода с секторальной рабочей поверхностью. Если анодное растворение происходит в условиях хорошего перемешивания электролита, то это способствует существенному уменьшению толщины диффузионного слоя. Сглаживание по диффузионному механизму наблюдается, когда толщина диффузионного слоя соизмерима с высотой рельефа поверхности. При применении нитратных электролитов для ЭХРО сплава 32НКД наблюдается смешанный пленочно-диффузионный механизм. Именно по этому можно обеспечить высокую точность профиля и снижение параметров шероховатости поверхности зеркала, при его минимальной жесткости.

В процессе ВЭХХ вращательное движение совершает катод-инструмент с числом оборотов n , а также вибрацию с частотой f . При этом методе происходит удаление дефектного слоя с заготовки зеркала лучевода, за счет механического и электрохимического процессов обработки, что позволяет устранять анодные пленки с поверхности обрабатываемой детали, при этом достигается равномерная шероховатость поверхностного слоя.

В основе электроимпульсного (плазмозлектролитического) полирования лежит процесс локального вскипания электролита вокруг обрабатываемой поверхности при подаче импульсов напряжения 150–300

В. При локальном вскипании электролита вокруг обрабатываемой поверхности образуется парогазовая оболочка. Возникающие в этой оболочке импульсные разряды оказывают комплексное электролитическое и физическое воздействие, за счет этого поверхность детали полируется, удаляются заусенцы и округляются острые кромки. Электроимпульсное полирование является финишной операцией, съем металла 1–2 мкм происходит за 3–5 мин, шероховатость снижается с Ra 0,32–0,2 мкм до 0,16–0,08 мкм. Процесс ведется при температуре электролита 75–80 °С, плотность тока $j = 15-20$ А/дм² [1].

Обработка зеркал лучеводной линии с размеростабильными характеристиками импульсной полировкой позволяет повысить качество токопроводящего скин-слоя при уменьшении механического и температурного воздействия на него [2].

Использование бесконтактных методов обработки ЭХРО на мягких режимах при ВЭХХ и электроимпульсной полировке, снижающих температурное и механическое воздействие, имеет преимущество перед механической обработкой при изготовлении волноводно-лучевых линий.

Библиографические ссылки

1. А. с. № 1273219 СССР. Способ размерной электрохимической обработки / И. В. Трифанов, М. А. Лубнин, В. Х. Постаногов. Бюл. № 44. 1986.
2. Трифанов И. В., Бабкина Л. И. Повышение качества рабочих поверхностей деталей волноводных и лучеводных линий : учеб. пособие. Красноярск, САА, 1999.

© Силина Д. С., 2013

УДК 658.516

Н. В. Тетерина
 Научный руководитель – Е. А. Жирнова
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОДУКЦИИ

Речь ведется о проблемах технического регулирования энергетической и экономической эффективности продукции. Применение на практике технического регулирования и национальных стандартов области энергоэффективности в России.

С появлением новых инновационных технологий, затрагивается острый вопрос, который интересует все

мировое сообщество. Государства придадут большое значение проблемам энергетической эффективности и

безопасности, которые негативно сказываются на окружающей среде (истощение месторождений, глобальное потепление климата, загрязнение атмосферы). Повышенное влияние на природу могут привести не только к мировому энергетическому и экономическому кризису, но и к серьезным экономическим и социальным последствиям.

В развитых странах, таких как, страны Европейского союза (ЕС), США, Япония, пропагандируются и законодательно обеспечиваются рациональное и экономическое использование невозобновляемых ресурсов, повышение эффективности передачи, потребления энергии и развития возобновляемых источников энергии. Все это разрабатывается во избежание негативных последствий человеческой деятельности.

Так, например, Россия в 1996 г. представила свои первые труды в области рационального ресурсопользования энергосбережения, то есть, был принят Федеральный закон « Об энергосбережении». Он нес декларативный характер, но на практике не нашел своего применения.

В 2008 г. с Указа Президента РФ « О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики», по которому Правительству было дано задание: обеспечить рациональное и экономически ответственное использование энергии, энергетических ресурсов и снизить в свою очередь энергоёмкость национальной экономики на 40 % к 2020 г. [1].

«По оценке Международного энергетического агентства (далее МЭА) потенциал повышения энергетической эффективности в России составляет не менее 45 %» но для большой эффективности российские ученые обратили внимание на заграничный опыт [1].

В 2006–2008 гг. МЭА предложила участникам саммитов «Большой восьмерки» ряд политических мер по энергетической эффективности. МЭА проявляет большой интерес к вопросам энергетической эффективности в России. Вследствие чего было опубликовано более десяти документов в области энергетики и энергосбережения. В 2007 г. МЭА было подписано с МинПромЭнерго России договор о взаимном сотрудничестве и проведения совместных путей решения.

В области энергетической эффективности на первое место вышли страны ЕС на основе применения методов технического регулирования. Таким образом, в странах ЕС действует нормативно-правовые акты, содержащие положения, способствующие выполнению требований директив. Конкретные требования нормы и правила установлены в стандартах, применяемые на добровольной основе, в целях соответствия продукции и процессов законодательству ЕС.

На практике техническое регулирование энергетической эффективности в ЕС применяются два основных метода: маркирование энергетической эффективности и установление требований по экодизайну продукции – экологически ориентированное проектирование.

В 1992 г. в ЕС была принята директива 92/75/ЕЭС в которой затрагивались вопросы, относящиеся к маркированию и стандартной информации по потреб-

лению энергии или других ресурсов бытовыми приборами, установившая общие требования в отношении маркирования энергоэффективности данного оборудования. В странах ЕС предполагали информирование потребителей об экономичности продукции, ее эксплуатационных характеристиках и разделении однородных бытовых электрических приборов на семь классов, начиная от самых энергичных (класса G) и заканчивая наиболее эффективнее (класса A).

В ЕС наряду с многими вопросами, большое внимание уделяется требованием к экологической конструкции энергопотребляющей продукции. Производители данной продукции обязаны принимать меры для снижения потребления энергии и негативных воздействий на окружающую среду, на всех стадиях жизненного цикла продукции (далее ЖЦП). Этот подход получил название экодизайн. В начале 2009 г. была принята директива 2009/125/ЕС по экодизайну, в нее было включено не только энергопотребляющая продукция, но и изделия, которые имеют влияние на энергопотребление.

В ЕС уже приняты директивы по экодизайну для конкретных групп товаров, более десяти находятся в разработке. Таким образом, в странах ЕС сделан большой вклад в области энергетической эффективности, на основе применения методов технического регулирования.

Россия остается очень важным торговым партнером ЕС, особенно в области поставок энергии: 63 % общего объема импорта 27 стран-членов ЕС из России в 2010 г. составила нефть, еще 9 % – газ [2]. Кроме того, некоторые страны ЕС очень зависимы от российского каменного угля. Производство первичной энергии в России поступательно растет.

Промышленный сектор остается основным потребителем энергии. Прилагается немало усилий, чтобы увеличить эффективность потребления и сократить энергопотери, что также должно оказать положительное воздействие на объемы выброса CO₂.

На ряду со странами ЕС, в России были сформулированы принципы, необходимые для реализации политики энергосбережения в стране, эффективного использования топливно-энергетических ресурсов, обязательность контроля и учета энергоресурсов юридических и физических лиц. Все это было отражено в ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ, ФЗ № 261» [3].

В целях реализации ФЗ № 261 и плана мероприятий по энергоэффективности были приняты несколько постановлений Правительства РФ, от 31 декабря 2009 г. В частности, Постановления № 1221, № 1222, № 1225, и другие, в которых содержится информация об установлении правил и требований к энергетической эффективности товаров, услуг, работ, а также, информация о классах энергетической эффективности, которая должна содержаться в технической документации, прилагаемой к этим товаром, в их маркировке и этикетках.

Для решения вопросов повышения энергетической эффективности в Российской Федерации применены

механизмы технического регулирования, в частности, внесения изменения в ФЗ « О техническом регулировании» [3]. Анализ действующих ТР показал, что восемь из них такие требования содержат.

Меры, определенные в ФЗ № 261 и ФЗ «О техническом регулировании» могут быть реализованы с помощью национальных стандартов, тем самым, позволят быстрое внедрение инновационной технологии в область энергетической эффективности.

За последние годы работы по техническому регулированию и стандартизации, в области энергетической эффективности Россия сделала большой вклад по созданию различных программ. Тем самым, специалисты подготовили и опубликовали каталог нормативных актов в области энергосбережения и энергетической эффективности, а также, участие в формировании программ разработок национальных стандар-

тов в области энергоэффективности и энергосбережения, где была начата разработка 242 проектов национальных стандартов.

России необходимы данные внедрения в области энергетической эффективности и применение их в дальнейшем на практике. Ведь наши экономические и экологические последствия зависят от рационального использования энергетической и экологической эффективности продукции в целом.

Библиографический список

1. Журнал «Стандарты и качества». 2011. № 2.
2. URL: <http://www.cntd.ru>.
3. О техническом регулировании : федер. закон.

© Тетерина Н. В., 2013

УДК 621.38

Д. А. Федорова
 Научный руководитель – И. В. Трифанов
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ РУПОРОВ ОБЛУЧАТЕЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ В КВЧ-ДИАПАЗОНЕ

Представлен универсальный, на данный момент времени, метод по изготовлению пирамидального рупора облучателя работающего в КВЧ-диапазоне.

Создание современных космических аппаратов и систем спутниковой связи ММ диапазона волн требуют разработки линии передачи энергии, работающей в КВЧ-диапазоне. КВЧ-диапазон обеспечивает повышение скорости и объема передачи информации в реальном масштабе времени, скрытность связи, помехоустойчивость, снижение габаритно-массовых характеристик (примерно в 10 раз).

Для изготовления радиоустройств, работающих в КВЧ-диапазоне систем спутниковой связи (ССС), требуется разработка линии передачи: антенно-фидерных устройств (АФУ) и ее элементной базы. Необходимо обеспечить малые электрические потери (менее 0,2 дБ); коэффициент стоячей волны КСВ $\leq 1,2$; коэффициент усиления облучателей 20–60; развязку передаваемой и получаемой информации и др. [1].

Многочисленными разработаны технология изготовления и методы контроля типового элемента облучателя – пирамидальный рупор, у которого, шероховатость внутренних токопроводящих поверхностей после нанесения серебряного покрытия $R_a \leq 0,8$ мкм, толщиной стенки (1,1 + 0,1) мм, длина рупора облучателя достигает 310 мм, внутренние радиусы сопряжения стенок 0,1–0,2 мм. Одним из основных требований к рупору облучателя является жесткость конструкции и размерная стабильность при воздействии температур.

Предлагается метод изготовления по следующему технологическому методу:

1. Изготовление и шлифование формы внутреннего канала рупора из стали 40Х13, полировка формы и покрытие хромом 5 мкм .

2. Электролитическое формообразование – наращивание медного слоя.

Наращивание меди осуществляется в специальных ваннах, снабженных системами непрерывной фильтрации электролитов и приспособлениями для покачивания или вращения формы для равномерного и ускоренного осаждения металла. Технологической задачей является получить эластичные и мелкозернистые осадки меди, чтобы в дальнейшем исключать применение механической обработки наружной поверхности рупора.

1	Изготовление формы внутреннего канала
2	Электролитическое формообразование – наращивание медного слоя
3	Механическая обработка
4	Удаление формы механическим способом
5	Доводка и контроль
6	Нанесение токопроводящего серебряного покрытия в канале рупора (3...5 мкм)
7	Контроль
8	Электроиспытания в составе сборки облучателя

Процесс изготовления

3. Механическая обработка фланцев и других элементов заготовки, полученной электролитическим формообразованием.

4. Удаление формы механическим способом с использованием температурного удара. Нагреваем в вакууме рупор, который находится в форме, после щелчка вытягиваем рупор из формы с механическим усилием.

5. Доводка и контроль. Контроль производим по размерным параметрам рупора (радиус, ширина, высота, длина и др. с использованием ЛКИМ (лазерная контрольно-измерительная машина).

6. Нанесение токопроводящего серебряного покрытия в канале рупора толщиной 3...5 мкм, для обеспечения электропроводности скин-слоя.

7. Контроль точности, электропроводности, прочности сцепления с медной подложкой серебряного покрытия, а также твердости, рыхлости.

8. Электроиспытания в составе сборки облучателя.

Библиографическая ссылка

1. Трифанов И. В., Оборова Л. И., Исмаилов Б. Н. Методы разработки конструкторско-технологических решений и обеспечения качества при изготовлении волноводных элементов КВЧ-диапазона : монография ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2010. 152 с.

© Федорова Д. А., 2013

УДК 658.562

Е. Ю. Чуваева

Научный руководитель – Е. А. Жирнова

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОСОБЕННОСТИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА ЭТАПЕ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

Рассматривается влияние метрологического обеспечения на этапе подготовки производства на качество продукции.

На этапе подготовки производства каждое предприятие проводит целый комплекс организационных и технических мероприятий, которые должны обеспечить характеристики и параметры сырья, материалов, оборудования, деталей, узлов и изделий с заданной точностью.

Метрологическое обеспечение - установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности проводимых измерений [1].

Само по себе метрологическое обеспечение включает в себя: определение рациональной номенклатуры измеряемых характеристик и параметров; обеспечение технологических процессов аттестованными стандартными методиками, которые полностью гарантируют требуемую точность измерений, обеспечение производственных процессов стандартными и нестандартными средствами измерений, средствами обработки и представления полученной информации; обеспечение комплексного метрологического обслуживания и поверки измерительных средств; обеспечение надлежащих условий осуществления измерений; подготовку производственного персонала и сотрудников соответствующих служб к проведению контрольно-измерительных мероприятий; организацию и проведение экспертизы и метрологического контроля конструкторской технологической документации.

Первым и очень ответственным этапом является входной контроль поступающего сырья и комплектующих изделий. На многих предприятиях к нему

относятся формально и не уделяют должного внимания. А ведь именно этот этап является определяющим для всех остальных стадий процесса производства. От качества сырья и комплектующих изделий зависит и качество конечного продукта. Если мы сэкономили на данном первом этапе, то следует ожидать, что придется понести расходы на других стадиях производства, чтобы устранить брак, или вообще произвести утилизацию изделия.

Анализ метрологического обеспечения включает в себя установление правильности организации входного контроля в соответствии с требованиями ГОСТ 24297–87 «Входной контроль качества продукции».

Так же необходимо обратить внимание на обеспеченность производственных участков и в первую очередь рабочих мест отдела технического контроля контрольно-измерительными приборами и пригодности их применения. Прежде всего, это касается скоб, калибров, разработанных на предприятии и находящихся в эксплуатации. При анализе метрологического обеспечения процесса изготовления необходимо уделять особое внимание состоянию технологической оснастки (штампов, пресс-форм, технологических приспособлений).

Контроль технического оборудования на технологичную точность проводится с целью определения готовности технологического оборудования обеспечить режим заданной технической документации. Необходимо также проводить проверку состояния и правильности применения средств измерений.

Для установления рациональной номенклатуры измеряемых (контролируемых) параметров, технологию

(разработчику технологических процессов их изготовления) необходимо предоставить следующую информацию: значения допусков на те параметры, которые предполагается оценивать при контроле изделий; числовые характеристики распределений значений параметров в пределах заданных допусков; виды законов распределения значений параметров; числовые характеристиками распределений значений параметров в пределах заданных допусков [2].

Для получения требуемой точности измерений при контроле качества продукции, технологических процессов, сравнении результатов контроля у поставщика и потребителя продукции следует использовать аттестованные методики выполнения измерений. Методика выполнения измерений – совокупность конкретно описанных операций и правил, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с установленными показателями точности.

Метрологическая служба предприятия выполняет работы по обеспечению не только единства и требуемой точности измерений, но и качества выпускаемой продукции на всех стадиях ее жизненного цикла. Для этого помимо «Положения о метрологической службе» необходимо иметь: «Руководство по качеству метрологической службы», в котором описывается система качества метрологической службы предприятия; по каждому элементу системы качества устанавливаются цели деятельности, ответственные лица, отражается основная деятельность по управлению этими элементами; стандарты организации, описывающие все виды деятельности, которые должны, с одной стороны, соответствовать требованиям Закона «Об обеспечении единства измерений», нормативных документов ГОСТ Р ИСО 9001-2001 «Системы менеджмента качества. Требования», и с другой стороны – учитывать специфику предприятия.

В рамках метрологического обеспечения производства проводится метрологическая экспертиза конструкторской и технологической документации, целью которой является анализ и оценка технических

решений по выбору параметров, подлежащих измерению, установлению норм точности и обеспечению методами и средствами измерений процессов разработки, изготовления, эксплуатации и ремонту изделий.

При проведении метрологической экспертизы конструкторской и технологической документации часто повторяются одни и те же ошибки. Для того чтобы избежать их, необходимо проводить мероприятия по систематике и анализу данных ошибок, а также по повышению метрологического уровня специалистов других отделов (конструкторского, технологического, испытательного). Также необходимо набирать квалифицированный персонал, и постоянно проводить работы по повышению квалификации работников.

Таким образом, на стадиях подготовки производства перед руководством стоит множество задач, которые им необходимо тщательно обдумать и решить. Причем при подготовке метрологического обеспечения принятие данных решений напрямую будет оказывать влияние на качество продукции, цену изделия, экономическую эффективность и прибыль предприятия.

Следовательно, перед тем чтобы запустить производство необходимо очень серьезно подойти к вопросу об организации метрологического обеспечения. Нужно выделить значимые параметры, определить, как их контролировать, найти надежных поставщиков сырья и материалов, обеспечить достойные условия труда, разработать соответствующий технологический процесс и по возможности автоматизировать производство.

Библиографические ссылки

1. URL: <http://www.metrob.ru/>.
2. Шишкин И. Ф. Теоретическая метрология : учебник для вузов. СПб. : Питер, 2010. 192 с.

© Чуваева Е. Ю., 2013

УДК 621:681

В. М. Шелковская
 Научный руководитель – С. С. Ивасев
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ КАК ИНСТРУМЕНТ УСКОРЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ СТРАНЫ

Работа посвящена роли и значению предварительного национального стандарта в Российской системе стандартизации.

Проводимые в Российской Федерации реформы, направленные в том числе на модернизацию, технологическое и социально-экономическое развитие экономики России, повышение обороноспособности государства, потребовали системной корректировки целей и задач развития национальной системы стандартизации на период до 2020 г. [1].

Реализация концепции будет осуществляться министерствами (ведомствами) и госкорпорациями, выполняющими отдельные государственные функции в рамках своих полномочий, на основе комплексного плана мероприятий. Координацию деятельности и обеспечение взаимодействия федеральных органов исполнительной власти по вопросам

реализации концепции предлагается возложить на Росстандарт.

Организационно-функциональная структура системы стандартизации нуждается в модернизации, одним из основных аспектов которой является повышение роли национального органа по стандартизации для реализации целей и задач, предусмотренных Концепцией развития национальной системы стандартизации Российской Федерации на период до 2020 г.

Одним из эффективных инструментов ускорения работ по стандартизации должен стать предварительный национальный стандарт [2].

Предварительные национальные стандарты (далее – предстандарты) введены в состав нормативных документов в области стандартизации Федеральным законом «О техническом регулировании» в июле 2011 г.

Предстандарт – документ по стандартизации, принятый национальным органом РФ по стандартизации на ограниченный период действия, с целью накопления в процессе его применения необходимого опыта, на котором должен базироваться будущий национальный стандарт.

При разработке и применении этих стандартов решают следующие задачи:

- ускоренное внедрение результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;
- применение в Российской Федерации международных документов, не являющихся международными стандартами;
- гармонизация с международными, региональными стандартами и национальными стандартами промышленно развитых стран;
- предварительная апробация установленных в предстандартах требований (правил) и накопление дополнительной информации об инновационных объектах стандартизации, которые необходимы для разработки национальных стандартов Российской Федерации.

Требования, устанавливаемые в предстандарте, должны основываться на современных достижениях науки, техники, технологии, относящихся к данному объекту и (или) аспекту стандартизации, и способствовать научно-техническому прогрессу. Кроме того, не должны противоречить Федеральным законам, техническим регламентам и иным нормативным правовым актам Российской Федерации, относящимся к данному объекту и (или) аспекту стандартизации.

Проект предстандарта разрабатывается, как правило, на основе:

- международного стандарта или международно-документа, не являющегося международным стандартом за исключением случаев, если международные стандарты или их разделы были бы неэффективными или не подходящими для применения, в том числе вследствие климатических географических особенностей Российской Федерации, технических и (или) технологических особенностей;
- стандарта организации или технических условий, если при практическом применении данного документа получены положительные результаты, которые подтверждены информацией о накопленном опыте и наилучших результатах применения этого доку-

мента (в том числе о практике его применения для целей подтверждения соответствия продукции).

В отдельных обоснованных случаях в качестве основы для разработки предстандарта может быть использован региональный стандарт или иной региональный документ в области стандартизации, а также проект международного или регионального стандарта или прогрессивный национальный стандарт другой страны. Кроме того, проект предстандарта может быть разработан по результатам научно-исследовательской (опытно-конструкторской, опытно-технологической или проектной) работы, относящейся данному объекту и (или) аспекту стандартизации, или с использованием иной информации о современных достижениях отечественной и зарубежной науки, техники и технологии.

Организация проведения мониторинга и оценки применения предварительных национальных стандартов возлагается на национальный орган по стандартизации (Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии) [3].

Применение предстандарта может стать обязательным для организации любой формы собственности на основании:

- организационно-распорядительного документа этой организации или вышестоящей организации;
- нормативных ссылок на данный предстандарт в собственных стандартах организации или технической документации;
- соглашений или договоров (контрактов) со ссылками на предстандарт.

Важнейшим вопросом, определяющим успешность экономического, технологического и социального развития Российской Федерации на ближайшую и среднесрочную перспективу, является вопрос качества в самом широком смысле этого слова. На современном этапе наблюдается объективный процесс общественного осознания роли высокого качества во всех областях человеческой деятельности. Национальная система стандартизации должна учитывать и реализовывать лучшую международную практику управления качеством. Важнейшим инструментом в этом направлении станет разработка предварительных национальных стандартов [4].

Библиографические ссылки

1. *О Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года : Распоряжение Правительства Российской Федерации № 1662-р от 17.11.2008 г. // Российская газета. № 3412 от 10.01.2009.*
2. *Приходько С. В. Проблемы и перспективы вступления России в ВТО // Материалы доклада // Российская газета, 2009. № 4765 от 10.01.2009.*
3. *Официальный сайт Министерства экономического развития и торговли Российской Федерации. URL: www.economy.gov.ru.*
4. *Применение современных стандартов в свете вступления России в ВТО. URL: seleznev-vs.ru/news...svete-vstupleniya-rossii...vto/.*

Л. А. Шляхтенкова
 Научный руководитель – Е. Д. Беспалова
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СОВРЕМЕННЫЕ ПРАВИЛА РЕГИСТРАЦИИ ИМЕН НЕБЕСНЫХ ОБЪЕКТОВ

Представлены основополагающие правила регистрации имен небесных объектов.

С момента зарождения астрономии как науки в древние времена, по настоящее время, подтверждено существование:

- более 100 миллиардов галактик;
- 864 экзопланет в 679 планетных системах;
- более 100 миллиардов звезд (84 млн. измерено);
- более 100000 астероидов (10 000 имеют собственные имена) [2].

Согласно Резолюции 2222 (XXI) Генеральной Ассамблеи UNOOSA, космическое пространство, включая Луну и другие небесные тела, не подлежит национальному присвоению ни путём провозглашения на них суверенитета, ни путём использования или оккупации, ни любыми другими средствами [1].

Процесс регистрации для различных типов небесных объектов отличается.

Регистрация имен планет. После того как были получены первые спутниковые снимки, выполняются расчеты основных параметров (орбита, размеры). Информация передается в Центральное бюро астрономических телеграмм (СВАТ) Международного астрономического союза (МАС). Далее необходимо получить снимки более высокого разрешения для уточнения параметров и исследования поверхности планеты и ее геологических свойств. На данном этапе любой желающий может предложить название планеты. Имена рассматриваются Рабочей группой по номенклатуре планетарной системы (WGPSN). После утверждения имени, оно может использоваться на картах и в публикациях. Название входит в справочник планетарной номенклатуры и размещается на сайте МАС. В течение 3-х месяцев после публикации можно подавать возражения (в письменной форме или по электронной почте) президенту отдела III МАС (Division III Planetary Systems Sciences). После совещания отдела, президентом принимается окончательное решение. В случае изменения имени, новый вариант так же публикуется на сайте [1].

Регистрация имен комет. При обнаружении кометы и измерении основных параметров, подается на рассмотрение заявка в СВАТ. Комете присваивается кодовое имя, состоящее из префикса, означающего тип кометы (P – периодическая, C – не периодическая, X – невозможно вычислить орбиту, D – больше не существует или исчезла), года открытия, месяца, порядкового номера (в текущем месяце). После проверки данных и их подтверждения к коду добавляются фамилии первооткрывателей или название коллектива. МАС публикует данные на своем официальном сайте. С этого момента любой может ими воспользоваться или внести в каталог.

Регистрация имен туманностей и галактик. Первооткрыватель вправе самостоятельно присвоить имя, состоящее из 3-х символов (букв и/или цифр, исключая специальные знаки), которое должно быть уникальным, и включать ссылку на каталог, в котором оно будет использоваться.

Регистрация имен звезд. Звезды идентифицируются по принадлежности их к определенным каталогам, таким как каталог Bonner Durchmusterung (BD), Henry Draper Catalog (HD) или General Catalog (GC), например, BD +75 град 752 (звезда номер 752 в зоне склонений +75°) = HD 197433 = GC 28804. Другие часто используемые: Positions and Proper Motions Catalog (PPM), US Naval Observatory (USNO) [1].

Переменные звезды (характеризуются изменением блеска) обозначаются в каталоге латинской «V» (variable) и порядковым номером, с указанием созвездия в котором она находится (кроме 344 первых открытых переменных звезд).

Существуют каталоги величин:

- каталог звездных масс. Автор А. Н. Беликов (1995, Bull. Inf. CDS 47, 9). Каталог включает массы компонент двойных звезд, которые были опубликованы на протяжении 1969-1988 гг. Все массы определялись прямыми динамическими методами;

- каталог двойных звезд Эйткена (New General Catalogue of Double Stars Within 120° of the North Pole). Это список из 17 180 двойных звезд к северу от склонения –30°. И другие.

А также каталоги различных типов астрономических объектов, таких как Основной каталог галактик (The Catalogue of Principal Galaxies, или PGC). Опубликованным в 1989 году, с экваториальными координатами на эпохи B.1950 и J2000.0 и идентификацией 73 197 галактик. 40 932 объектов имеют стандартные отклонения координат в пределах 10" [2].

Поскольку отсутствуют единые стандарты, следует заметить, что большое количество каталогов усложняет унификацию данных и взаимодействие мирового сообщества ученых, поскольку кроме различия в названиях астрономических объектов, могут отличаться еще и измеренные параметры (различные оптические системы, методы обработки данных). Так, например, яркость звезды 5-й величины более чем в 6 раз выше яркости звезды 7-й величины. Соответственно, это вносит существенную погрешность в результаты научных трудов, полученных при использовании таких данных.

Отсутствие единых сертифицированных стандартов не позволяет контролировать правовую сторону аспекта. Так, порядка 20 лет назад, появился такой вид мошенничества, как продажа имен астрономиче-

ских объектов. Возникло огромное количество ресурсов в сети Интернет, предлагающих присвоить выбранному небесному телу любое понравившееся имя собственное. Организаторы предлагают сертификат подлинности, внесение данных в каталог и ссылаются на такие организации как Роскосмос и Международный астрономический союз.

В данный момент уже назрела потребность в решении выше озвученных вопросов. Необходимо создание документа, строго регламентирующего порядок присвоения названий астрономическим объектам, в единой для всего мира форме. Кроме того, необходима единая база знаний. Имеется необходимость переосмысления полученных ранее знаний и структурирования в абсолютно новую систему.

Данный вид работ является колоссально огромным по своим размерам, требует консолидации астроно-

мических ассоциаций всех стран, мощнейшего компьютерного оборудования, и существенных денежных вливаний. Но база необходима в связи с освоением космического пространства мировыми державами. Это позволит проводить расчеты и прогнозировать ситуацию на едином для всех языке и с точными, проверенными данными.

Библиографические ссылки

1 *Naming Astronomical Object*. URL: <http://www.iau.org/public/naming/http://izvestia.isea.ru/pdf.asp?id=8374>.

2 *Звездные имена и каталоги*. URL: http://www.astro.websib.ru/metod/tem-4/zv_kathttp://izvestia.isea.ru/pdf.asp?id=8374.

© Шляхтенкова Л. А., 2013

Секция
«ИСТОРИЯ, РАЗВИТИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ
РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ»

УДК 629.76.004

М. В. Голованов
Научный руководитель – М. Е. Баранов
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Дан анализ аварийных ситуаций при эксплуатации ракетно-космической техники, приведена статистика причин аварий и меры их предотвращения.

За последнее десятилетие ракетно-космическая отрасль стала одним из важнейших и динамично развивающихся секторов мировой экономики. Эксплуатация ракет – сложный комплекс процессов, результатом которого является запуск ракет, вывод спутников на орбиту. До запуска ракеты происходит долгий и трудоемкий процесс конструирования и проектирования, разработка мер безопасности и требований к эксплуатации. Также рассматриваются и прорабатываются все варианты развития событий при запуске, устраняются всевозможные ошибки. Несмотря на меры предосторожности, нередко случаи аварийных ситуаций.

Анализ аварийных ситуаций является исходным моментом всех работ по безопасности, а его результаты во многом определяют последующие технические решения при разработке аварийно-восстановительных и аварийно-спасательных средств. При анализе аварийных ситуаций рассматривают их распределение по месту возникновения (по бортовым и наземным системам) и по времени появления, определяют причины и вероятность их появления, характер развития по времени, последствия и значимость для последующего полета.

Среди аварийных ситуаций, вероятность появления которых наиболее высока, следует выделить ситуации, вызванные отказами бортовых систем ракет-носителей космических кораблей, а также наземных систем стартовой позиции. Подобные аварийные ситуации, как правило, подлежат наиболее тщательному анализу. Как показывают результаты летных испытаний ракетно-космической техники, отказы распределяются по системам неравномерно: наибольшая вероятность появления отказов – в бортовых системах РН, меньшая – в системах КК, еще меньшая – в наземных системах. Это объясняется тем, что на участке выведения бортовые системы КК работают в основном в дежурном (менее напряженном по сравнению с рабочим) режиме, а в наземных системах значительно легче обеспечить высокую надежность и своевременный контроль.

При исследовании аварийных ситуаций на РН в основном используют результаты анализа экспериментальных данных по авариям, имевшим место в процессе испытаний и проведения пусков аналогов

и прототипов, при этом анализируют также отказы и ошибки, которые в иных условиях могли бы привести к аварии (т. е. потенциально опасные отказы). 13 % отказов РН обусловлено программными средствами систем управления, в то время как для КА этот показатель составляет 20 % и еще 6 % приходится на отказы аппаратных средств бортовых компьютеров. В среднем, дефекты программных средств систем управления приводят к аварии или выводу космических аппаратов на нерасчетную орбиту в каждом 110-м случае запуска РН.

Сравнение рисков отказа космических аппаратов в период 2000–2009 гг.

Год	Количество пусков	Количество отказов	Риск
2000	130	9	0,069
2001	91	5	0,055
2002	103	3	0,029
2003	104	6	0,058
2004	77	4	0,052
2005	74	4	0,054
2006	116	13	0,112
2007	119	12	0,101
2008	114	10	0,088
2009	132	11	0,083
Всего	1060	77	0,073

Наиболее высока вероятность возникновения аварий в ранний период эксплуатации, когда еще не устранены полностью различного рода недочеты в разработке, изготовлении и эксплуатации данной РН. Обычно этот период совпадает с летно-конструкторскими испытаниями, по завершению которых РН должна достигнуть запроектированного уровня надежности.

Так же наиболее вероятными причинами отказов могут быть следующие: ненормальная работа автоматики (клапанов) ДУ; прогары и разрушения основных и рулевых камер сгорания и камер сгорания газогенераторов ДУ; отказы и поломки турбонасосных агрегатов ДУ; отказы в системах опорожнения баков, негерметичность топливных и газовых магистралей; ложные команды или отсутствие заданных команд системы управления; отказы основных приборов сис-

темы управления (гироскопов, БЦВМ, программно-временных устройств и т. д.); ошибки заправки, настройки ДУ и системы управления; повышенные вибрации конструкции и приборов.

Для предотвращения таких случаев используют специальные меры безопасности, такие как: мониторинг качества выпускаемой продукции, лицензирование объектов, занимающихся выпуском деталей РН и КК, повышения технологической безопасности производственных процессов и эксплуатационной надежности оборудования, разработка и осуществление инженерно-технических мероприятий, направленных

на предотвращение аварийных ситуаций, комплексный сбор данных на момент запуска РН или КК инструкторирование персонала, Разработка уставов и правил поведения при работе над РН и КК

Сравнение аварийности РН и КА за последние десять лет показывает, что суммарные риски не только не уменьшились, но и возросли. При этом аварии ракетоносителей чаще всего происходят по причине несовершенства их конструкции и элементов РН.

© Голованов М. В., 2013

УДК 629.76.004

А. С. Стрижнев
Научный руководитель – Е. М. Королев
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПОДГОТОВКА К ПУСКУ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ

Исследован алгоритм подготовки к пуску и пуск ракет-носителей.

В настоящее время несмотря на большое разнообразие ракет-носителей, все они имеют много общего в своём устройстве, поэтому последовательность и содержание операций по подготовке к пуску каждого типа РН производится по определенному алгоритму.

Ракеты-носители запускают вертикально. Это вызвано причинами, связанными в основном боковыми нагрузками, действующими на конструкцию корпуса.

Кроме того, при вертикальном старте упрощается проектирование и изготовление пускового устройства, которое удерживает РН перед стартом и во время выведения двигателя на необходимый режим работы с помощью одних только опор в хвостовой части ракеты.

Наземный космодром представляет собой комплекс специальных сооружений и земельных участков. На нем осуществляется сборка, подготовка к запуску и пуск РН, траекторные измерения их полета, прием и обработка поступающей телеметрической информации. Кроме того, с него подаются команды на борт ракеты при подготовке к старту и полету РН.

Основными объектами космодрома являются техническая позиция, стартовая позиция и командно-измерительные комплексы.

На технической позиции располагаются монтажно-испытательный корпус (МИК) или здание вертикальной сборки РН, монтажно-испытательный корпус космического аппарата (КА) и другие служебные здания.

С заводов-изготовителей ступени и узлы РН поступают в МИК на транспортных средствах, имеющих ложементы с захватами и опоры для крепления ступеней и узлов ракет.

Сборка РН может выполняться тремя способами: горизонтальная сборка в МИК отдельных ступеней и РН в целом и пристыковка к ней КА; горизонтальная и вертикальная сборка отдельных ступеней РН в

МИК, доставка их на стартовую позицию, сборка РН на пусковой системе в вертикальном положении и последующая пристыковка КА; вертикальная сборка отдельных ступеней и сборка всей РН в МИК в вертикальном положении на верхней части пусковой системы. После сборки РН проходят автономные и комплексные испытания. Собранный РН с помощью кранов и траверс перекладывается на транспортно-установочный агрегат или транспортно-установочную тележку.

Одновременно со сборкой РН производятся сборка и испытания КА.

После проверки правильности стыковки и кабельных связей ракеты-носителя с космическим аппаратом полностью собранная ракета транспортируется на стартовую позицию стартового комплекса.

Основной агрегат стартового комплекса – пусковая система, обеспечивающая прием, вертикализацию и удержание РН в положении для пуска, подвод к ней электрических, заправочных, пневматических, дренажных и других коммуникаций, а также сам пуск ракеты.

Основными элементами пусковой системы являются опорная силовая конструкция, опорные элементы для РН (пусковой стол), ветровые и штормовые крепления, приспособления и механизмы для пристыковки к РН и отстыковки от нее различных соединений, газоотражатель и газоходы, средства управления, автоматизации и блокировки.

В качестве опорной силовой конструкции служат несколько откидных опор или ферм, на которые устанавливается РН своим нижним или средним опорным поясом. При взлете эти опоры автоматически отбрасываются в стороны, что исключает их соударение со стартовой РН.

В состав пусковой системы входят также различные агрегаты обслуживания: башни и фермы, авто-

вышки, передвижные агрегаты на базе автопогрузчиков и специальные кабины.

После установки РН на пусковой стол, производится наведение ракеты. Операции наведения выполняются с помощью специальных оптических приборов, установленных на борту ракеты, пусковой системе и на земле.

После наведения РН к ней подключаются все наземные коммуникации и производятся автономные и комплексные испытания с помощью проверочно-пускового оборудования и всех наземных систем. По-

сле расшифровки и анализа результатов испытаний РН заправляется топливом и сжатыми газами.

Затем агрегаты обслуживания отводятся. Все операции предстартовой подготовки фиксируются на пульте пуска набором транспарантов готовностей. После этого дается команда пуска.

Ключ пуска поворачивается в положение «Пуск», нажатием кнопки «Пуск» включается автоматическая схема пуска.

© Стрижнев А. С., 2013

УДК 629.76.004

В. А. Худеев

Научный руководитель – А. В. Сидельников
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ ЖРД

Кратко описана история создания жидкостных ракетных двигателей (ЖРД) и приведено описание ЖРД первой космической ракеты.

Первый ЖРД был предложен великим нашим соотечественником К. Э. Циолковским в 1903 г. в качестве двигателя для полета в космос. Циолковский определил создание мощных, экономических ЖРД как первоочередную задачу на пути к осуществлению космического полета.

Практические работы по созданию ЖРД были начаты в 1921 г. американцем Р. Годдардом, который несколько позже, в 1926 г., осуществил запуск небольшой ракеты с ЖРД. В конце 20-х – начале 30-х годов к разработке ЖРД приступили в СССР, Германии и других странах. В 1931 г. был испытан первый отечественный экспериментальный ЖРД ОРМ-1 конструкции В. П. Глушко, созданный в Газодинамической лаборатории (ГДЛ).

До начала второй мировой войны в СССР и США появились опытные образцы ЖРД с тягой до нескольких сотен килограммов, предназначенные для экспериментальных летательных аппаратов. К концу войны в ряде стран были созданы серийные ЖРД. Первыми отечественными серийными ЖРД стали двигатели типа РД-1 с тягой в несколько сотен килограммов, предназначавшиеся для самолетов. Они были разработаны в опытно-конструкторском бюро, получившем впоследствии известность, как ГДЛ - ОКБ.

Большим техническим достижением явилось создание в 40-х годах первых крупных ЖРД, развивавших тягу свыше 25 т. На базе этих ЖРД были разработаны баллистические ракеты с дальностью в несколько сотен километров, а также геофизические ракеты, поднимающие научную аппаратуру на большие высоты.

К середине 50-х годов ЖРД подверглись ряду усовершенствований, и дальность ракет превысила 1000 км. На этом возможности разработанного к тому времени типа ЖРД были практически исчерпаны вследствие малой калорийности применявшегося тогда ра-

кетного топлива (кислород-этиловый спирт), неэффективности его использования, а также несовершенства конструкции двигателя этого типа.

Время появления баллистических ракет, рассчитанных на дальность в несколько тысяч километров, и космических ракет, к созданию которых приступили в СССР и США в 1954–1955 гг., во многом определялось возможностью разработки ЖРД нового типа, намного превосходящего существовавшие двигатели по всем основным характеристикам. Работы по созданию новых типов ЖРД, начатые в СССР и США еще во второй половине 40-х годов и проводившиеся параллельно с усовершенствованием существующих двигателей, стали одной из основных предпосылок создания космических ракет.

Советская космическая ракета, с помощью которой в 1957 г. был запущен первый в мире искусственный спутник Земли, была оснащена ЖРД, созданными в ГДЛ – ОКБ под руководством выдающего советского ученого В. П. Глушко.

ЖРД конструкции ГДЛ–ОКБ для первой космической ракеты явились итогом обширных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, начатых в СССР, еще за 10 лет до полета первой космической ракеты. В результате этих работ были созданы и освоены новые конструкции, топлива, материалы, технологические процессы и оборудование. Основные технические решения, использованные в первых космических двигателях, были во многом проверены в ГДЛ-ОКБ в ходе предшествующей разработки нескольких типов ЖРД, доведенных до различной стадии осуществления. Первым из них был двигатель с тягой свыше 120 т, рассчитанный на применение двухкомпонентного топлива кислород-керосин. Разработка этого ЖРД в течение 1947–1951 гг. достигла стадии изготовления и испытаний различных узлов.

Была предложена, разработана и внедрена в отечественную технику камера принципиально новой конструкции (паяно-сварная). Корпус этой камеры, рассчитанной на регенеративное охлаждение, состоял из внутренней и наружной стенок (называемых соответственно огневой стенкой и рубашкой), соединенных между собой при помощи пайки через промежуточную гофрированную стенку (проставку), либо через выфрезерованные на огневой стенке ребра. Камера содержала смесительную головку с впаянными в нее форсунками и была разделена технологически на несколько узлов, соединяемых в заключительной фазе технологического процесса кольцевыми сварными швами. С разработкой паяно-сварных камер появилась возможность существенного повышения экономичности ЖРД при значительном снижении удельного веса двигателя.

Разработка паяно-сварных камер во многом определила успех создания двигателей, обеспечивших полет первой космической ракеты, представлявшей собой двухступенчатый аппарат, состоящий из центрального блока (вторая ступень) и четырех боковых (первая ступень). В центральном блоке был установлен ЖРД РД-108, в боковых - ЖРД РД-107. Двигатели РД-107 и РД-108 близки по характеристикам, поскольку их стремились максимально унифицировать. Основные агрегаты двигателей отличаются только рабочими параметрами (для РД-107 они несколько выше). Общий вид одного из ЖРД (РД-107) представлен на рисунке.

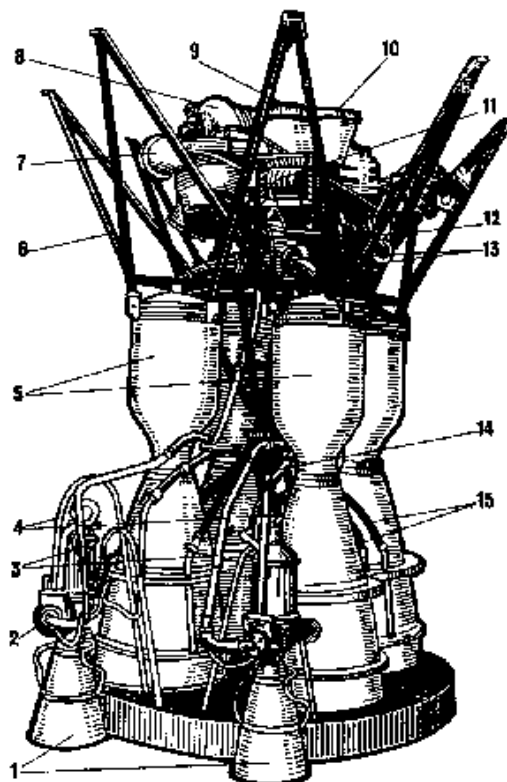
Успех разработки двигателей РД-107, РД-108 во многом определило создание компактного, легкого турбонасосного агрегата, могущего работать при достаточно низком давлении топлива в баках ракеты.

Создание ЖРД РД-107 и РД-108 было сопряжено с решением не только чисто «двигательных» вопросов, но и проблем общего усовершенствования ракет, определивших возложение на ЖРД ряда функций, прежде им не свойственных. Одна из таких функций состояла в обеспечении полета ракеты по строго заданной траектории и в управлении положением ракеты. Для выполнения указанной функции в конструкции ЖРД были предусмотрены поворотные рулевые камеры, снабженные полыми цапфами, через которые подводилось топливо от основных насосов турбонасосного агрегата и которые обеспечивали отклонение камер на угол 45° , осуществляемое при помощи гидроприводов.

Кислородно-керосиновое топливо, применяющееся в двигателях РД-107 и РД-108, не является самовоспламеняющимся; его зажигание осуществляется при помощи пиротехнических устройств, вводимых в камеры ЖРД со стороны сопел и срабатывающих при подаче электрического тока. Управление работой этих ЖРД производится при помощи электро-, пневмо- и пироматоматики.

С учетом всех комплектующих элементов вес ЖРД РД-107 равен 1155 кг, что соответствует удельному весу 11,3 кг/т (РД-108 тяжелее на 95 кг). Удельный импульс РД-107 и РД-108 составляет соответственно 3080 и 3090 м/с. Для сравнения укажем, что лучшие образцы кислородно-спиртовых ЖРД, пред-

шествовавшие появлению космических двигателей, характеризовались величиной удельного веса 17 кг/т и удельным импульсом 2430 м/с.



Жидкостной ракетный двигатель РД-107:

- 1 – рулевые камеры; 2 – узел поворота рулевой камеры; 3 – трубопроводы подвода окислителя к рулевым камерам; 4 – макетные кронштейны (к конструкции ЖРД не относятся); 5 – основные камеры; 6 – рама крепления ЖРД к ракете; 7 – газогенератор; 8 – турбина; 9 – насос окислителя; 10 – насос горючего; 11 – датчик давления в камере; 12 – главный клапан окислителя; 13 – трубопроводы подвода окислителя к камерам; 14 – главный клапан горючего; 15 – трубопроводы подвода горючего к камерам

В настоящее время существуют более мощные ЖРД, чем в первой космической ракете, с тягой более 200 тонн, давлением в камере сгорания более 200 атм., невозможности развития космических таких ЖРД далеко не исчерпаны. В планах дальнейшего освоения космоса жидкостно-ракетным двигателям отводится большая роль. Мощные ЖРД, рассчитанные на экономичное использование высокоэффективных топлив, по-прежнему находятся в центре внимания специалистов.

Развитие криогенной техники наряду с достижениями в области теплоизоляционных материалов в скором времени сделает целесообразной разработку для космических аппаратов основных и вспомогательных ЖРД, работающих на криогенных топливах и развивающих высокий удельный импульс.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 519.254

О. А. Бакаева

Научный руководитель – А. Н. Антамошкин

Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарева, Саранск

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДОНОЗОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АППАРАТА ТАБЛИЦ СОПРЯЖЕННОСТИ**

Рассматривается использование математических методов, в частности таблиц сопряженности, для создания модели мониторинга здоровья населения через выявление групп риска относительно некоторого заболевания. В основе предложенного метода лежит исследование зависимости категориальных переменных.

Донозологический контроль – это мониторинг практически здорового населения с целью выявления факторов риска и реализации целевых профилактических мероприятий по защите от преждевременных заболеваний, повышающих функциональные резервы и уровень защищенности организма от преждевременных соматических и инфекционных заболеваний. Эффективность профилактических мероприятий во многом обуславливается оперативностью их проведения, использованием достоверных статистических данных и их глубоким анализом [1].

В настоящее время методы математического моделирования находят свое практическое применение в различных областях знаний. Во-первых, это связано с расширением научных границ и синтезом некоторых наук в одну предметную область. А, во-вторых, с ростом возможностей самих математических методов и приемов. Ну, и, в-третьих, конечно же, это вызвано наглядностью и относительной простотой, которая проявилась благодаря профессиональному использованию различных специальных программ и новыми видами вычислительной техники. Все это приводит к более эффективной постановке эксперимента и повышает точность соответствия математической модели реальному процессу.

Особую роль в математическом моделировании играет обработка информации, которая присутствует, как на начальном этапе проведения эксперимента, где происходит процесс обработки входной информации, так и на завершающем этапе, где анализируется эксперимент и его результаты.

Автором предлагается математическая модель мониторинга здоровья населения через выявление групп риска относительно некоторого заболевания. Основная особенность использования данного метода заключается в математическом моделировании и анализе исследования зависимости факторов. Если факторы связаны, то можно выделить отличительные особенности – характерные признаки состояния здоровья индивидуумов, то есть группы риска относительно заболеваемости, протекания заболевания, наличия осложнений и выживаемости [2].

При обработке такого рода информации особую роль играют категориальные переменные, то есть те,

которые имеют два альтернативных качественных значения и бинарные. Такие переменные встречаются достаточно часто в технических, социальных и биомедицинских системах, что приводит к необходимости их исследования. Эффективным, наглядным и универсальным инструментом обработки такой информации являются таблицы сопряженности. Таблицы сопряженности – это инструмент, позволяющий проводить анализ связей между двумя и более переменными. Метод сводится к построению таблиц, которые отражают совместное распределение двух или более переменных, обладающих ограниченным количеством категорий или принимающих определенные значения. Категории одной переменной помещают в таблицу так, чтобы они размещались в ней (сопрягались) в соответствии с категориями другой (или несколькими другими) переменной. Таким образом, распределение частот одной переменной подразделяется на группы в зависимости от категорий других переменных [3].

Для категориальных переменных существует достаточно много способов выявления связи с помощью аппарата таблиц сопряженности, но среди них нет универсального. В связи с этим в зависимости от расположения и значений частот приходится использовать тот или иной критерий проверки связи: быстрый критерий, первые критерии, к которым относятся коэффициенты ассоциации, коллигации, контингенции. Данные критерии просты в использовании, но не обладают достаточным уровнем достоверности. К более надежным критериям исследования наличия связи относят G-критерий Вульфа, точный критерий Фишера, коэффициенты взаимной сопряженности К. Пирсона, А. Чупрова, шанс и отношение шансов.

Таким образом, новизна данной методики донозологического контроля состоит, во-первых, в предложенном алгоритме выбора рационального способа проверки наличия зависимости между категориальными переменными. Особенности данного алгоритма состоят в том, что он сформирован в автономный программный модуль, разработанный в системе объектно-ориентированного программирования Delphi 7. С помощью данного программного модуля в автоматическом режиме работы осуществляется построение

таблиц сопряженности и выбор рационального критерия проверки наличия связи между исследуемыми переменными с учетом значений и расположения частот. В результате работы программы получены значения статистик и их интерпретация относительно выводов о наличии связи. Во-вторых, новизна предложенного метода мониторинга здоровья состоит в модификации известного критерия χ^2 проверки независимости. А, в-третьих, в разработке коэффициента независимости и графическом методе исследования связи между категориальными переменными. Ну, и с точки зрения математического моделирования, предложенной схеме выявления групп населения, потенциально подверженных повышенному риску нового заболевания.

Использование данной методики и математических методов обеспечивает условия для разработки научно обоснованных профилактических мероприятий, направленных на снижение риска заболеваемости и предотвращения распространения заболевания в дальнейшем. Результатом внедрения предложенной методики будет положительный социальный эффект.

Библиографические ссылки

1. Бакаева О. А. Алгоритм выбора рационального способа проверки наличия зависимости между категориальными переменными при донозологическом контроле // Информационные технологии моделирования и управления. 2013. № 1(79). С. 4–11.

2. Бакаева О. А. Математическое и программное обеспечение подсистемы принятия решений по выявлению групп населения, потенциально подверженных повышенному риску нового заболевания // Системы управления и информационные технологии. 2012. № 4.1(50). С. 116–120.

3. Бикмурзина Р. Р., Бакаева О. А., Панина А. А. Оценка связи между качественными признаками с помощью таблиц сопряженности // Технические и естественные науки: проблемы, теория, практика: межвуз. сб. науч. тр. Вып. X. Саранск : РНИИЦ, 2009. С. 33–38.

© Бакаева О. А., 2013

УДК 519.87

К. Ю. Брестер

Научный руководитель – Е. С. Семенкин

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ АДАПТИВНЫЙ ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Рассматриваются варианты распараллеливания генетического алгоритма многокритериальной оптимизации. Распределение вычислений осуществляется на этапе генерирования популяции потомков. Эффективность различных подходов была исследована на тестовых задачах большой размерности.

Strength Pareto Evolutionary Algorithm (SPEA), предложенный в 1998 г. учеными Zitzler и Thiele [1], основан на идее Парето-доминирования. На каждом поколении недоминируемые относительно текущей популяции индивиды копируются во внешнее множество. После данного шага следует удалить доминируемые точки из внешнего множества, и, если мощность последнего превышает допустимое значение, перейти к кластеризации.

Известно, что результат работы ГА зависит от выбора вариантов генетических операторов, поэтому целесообразно применение механизмов самоадаптации к стандартному методу SPEA для обеспечения гарантированного уровня эффективности работы алгоритма.

Идеи коэволюционного ГА были применены для реализации самоконфигурируемого оператора скрещивания. На каждом поколении генерирование новой популяции осуществляется всеми типами скрещивания: вариантам оператора выделяются ресурсы (доля индивидов популяции, генерируемых конкретным типом скрещивания на текущем поколении) в зависимости от числа индивидов во внешнем множестве, сгенерированных при помощи данного варианта скрещивания:

$$b_i = \frac{p_i}{\sqrt{|P|} \cdot \frac{n_i}{N}}, \quad (1)$$

где p_i – число индивидов во внешнем множестве, сгенерированных i -м типом оператора скрещивания; $|P|$ – мощность внешнего множества; n_i – число индивидов в текущей популяции, сгенерированных i -м типом оператора, N – мощность популяции.

Для каждого варианта оператора скрещивания вычисляется «пригодность» q_i по формуле:

$$q_i = \sum_{k=0}^{T-1} \frac{T-k}{k+1} b_i, \quad (2)$$

где T – интервал адаптации; $k = 0$ соответствует последнему поколению в интервале адаптации, $k = 1$ – предыдущему и т. д.

Через каждые T поколений осуществляется попарное сравнение «пригодности» вариантов скрещивания с целью перераспределения ресурсов:

$$s_i = \begin{cases} 0, & \text{if } n_i \leq \text{social_card} \\ \text{int}\left(\frac{n_i - \text{social_card}}{h_i}\right), & \text{if } (n_i - h_i \cdot \text{penalty} \leq \text{social_card}) \\ \text{penalty}, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

где s_i – размер ресурса, отдаваемый i -м алгоритмом каждому победившему у него алгоритму; h_i – число поражений алгоритма в попарных сравнениях; social_card – минимально допустимый размер популяции, penalty – размер штрафа для проигравших алгоритмов.

С целью повышения быстродействия программной системы генерирование новой популяции предлагается осуществлять параллельно в различных потоках (количество потоков соответствует числу вариантов оператора скрещивания). Реализация данного подхода основана на стандарте интерфейса обмена сообщениями между процессами Message Passing Interface (MPI) [2].

Следует заметить, что распараллеливание эффективно не во всех случаях. Если объем поискового пространства, размерность задачи не велики и для ее решения не требуется большое количество ресурсов (число индивидов), то целесообразно осуществлять последовательное генерирование популяции каждым вариантом оператора, так как время, затрачиваемое на пересылку сообщений между процессами, будет сравнимо со временем работы генетических операторов.

Рассмотрим одну из задач [3], для которой параллельное формирование нового поколения является эффективной процедурой в смысле быстродействия программной системы:

$$\begin{cases} f_1 = x_1 + \frac{2}{|J_1|} (4 \cdot \sum_{j \in J_1} y_j^2 - 2 \cdot \prod_{j \in J_1} \cos(\frac{20y_j\pi}{\sqrt{j}}) + 2) \rightarrow \min, \\ f_2 = 1 - \sqrt{x_1} + \frac{2}{|J_2|} (4 \cdot \sum_{j \in J_2} y_j^2 - 2 \cdot \prod_{j \in J_2} \cos(\frac{20y_j\pi}{\sqrt{j}}) + 2) \rightarrow \min, \end{cases} \quad (4)$$

где $J_1 = \{j \mid j - \text{нечетное}, 2 \leq j \leq n\}$ и

$$J_2 = \{j \mid j - \text{четное}, 2 \leq j \leq n\}, \quad y_j = x_j - x_1^{0.5(1 + \frac{3(j-2)}{n-2})},$$

$j = 2, \dots, n, n = 30$. Область определения: $\bar{x} \in [0, 1]^n$.

Ограничим количество вычислений целевой вектор-функции предельным значением – 30000 (число индивидов популяции – 500, число поколений – 600). Точность дискретизации – 0.001. Время последовательного генерирования потомков, усредненное по всем поколениям, составило 0,0552 секунды. На параллельное генерирование затрачивалось в среднем 0,0451 секунды, однако было замечено, что на первых итерациях алгоритма значение данного параметра было в два раза меньше. Это объясняется тем, что с течением поколений «пригодность» одного из вариантов скрещивания постоянно возрастает, и ему в конечном итоге выделяются практически все ресурсы, что снижает эффективность параллельного алгоритма.

Для решения данной проблемы было предложено делить между процессами ресурсы, назначаемые каждому варианту скрещивания, поровну. Таким образом, во всех процессах осуществлялось генерирование одинакового числа индивидов последовательно каждым вариантом оператора рекомбинации. При данной реализации время, затрачиваемое тремя процессами на формирование нового поколения в приведенном примере, составило 0.0205 секунды. А это значит, что данный подход эффективнее не только последовательной, но и параллельной процедуры генерирования индивидов, описанных выше.

Библиографические ссылки

1. Zitzler E., Thietle L. *Multiobjective Evolutionary Algorithms: A Comparative Case Study and the Strength Pareto Approach*. IEEE Transactions on evolutionary computation. 1999. Vol. 3. No. 4. November.
2. Шпаковский Г. И., Серикова Н. В. *Программирование для многопроцессорных систем в стандарте MPI*. Минск : БГУ, 2002. 323 с.
3. Zhang Q., Zhou A., Zhao S., Suganthan P. N., Liu W., S. Tiwari. *Multiobjective optimization test instances for the CEC 2009 special session and competition*. University of Essex and Nanyang Technological University, Tech. Rep. CES-487, 2008.

© Брестер К. Ю., 2013

УДК 519.6:004.9

А. В. Голубкин, М. В. Панкратов
 Научный руководитель – В. В. Юдин
 Рыбинский государственный авиационный технический университет
 имени П. А. Соловьева, Рыбинск

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕМЕННОЙ НАГРУЗКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

Предложена специальная функция, предназначенная для моделирования процессов коммутации электрических нагрузок в различных электрических устройствах. Рассмотрены ее различные модификации.

Для моделирования процессов, связанных с подключением электрических нагрузок к сети целесообразно использование специальной логической функции $s(T, A, B)$, названной *функцией подключений*. Она может иметь от одного до трех аргументов, каждый из которых может быть либо скалярным, либо вектор-

ным. Отклик функции зависит от количества и типов аргументов, при этом возможны следующие варианты ее реализации, приведенные в таблице, где

$$T = (t_1 \ t_2 \ \dots \ t_N), \quad A = (\alpha_1 \ \alpha_2 \ \dots \ \alpha_P), \\ B = (\beta_1 \ \beta_2 \ \dots \ \beta_P)$$

Вариант	Кол. аргументов	Формат функции
1	1	$s(t)$
2	1	$s(T)$
3	2	$s(t, \alpha)$
4	2	$s(T, \alpha)$
5	2	$s(T, A)$
6	3	$s(t, \alpha, \beta)$
7	3	$s(T, \alpha, \beta)$
8	3	$s(t, A, B)$
9	3	$s(T, A, B)$

Каждому варианту соответствует определенное количество и тип передаваемых функции аргументов. При этом меняются алгоритмическая реализация вычислений. Рассмотрим их подробнее.

1. При наличии одного скалярного аргумента функция является истинной положительных значениях этого аргумента, т. е.

$$s(t) = \eta(t),$$

где $\eta(t)$ – единичная функция Хевисайда.

2. При наличии одного векторного аргумента $T = [t_1 \ t_2 \ \dots \ t_N]$ ею формируется вектор такой же размерности, элементами которого являются значения этой функции, соответствующие компонентам аргумента, т. е.

$$s(T) = [s(t_1) \ s(t_2) \ \dots \ s(t_N)].$$

3. При наличии двух скалярных аргументов функция является истинной в случае превышения первым числового значения аргументом второго аргумента

$$s(t, \alpha) = \begin{cases} 1 & \text{при } t \geq \alpha \\ 0 & \text{при } t < \alpha \end{cases},$$

что также может быть выражено через функцию Хевисайда $s(t, \alpha) = \eta(t - \alpha)$.

4. В случае, если первый аргумент является вектором, а второй – скалярной величиной, то отклик представит собой вектор, элементами которого являются значения функции $s(t, \alpha)$, определенное для каждого элемента первого аргумента, т. е.

$$s(T, \alpha) = [s(t_1, \alpha) \ s(t_2, \alpha) \ \dots \ s(t_N, \alpha)].$$

5. При наличии двух векторных аргументов функция формирует матрицу, каждая строка которой определяется функцией $s(T, \alpha)$ при значении второго аргумента, соответствующем ее номеру этой строки, т. е.

$$s(T, A) = \begin{bmatrix} s(t_1, \alpha_1) & s(t_2, \alpha_1) & \dots & s(t_N, \alpha_1) \\ s(t_1, \alpha_2) & s(t_2, \alpha_2) & \dots & s(t_N, \alpha_2) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ s(t_1, \alpha_p) & s(t_2, \alpha_p) & \dots & s(t_N, \alpha_p) \end{bmatrix}.$$

6. При наличии трех скалярных аргументов функция является истинной, если значение первого аргумента принадлежит интервалу с границами, определяемыми вторым и третьим аргументами $s(t, \alpha, \beta) = s(t, \alpha) \forall s(t, \beta)$.

7. Если первый аргумент является векторным, а два вторые – скалярными, то функция является истинной для тех значений первого аргумента, которые принадлежат интервалу с границами, определяемыми вторым и третьим аргументами

$$s(T, \alpha, \beta) = [s(t_1, \alpha) \forall s(t_1, \beta) \ s(t_2, \alpha) \forall s(t_2, \beta) \ \dots \ s(t_p, \alpha) \forall s(t_p, \beta)].$$

8. В том случае, когда первый аргумент скалярный, а второй и третий – векторы одинаковой размерности, то

$$s(t, A, B) = [s(t, \alpha_1, \beta_1) \ s(t, \alpha_2, \beta_2) \ \dots \ s(t, \alpha_p, \beta_p)]$$

9. Если все аргументы векторные, то

$$s(T, A, B) = \begin{bmatrix} s(t_1, \alpha_1, \beta_1) & s(t_2, \alpha_2, \beta_2) & \dots & s(t_N, \alpha_p, \beta_p) \\ s(t_1, \alpha_1, \beta_1) & s(t_1, \alpha_2, \beta_2) & \dots & s(t_1, \alpha_p, \beta_p) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ s(t_N, \alpha_1, \beta_1) & s(t_N, \alpha_2, \beta_2) & \dots & s(t_N, \alpha_p, \beta_p) \end{bmatrix}$$

Для моделирования периодических процессов достаточно в приведенной функции в качестве первого t аргумента подставить функцию его дробной части $\{t/t_R\}$, где t_R – период.

Различные форматы функции могут найти различные применения при моделировании устройств регулирования и преобразовательной техники [1]. В частности, форматы $s(T)$ и $s(T, \alpha)$, выделяющие соответственно все положительные и задержанные на заданный интервал α моменты времени, позволяют исследовать процессы в выпрямителях и тиристорного регуляторах напряжения. Формат $s(T, A)$ позволяет сформировать семейства характеристик регулятора при разных углах открывания тиристора. Форматы $s(t, \alpha, \beta)$ и $s(T, \alpha, \beta)$ дают возможность исследовать двухстороннее регулирование, а форматы $s(t, A, B)$ и $s(T, A, B)$ – широтно-импульсное преобразование напряжения.

Библиографическая ссылка

1. Семенова С. Э., Юдин В. В. Вычисления в МАТ-LAB : учеб. пособие. Рыбинск : РГАТА, 2009. 144 с.

© Голубкин А. В., Панкратов М. В., 2013

УДК 519.6:004.9

А. В. Голубкин, И. Н. Швырков
 Научный руководитель – В. В. Юдин
 Рыбинский государственный авиационный технический университет
 имени П.А. Соловьева, Рыбинск

ФОРМИРОВАНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ СЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ С ЛИНЕЙНЫМ ЗАКОНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Рассмотрена методика формирования случайной чисел с линейным законом распределения из нормальной последовательности

Для решения ряда технических задач требуются случайные последовательности с линейным законом распределения. В частности, для определения уровня действующего значения напряжения $u(t)$ за один полупериод сети $T/2$ может быть предложена следующая процедура.

Через равные интервалы времени $\Delta T \ll T$ в моменты $t_k = k\Delta t$, где $K = T/2\Delta T$, осуществляют сравнение текущего значения напряжения с некоторым сформированным к этому моменту времени случайным сигналом, имеющим распределение $\psi(x)$, $x \in [0, U_m]$, где U_m - амплитуда $u(t)$. При этом подсчитывают общее количество интервалов K и количество интервалов N , для которых выполняется условие

$$u(t_k) \leq \psi(x). \quad (1)$$

Можно показать, что при линейном законе распределения

$$\psi(x) = \frac{2}{U_m^2} x$$

среднее значение вероятности наступления события (1) составляет

$$p = \frac{N}{K} = \frac{1}{U_m^2} \sum_{k=1}^K u^2(t_k) = \frac{1}{U_m^2} U^2$$

где U – действующее значение напряжения.

Таким образом для оценки U может быть использована простая приближенная формула

$$U^2 = \frac{N}{K} U_m^2.$$

Предлагается для формирования формировать последовательности чисел $L = [l_1, l_2, \dots, l_n]$ с линейным законом распределения использовать совокупность чисел со с нормальным распределением $\varphi(x) = 1/\sqrt{2\pi} \exp(-x^2/2)$, из которой отбирают числа $Y = [y_1, y_2, \dots, y_n]$ заданного диапазона $[a, b]$, соответствующего ее линейному участку.

Выбор границ диапазона a и b не является однозначным. Их расположение определяет степень соответствия функцию распределения линейному закону, а также отношение количества отобранных случайных чисел p к их общему числу n . Чем ближе границы расположены друг к другу, тем более приближенным к линейному является полученное распределение.

Однако при этом отношение p/n уменьшается, что снижает быстродействие устройств, использующих этот принцип формирования.

Для определения оптимальных границ поставим задачу аппроксимации на произвольном интервале $[\alpha, \beta]$ функции стандартного нормального распределения отрезком прямой линии $\psi(x) = px + q$, параметр p которой определяет тангенс угла ее наклона, а параметр q - ординату точке пересечения о осью ординат. В качестве критерия оптимизации воспользуемся среднеквадратическим отклонением

$$S(p, q) = \int_{\alpha}^{\beta} [\varphi(x) - \psi(x)]^2 dx = \int_{\alpha}^{\beta} [\varphi(x) - (px + q)]^2 dx = \min$$

.Оптимальным границам соответствуют условия

$$\frac{\partial S(p, q)}{\partial \alpha} = 0, \quad \frac{\partial S(p, q)}{\partial \beta} = 0,$$

которые каждой паре параметров прямой линии p и q ставит в соответствие оптимальные границы α и β интервала.

Для упрощения задачи ограничимся классом возрастающих прямых, проходящих через точку перегиба функции стандартного нормального распределения. Этому случаю соответствует уравнение пучка прямых, проходящих через точку перегиба $Q(-1, 1/\sqrt{2\pi e})$, расположенную в области отрицательных аргументов и имеющее вид

$$\zeta(x) = 1/\sqrt{2\pi e} + k(x+1),$$

где k – угловой коэффициент прямой.

Задание ширины участка прямой линии Δ позволяет определить граничные точки участка прямой

$$\left(1 - \frac{\Delta}{2}, \frac{1}{\sqrt{2\pi e}} + k \left(-\frac{\Delta}{2} + 1 \right) \right) \text{ и} \\ \left(1 + \frac{\Delta}{2}, \frac{1}{\sqrt{2\pi e}} + k \left(\frac{\Delta}{2} + 1 \right) \right).$$

Критерий

$$S(k, \Delta) = \int_{1-\frac{\Delta}{2}}^{1+\frac{\Delta}{2}} [\varphi(x) - \zeta(x)]^2 dx = \\ = \int_{1-\frac{\Delta}{2}}^{1+\frac{\Delta}{2}} \left[\left(\varphi(x) - \frac{1}{\sqrt{2\pi e}} \right) + k(x+1) \right]^2 dx = \min$$

позволяет определить оптимальное значение коэффициента k

$$k(\Delta) = \int_{1-\frac{\Delta}{2}}^{1+\frac{\Delta}{2}} (\varphi(x) - 1/\sqrt{2\pi e})(x+1)dx \Big/ \int_{1-\frac{\Delta}{2}}^{1+\frac{\Delta}{2}} (x+1)^2 dx.$$

При определении ширины участка необходимо учитывать то обстоятельство, что в процессе формирования часть чисел со стандартным нормальным распределением не попадает в выбранный диапазон и оказывается неиспользованной. Это приводит к снижению частоты их появления по сравнению с частотой следования чисел стандартной нормальной совокупности. Эта особенность может быть оценена коэффициентом снижения частоты

$$r(\Delta) = \varphi\left(-1 - \frac{\Delta}{2}\right) - \varphi\left(-1 + \frac{\Delta}{2}\right).$$

На основании полученных результатов разработан следующая методика. На основании допустимой величины коэффициента r , определяют ширину участка

Δ с помощью алгоритма отбора (1) формируют числа L , принадлежащие интервалу $[-1 - \Delta/2, -1 + \Delta/2]$.

Границы интервала преобразуют

$$l = gx + h.$$

При этом параметры g и h , определенные из условий на границах $g(-1 - \Delta/2) + h = a$ и $g(-1 + \Delta/2) + h = b$, составляют $g = (b - a)/\Delta$ и $h = (a + b)/2 - (b - a)/\Delta$.

Рассмотренная процедура легко реализуется в среде MATLAB [1].

Библиографические ссылки

1. Семенова С. Э., Юдин В. В. *Вычисления в MATLAB: учеб. пособие.* Рыбинск : РГАТА, 2009. 144 с.

© Голубкин А. В., Швырков И. Н., 2013

УДК 629.7.015

А. В. Горохов

Научный руководитель – О. А. Толпегин

ПОСТРОЕНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ЗЕНИТНОЙ РАКЕТЫ «SM-3»

Рассматриваются особенности конструкции и тактико-технические характеристики управляемой зенитной ракеты SM-3 необходимые для дальнейшего расчета аэродинамических коэффициентов при помощи различных пакетов прикладных программ, атак же построения траектории поражения воздушных целей.

RIM-161 Standard Missile 3 – зенитная управляемая трехступенчатая ракета морского базирования семейства «Стандарт». Представляя собой развитие созданной еще в начале 1990-х гг. фирмой Raytheon зенитной ракеты дальнего действия SM-2 Block IV (RIM-156), ракета SM-3 (RIM-161) имеет одинаковые с ней габариты и массу. Обе ракеты оснащены одинаковыми твердотопливными ускорителями МК-72 с четырехсупловым блоком, разгонно-маршевыми двухрежимными двигателями МК-104, крыльями сверхмалого удлинения и раскрывающимся блоком аэродинамических рулей (см. таблицу). Интересно, что аналогичный «модульный» принцип разработки был положен и в основу создания зенитной ракеты SM-6, способной перехватывать аэродинамические цели на дальностях до 400 км [1].

SM-3 предназначен для уничтожения воздушных целей, в том числе баллистических ракет и боеголовок на заатмосферных высотах (рис. 1). Поражение цели осуществляется за счет прямого попадания. Запуск SM-3 производится из установки вертикального пуска МК-41. Находится на вооружении ВМС США, устанавливается на крейсера и эсминцы.

Ракета имеет трёхступенчатую тандемную компоновку. Стартовый твердотопливный двигатель МК-72 компании Aerojet (длина 1,7 м, масса 700 кг, в том числе 457 кг – топливо, 4 сопла), маршевый

двухрежимный РДТТ МК-104 (длина 2,9 м, диаметр 0,343 м, масса 500 кг, из них 377 кг – топливо),

Основные тактико-технические характеристики

Параметр	Описание (значение)
Наименование	Standard Missile-3 (SM-3)
Индексное обозначение	RIM-161
Количество ступеней	3
Длина	6,55м (включая разгонный блок)
Размах крыльев	1,57м
Диаметр	0,343м
Вес	1500 кг
Скорость	7,88 М или 9 600 км/ч
Потолок	160 (250) км
Дальность	500 км
Разгонный блок	United Technologies МК-72 (твердое топливо)
Маршевый двигатель	Atlantic Research Corp. МК-104 (твердое топливо, двухрежимный)
Двигатель 3 ступени	Alliant Techsystem МК-136 (твердое топливо)
Боевая часть	Кинетическая ГСН
Система наведения	GPS / INS / полуактивная радиолокационная головка самонаведения
Производство	Raytheon , Aerojet (США)
Себестоимость	9 млн.\$ – 24 млн.\$



Рис. 1. Компоновочная схема SM-3 (RIM-161)

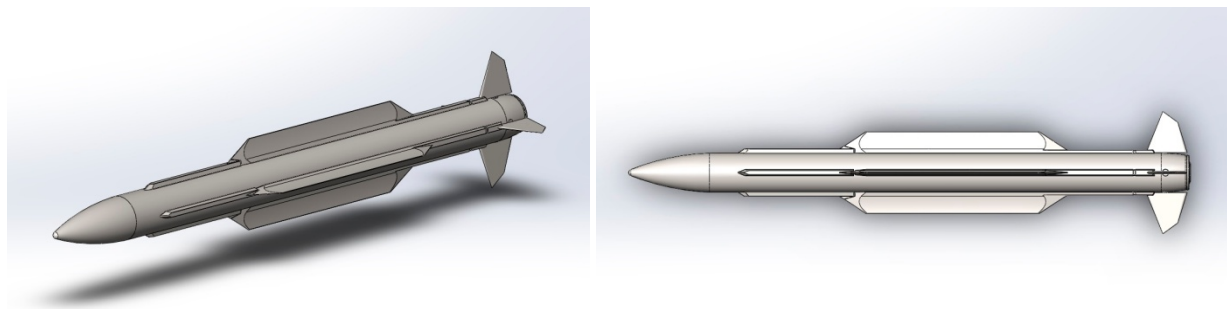


Рис. 2. Детальная трехмерная модель SM-3 (RIM-161)

двигатель третьей ступени – МК-136, представляющий собой твердотопливный двигатель двукратного включения, созданный фирмой Alliant Techsystems. Он снаряжен двумя зарядами твердого топлива, разделенных барьерной системой, а его конструкция выполнена из графитоксидных и углеродных композиционных материалов. Для обеспечения стабилизации и ориентации третьей ступени ракеты в процессе автономного полета в состав двигателя включена интегрированная система управления, использующая в качестве рабочего тела холодный газ. Так же в состав третьей ступени входят: инерциальная секция наведения с GPS-приемником и линией обмена данными, легкий сбрасываемый обтекатель и ступень перехвата МК-142, являющаяся самонаводящимся аппаратом, на борту которого находятся ИК-ГСН с криогенным блоком, несколько процессоров, твердотопливная двигательная установка маневрирования и ориентации (DACS) производства компании Boeing, источник электропитания и ряд других подсистем. МК-142 может обнаруживать цели на дальностях до 300 км, а коррекция траектории может составлять до 3–5 км [2; 3].

На данный момент на вооружение принята SM-3 Block IA с системой Aegis BMD 3.6.1. и проходит испытания SM-3 Block IB с системой Aegis BMD 4.0.1, отличающаяся от Block IA многоцветной ИК-ГСН [4].

На начальном этапе была разработана детальная трехмерная модель в программном комплексе Solid

Works 2012 (см. рис. 2).

В дальнейшем планируется исследование аэродинамических характеристик зенитной ракеты RIM-161 с помощью различных программных пакетов численного моделирования с целью:

- анализа маневренных возможностей ракеты,
- изучения конструктивных решений, принятых при проектировании,
- разработки возможных средств противодействия.

Библиографические ссылки

1. Японо-американский противоракетный прорыв. URL: <http://flot.com/science/weapons/weaponsanddisarmament/15/> (дата обращения: 19.04.2013).
2. ATK Third-stage Rocket Motor (TSRM). URL: <http://www.atk.com/products-services/third-stage-rocket-motor-tsrn/> (дата обращения: 17.04.2013).
3. Противоракеты SM-3: дальше, быстрее, точнее. URL: <http://topwar.ru/1660-protivorakety-sm-3-dalshe-bystrye-tochnee.html> (дата обращения: 17.04.2013).
4. RIM-161 SM-3 Upgrades. URL: <http://www.globalsecurity.org/space/systems/sm3-upgrades.htm> (дата обращения: 19.04.2013).

© Горохов А. В., 2013

УДК 629.7.015

П. Д. Дьячкова
 Научный руководитель – О. В. Арипова
 Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ»
 имени Д. Ф. Устинова, Санкт-Петербург

ПОСТРОЕНИЕ 3D-МОДЕЛИ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ТИПА КР «ЯХОНТ»

Рассматриваются особенности конструкции и тактико-технические характеристики крылатой ракеты «Яхонт» и построение 3-D модели с помощью пакета SolidWorks-2012 с целью расчёта аэродинамических характеристик и дальнейшего исследования динамики полета ЛА.

ЗМ55 «Яхонт» (рис. 1) – сверхзвуковая противокорабельная крылатая ракета (КР), эскизный проект которой был разработан и принят НПО Машиностроения в 1982 году, главный конструктор – В. Н. Челомей. Ракета была создана в трёх вариантах: морской вариант – «Яхонт-М», авиационный – «Яхонт-А» и береговой – комплекс «Бастион».

Ракета предназначена для борьбы с надводными военно-морскими группировками и одиночными кораблями (табл. 1) в условиях сильного огневого и радиоэлектронного противодействия [1–2].

Конструктивно КР «Яхонт» была выполнена по нормальной аэродинамической схеме с трапецевид-

ным складным крылом и оперением. Лобовой воздухозаборник – осесимметричный, с центральным телом в виде конуса. Маршевый двигатель – ПВРД, разработанный НПВО «Пламя», рассчитанный на полёт со скоростями 2–2,6 М. Стартово-разгонная ступень представляла из себя РДТТ, разработанный НПВО «Искра», разгоняющий ракету до скорости 2 Маха за несколько секунд. Стартовый РДТТ располагался в сопле маршевого двигателя. КР «Яхонт» малозаметна для РЛС, обладает высокой маневренностью. Одна ракета способна потопить практически любой корабль [1–2].

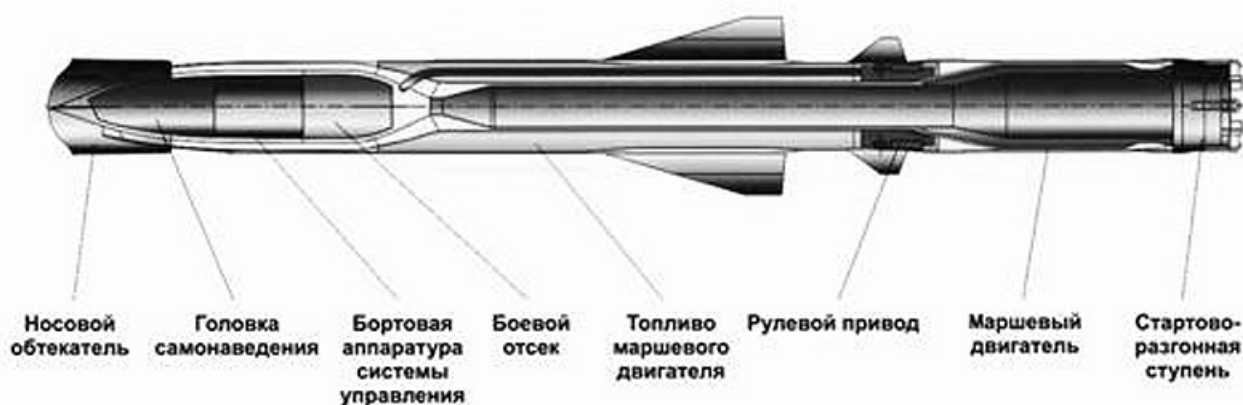


Рис. 1. Компоновочная схема КР «Яхонт»

Тактико-технические характеристики КР «Яхонт»

	Описание		
	«Яхонт-М»	«Яхонт-А»	«Яхонт-Н»
Комплекс			
Первый пуск	1987		
Тип ГСН	автономная инерциальная система навигации		
Геометрические и массовые характеристики			
Длина, м	8,2 (8–8,7)	6,1	8,2(8–8,7)
Диаметр, м		0,7	
Стартовый вес, кг	3 000	2 500	3 000
Тип боеголовки	проникающая		
Масса БЧ, кг	200		
Силовая установка			
Маршевый двигатель	ПВРД	ПВРД	ПВРД
Стартовый ускоритель	РДТТ	РДТТ	РДТТ
Летные данные			
Скорость максимальная, м/с (М)	750 (2,5–2,6)		
Дальность пуска, км	до 300		
Высота полета, м	14 000		

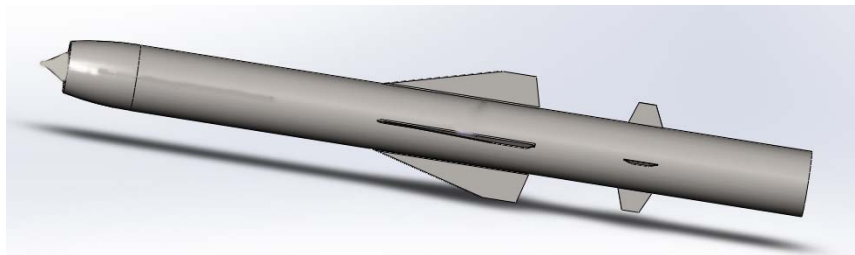


Рис. 2. 3D-модель КР «Яхонт» (вид сбоку)



Рис. 3. 3D-модель КР «Яхонт» (вид спереди)

Для построения 3-D модели КР был выбран пакет SolidWorks 2012, представляющий собой систему автоматизированного проектирования, инженерного анализа и подготовки производства изделий [3]. Результат построения приведен на рис. 2–3.

Построение 3D-модели КР «Яхонт» является первым этапом исследования динамики полета ЛА. На втором этапе планируется провести расчет аэродинамических характеристик путем импортирования полученной модели в программный комплекс для вычислений аэро- и гидродинамики FlowSimulation.

Библиографические ссылки

1. КР «Яхонт». URL: <http://www.waronline.org/analysis/p-800-onix-yakhont/> (дата обращения: 21.04.2013 г.).
2. Комплекс П-800. URL: <http://militaryrussia.ru/blog/topic-92.html> (дата обращения: 21.04.2013 г.).
3. SolidWorks – мировой стандарт автоматизированного проектирования. URL: http://www.solidworks.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=174&Itemid=35 (дата обращения: 21.04.2013 г.).

© Дьячкова П. Д., 2013

УДК 519.6

А. А. Коромылова

Научный руководитель – Е. С. Семенкин

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭВОЛЮЦИОННЫХ АЛГОРИТМОВ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Было выполнено исследование эффективности трех эволюционных алгоритмов решения многокритериальных задач оптимизации и проведен их сравнительный анализ.

В большинстве реальных задач необходимо принимать решение, основываясь не на одном критерии или показателе качества, а на их совокупности. Стандартные математические методы часто оказываются неэффективными для решения многокритериальных задач. Однако эволюционные алгоритмы успешно решают эти задачи.

Существует множество вариантов эволюционных алгоритмов, которые могут применяться при решении многокритериальных задач оптимизации. В данной работе рассматривались Non-dominated sorting Genetic Algorithm II (NSGAI) [1], Strength Pareto Evolutionary Algorithm (SPEA) [2], Strength Pareto Evolutionary Algorithm 2 (SPEA2) [3].

Рассмотрим подробнее алгоритм SPEA [2], который является расширенным генетическим алгоритмом, предназначенным для задач многокритериальной оптимизации. Внешнее множество хранит все найденные к текущему моменту недоминируемые решения. При этом с каждой итерацией популяция приближается к множеству Парето. Однако имеются некоторые недостатки. Во-первых, на эффективность

работы алгоритма влияет количество решений во внешнем множестве. Если таких решений слишком много, то замедляется развитие популяции. Если же их, напротив, мало, то становится заметно, что решения находятся близко друг к другу. Во-вторых, если решение одно, то пригодности всех индивидов из основной популяции будут одинаковыми [2].

Для устранения вышеперечисленных недостатков в 2001 г. был предложен алгоритм SPEA2 [3], который является развитием SPEA. Общая идея модифицированного алгоритма такая же, но размер внешнего множества фиксирован и пригодность решений вычисляется не только для внешнего множества, но и для основного, что позволяет поддерживать разнообразие.

Также рассматривается еще один известный алгоритм многокритериальной оптимизации – NSGAI [1]. Основное отличие данного алгоритма от представленных выше в том, что вместо стандартной селекции используется быстрая недоминируемая сортировка и сравнение с окружением, что позволяет не только добиться хорошей сходимости к множеству Парето,

но и обеспечивает неплохой разброс точек в пространстве решений.

Оценка эффективности алгоритмов производилась с помощью трёх метрик, описанных в [4]:

- процент Паретовских точек во внешнем множестве;
- разброс в пространстве решений точек из внешнего множества;
- разброс в пространстве критериев точек из внешнего множества.

Чтобы оценить эффективность алгоритмов, необходимо учесть, что чем больше значение данных характеристик, тем больше Паретовских точек в итоговом множестве решений, тем более равномерно и широко распределены решения в пространстве альтернатив и критериев.

В ходе работы, были получены результаты работы трёх эволюционных алгоритмов многокритериальной оптимизации на множестве тестовых функций. Для этого было проведено 1000 прогонов (результат усреднён). Было выбрано 100 поколений и 100 индивидов для каждого алгоритма и каждого набора настроек. Допустимая погрешность при оценке алгоритмов равнялась 0,01.

Для SPEA и SPEA2 необходимо было выбрать вид селекции, скрещивания и мутации. Для NSGAII использовалась его собственная селекция, остальные параметры так же необходимо было выбирать.

Результаты тестирования данных алгоритмов представлены в таблице, где указаны оценки эффективности работы алгоритмов многокритериальной оптимизации. Настройки алгоритма считаются «лучшими», если среди найденных при них решений большее количество точек попало во фронт Парето, а так же разброс в пространствах альтернатив и критериев максимален. Также в таблице представлены оценки работы алгоритмов при настройках, которые оказались худшими по данным критериям, и усреднённый результат по всем настройкам.

По результатам тестирования было установлено, что:

- SPEA2 решает поставленные задачи лучше, чем его предшественник SPEA;
- SPEA2 затрачивает больше времени решение задачи;
- NSGAII решает поставленные задачи лучше, чем SPEA и SPEA 2: меньшее отклонение от множества Парето и более равномерное распределение полученных недоминируемых решений.

Таким образом было установлено, что эффективнее всего работает алгоритм NSGAII при средней мутации и равномерном скрещивании, то есть в фронт Парето попадает наибольшее количество точек из внешнего множества, а их разброс в пространствах альтернатив и критериев максимален.

Оценка эффективности работы эволюционных алгоритмов многокритериальной оптимизации

Алгоритм	Метрика	Лучшее	Среднее	Худшее
NSGAII	%	84	74	52
	X	0,976 712 59	0,947 632	0,909 398 6
	Y	0,969 613 066	0,946 589 63	0,923 388 03
SPEA	%	93	70	54
	X	0,708 799 6	0,641 418 1	0,595 868 2
	Y	0,719 441	0,706 907	0,692 771 1
SPEA2	%	75	70	63
	X	0,712 621 8	0,519 743 4	0,309 482
	Y	0,960 318 9	0,832 834 65	0,712 540 9

Библиографические ссылки

1. Kalyanmoy Deb *A Fast and Elitist Multiobjective Genetic Algorithm: NSGA-II* // *Department of Mechanical Engineering*. 16 с.
 2. Eckart Zitzler, and Lothar *An Evolutionary Algorithm for Multiobjective Optimization The Strength Pareto Approach Thiele* // *Computer Engineering and Networks Lab*. 43 с.

3. Eckart Zitzler, Marco Laumanns, and Lothar Thiele *SPEA2: Improving the Strength Pareto Evolutionary Algorithm* // *Computer Engineering and Networks Laboratory*. 19 с.
 4. Ворожейкин А.Ю. *Адаптивные эволюционные алгоритмы решения сложных задач оптимизации : дис. ... канд. техн. наук. СФУ, 2008. 177 с.*

© Коромыслова А. А., 2013

Р. И. Кузьмич
 Научный руководитель – А. А. Ступина
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ВЗВЕШЕННОЕ ГОЛОСОВАНИЕ ПРАВИЛ В ЗАДАЧЕ КЛАССИФИКАЦИИ ДАННЫХ

Рассматриваются алгоритмы простого и взвешенного голосования правил, применяющиеся в методе логического анализа данных, принцип работы которого состоит в выявлении закономерностей в данных и формализации их в виде набора логических правил.

Рассматривается задача следующего вида. Имеется выборка данных, которая состоит из двух непересекающихся множеств Ω^+ и Ω^- n -мерных векторов, принадлежащих соответственно «положительному» или «отрицательному» классу. Компоненты вектора, называемые также признаками, могут быть как метрическими, так и бинарными. Задача состоит в том, чтобы для некоторого нового наблюдения, являющегося также вектором n переменных, определить, к какому классу он принадлежит.

В методе логического анализа данных предлагается следующая процедура построения модели для случая двух классов (положительный и отрицательный) [2]:

а) исключить избыточные переменные в исходной выборке данных. Для этого в множестве переменных определяется некоторое подмножество S , используя которое можно различать положительные наблюдения от отрицательных. Далее для работы метода используются проекции Ω_s^+ и Ω_s^- множеств Ω^+ и Ω^- на S . Такая процедура используется во многих методах классификации и анализа данных. Особенностью осуществления ее в методе логического анализа данных является то, что происходит выделение не только значимых по отдельности признаков, но и определение комбинаций признаков, которые оказывают коллективное влияние на результат;

б) построить относительно каждого объекта в обучающей выборке паттерн, который захватывал бы помимо этого объекта максимальное количество объектов своего класса и не захватывал бы объекты другого класса, либо допустить захват некоторого количества объектов другого класса с целью увеличения покрытия паттерна;

в) в итоге получаем семейство положительных и отрицательных максимальных паттернов, которые объединяются в модель.

Чтобы классифицировать новое наблюдение, воспользуемся следующим решающим правилом:

1) если наблюдение удовлетворяет условиям одного или нескольких положительных паттернов и не удовлетворяет условиям ни одного из отрицательных, то оно классифицируется как положительное;

2) если наблюдение удовлетворяет условиям одного или нескольких отрицательных паттернов и не удовлетворяет условиям ни одного из положительных, то оно классифицируется как отрицательное;

3) выбор алгоритма голосования;

а) алгоритм простого голосования. Если наблюдение удовлетворяет условиям p' из p положительных паттернов и q' из q отрицательных, то знак наблюдения определяется как $p'/p - q'/q$.

б) алгоритм взвешенного голосования. Если наблюдение удовлетворяет условиям p' из p положительных паттернов и q' из q отрицательных, то знак

наблюдения определяется как $\sum_{n=1}^{p'} a_n - \sum_{n=1}^{q'} b_n$, где a и b –

веса для положительных и отрицательных паттернов. Вес для n -го положительного паттерна находится по

формуле: $a_n = \frac{H_n}{\sum_{n=1}^p H_n}$, где H_n – информативность n -го

положительного паттерна, которая вычисляется по критерию бустинга: $H(p, q) = \sqrt{p} - \sqrt{q}$ [1]. Сумма

весов всех положительных паттернов равна единице: $\sum_{n=1}^p a_n = 1$. Аналогично вычисляется информативность

и вес для n -го отрицательного паттерна;

4) в случае, если наблюдение не удовлетворяет условиям ни одного паттерна, положительного или отрицательного, то оно остается неклассифицированным.

Результаты классификации для задачи диагностики гепатита

Множество правил	Покрытие отрицательных объектов	Покрытие положительных объектов	Степень правила	Точность классификации (взвешенное голосование), %	Точность классификации (простое голосование), %
Отрицательные	53	0	3	79	86
Положительные	0	5	4	78	56
Отрицательные	80	5	2	71	79
Положительные	5	9	4	100	67
Отрицательные	90	10	1	71	93
Положительные	10	11	3	78	33

Проведем экспериментальное сравнение двух предложенных алгоритмов голосования правил на задаче диагностика гепатита. Для этого используется выборка данных, состоящая из 32 положительных (летальный исход) и 123 отрицательных (выжившие) объектов [3]. 15 % выборки использовалось при тесте и в построении решающей модели не участвовало. Бинарных признаков 37 получилось из 19 исходных. Результаты исследования приведены в таблице.

Согласно проведенным исследованиям алгоритм взвешенного голосования правил показал более высокие результаты точности классификации по параметру чувствительность (пациенты с осложнением), а это очень важно, так как на практике к чувствительности предъявляются большие требования, чем к специфичности (пациенты без осложнений).

Библиографические ссылки

1. Кузьмич Р. И., Масич И. С. Построение модели классификации как композиции информативных паттернов // Системы управления и информационные технологии : науч.-техн. журн. 2012. № 2 (48). С. 18–22.
2. Hammer P. L., Bonates T. Logical Analysis of Data: From Combinatorial Optimization to Medical Applications // RUTCOR Research Report 10-2005, 2005.
3. Hepatitis Data Set. URL: <http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Hepatitis>.

© Кузьмич Р. И., 2013

УДК 519.8

Д. И. Ликсонова

Научный руководитель – А. В. Медведев

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

О МЕТОДИКЕ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ВУЗЕ

Данная статья посвящена разработке методики совершенствования качества образовательного процесса в вузе.

Конкурентоспособность университета в условиях современных рыночных отношений и развитие высоких технологий, их коммерциализация, интеграция в мировую систему высшего образования требует от высшего учебного заведения (вуза) повышения качества подготовки квалифицированных кадров, востребованных на рынке труда. Поэтому получение качественного профессионального образования представляет собой комплексную проблему, решение которой позволяет отвечать существующим и будущим потребностям и вызовам времени. Модернизация управления системой образования – важная социальная задача, решение которой обеспечивает необходимое улучшение качества подготовки специалистов в вузе [1].

Для начала рассматривается учебный процесс в вузе (рис. 1). Абитуриенты поступают в вуз, приобретают определенные знания в процессе обучения, участвуют в общественной жизни, по окончании последнего года обучения пишут диплом и «выходят» на его защиту. Мониторинг учебного процесса формируется из ряда показателей учебного процесса для студентов, выпускников, преподавателей и других сотрудников вуза, которые в совокупности представляют собой иерархическое дерево. Показатели учебного процесса A_1, A_2, \dots, A_n – являются внутренними критериями вуза. Примером таких показателей являются: авторские свидетельства; научная литература; участие в конференциях; курсовые работы; оборудование и др. Помимо этого на вуз оказывают влияние критерии качества подготовки специалиста K_1, K_2, \dots, K_m – внешние критерии, которые направлены на определение целей. Примером таких показателей являются: повышение квалификации; карьерный рост; положение в обществе и др. [2]. Для того чтобы связать внешние и внутренние критерии необходимо использовать методы воздействия на систему – M_1, M_2, \dots, M_z . Примером методов являются: четкое распределение обязанностей и ответственностей между сотрудниками; внесение изменений в учебные планы и учебные программы; повышение степени взаимодействия между отдельными подразделениями университета и др.

В работе по повышению качества образовательного процесса в вузе используется метод экспертных оценок. Для оценивания выбранного внешнего критерия

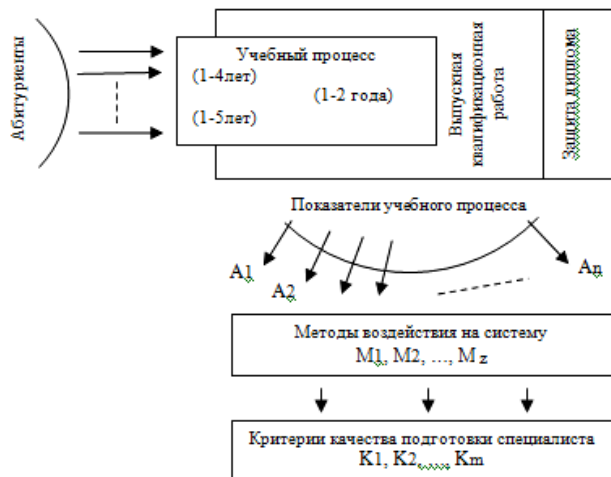


Рис.1

рия, эксперты выбирают из дерева показателей, наиболее влияющие на этот внешний критерий, показатели учебного процесса. Далее анализируется выбор каждого эксперта с последующим выделением пересекающегося множества показателей.

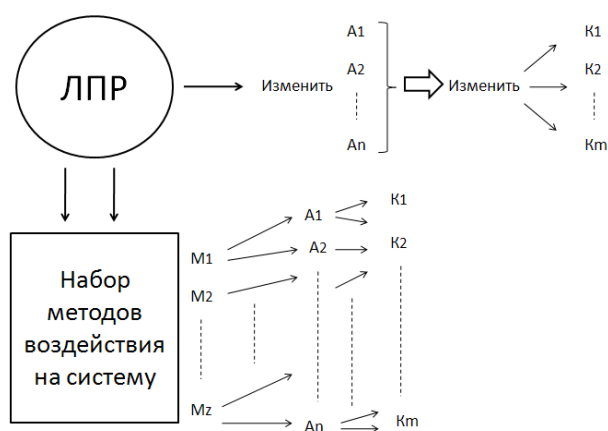


Рис. 2

Экспертам предлагается проранжировать показатели из полученного множества в соответствии со своими предпочтениями. Затем применяется разработанный алгоритм, в результате которого получается итоговый вектор ранжирования показателей – медиана Кемени [3], которая показывает расположение показателей относительно друг друга. Для дальнейшей работы с итоговым ранжированием необходимо определить существенные классы показателей учебного процесса. Поэтому на числовой прямой располагаем показатели учебного процесса в соответствии с суж-

дениями экспертов, которые были получены при нахождении медианы Кемени, и применяем метод К-ближайших соседей [4]. После того как будут выявлены значимые показатели качества учебного процесса ЛПР, необходимо повлиять на внутренние критерии, для того чтобы изменить внешние (рис. 2). Для этого ЛПР использует набор методов воздействия на систему. Выбрав один из методов, он смотрит, на какой показатель он влияет и тем самым улучшает этот показатель. В результате улучшая внутренний показатель, улучшается внешний показатель, что приводит к повышению качества образования в вузе.

В результате проделанной работы получаем систему поддержки принятия решений, которая позволит улучшить качество получения знаний выпускников вузов, повысить конкурентоспособность вуза в целом и повысить престиж выпускников у работодателей.

Библиографические ссылки

1. Нуждин В. Н. Теория и практика многомерного управления качеством вуза. Ивановский гос. энергетич. ун-т, 2009.
2. Некрасов С. Д., Костенко К. И. Моделирование информационной системы оценки качества образования // Университетское управление: практика и анализ. 2003. № 3.
3. Кемени Дж. Снелл Дж. Кибернетическое моделирование. М.: Сов. радио, 1972.
4. Рубан А. И. Методы анализа данных: учеб. пособие. 2-е изд., исправл. и доп. Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2004. 319 с.

© Ликсонова Д. И., 2013

УДК 519.68

Н. Ю. Паротькин

Научный руководитель – В.Г. Жуков

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева, Красноярск

О РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫМ ГЕНЕТИЧЕСКИМ АЛГОРИТМОМ

Рассматривается модификация дифференцированного генетического алгоритма на основе метода NPGA, позволяющая адаптировать его к решению многокритериальных задач оптимизации.

При решении практических задач часто возникает необходимость в нахождении решения, удовлетворяющего различным, иногда противоречивым критериям. С точки зрения системного анализа данный класс задач относится к задачам многокритериальной оптимизации. Для их решения может быть применен аппарат генетических алгоритмов, адаптированный с помощью специальных методов. На сегодняшний день наибольшее распространение имеют 4 метода многокритериальной оптимизации: VEGA, FFGA, NPGA, SPEA.

Поскольку дифференцированный генетический алгоритм не уступает по эффективности классическому алгоритму [1], то его целесообразно применить для

решения многокритериальных задач оптимизации. Так как особенностью данного алгоритма является выделение субпопуляции с отбором в нее индивидов по определенным правилам, то он имеет общие черты с методом NPGA. Поэтому внесем изменения в пункт «Вычисление T_{life} » алгоритма, выполняемого для каждого вновь получаемого решения, и сформулируем их в терминах метода NPGA:

1. Выбрать в качестве сравнительного множества текущую субпопуляцию C , $P_{dom} = C$.

2. Проверить условие: если вновь полученное решение недоминируемо относительно P_{dom} , а предок из I доминируется индивидами сравнительного множества, то потомок замещает I -родителя, а его время жизни обнуляется.

3. Иначе, если *I*-родитель недоминируем относительно P_{dom} , а потомок – доминируем, то потомок отбрасывается, а время жизни родителя увеличивается на 1.

4. Если сделать выбор не получилось, то он решается делением общей пригодности:

а. вычислить количество индивидов в *I* субпопуляции, которые находятся от индивида потомка на расстоянии, не превышающем радиус ниши σ_{share} : $n(c) = |\{l : l \in I \wedge d(c, l) < \sigma_{share}\}|$. Прodelать то же для индивида *I*-родителя.

б. если $n(c) < n(p)$, то потомок замещает *I*-родителя, а его время жизни обнуляется, иначе отбрасывается потомок, а время жизни родителя увеличивается на 1.

Предложенная модификация предположительно будет обладать эффективностью не меньшей чем сочетание метода NPGA и классического генетического алгоритма. Для подтверждения этого необходимо провести сравнительное тестирование, что будет осуществлено при дальнейших исследованиях дифференцированного генетического алгоритма.

Библиографическая ссылка

1. Жуков В. Г., Паротькин Н. Ю. Дифференцированный адаптивный генетический алгоритм // Вестник Новосиб. гос. ун-та. Сер. Информационные технологии. Новосибирск : 2011. Т. 9. Вып. 1. С. 5–11.

© Паротькин Н. Ю., 2013

УДК 519.68

А. С. Полякова

Научный руководитель – Е. С. Семенкин

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ NSGA-II, SPEA И SPEA2 В ЗАДАЧАХ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Проведено исследование эффективности использования методов SPEA, SPEA2 и NSGA-II в задачах многокритериальной безусловной оптимизации различных размерностей.

На практике, реальные задачи являются многокритериальными, они не редко встречаются в практической деятельности людей и часто такие задачи имеют противоречивые критерии. Нахождение оптимального решения является сложной задачей и требует использования специализированных методов. Такими методами могут служить эволюционные алгоритмы, хорошо зарекомендовавшие себя в задачах однокритериального поиска [1].

В самом общем виде задача условной многокритериальной оптимизации включает набор из *N* параметров (переменных), множество *K* целевых функций от этих переменных и множество *M* ограничений. При решении многокритериальной задачи необходимо найти оптимум по совокупности *K* критериев.

В наиболее общей постановке задачи условной многокритериальной оптимизации от функций не требуется никаких дополнительных свойств, удобных с точки зрения оптимизации (выпуклость, дифференцируемость и т. д.). Функции могут быть заданы алгоритмически, а переменные могут быть непрерывными, дискретными, бинарными и даже смешанными.

Для проведения исследования была сделана программная реализация алгоритмов SPEA (Strength Pareto Evolutionary Algorithm), SPEA2 и NSGA-II (Non-dominated Sorting Genetic Algorithm). Сравнение алгоритмов проводилось на тестовых задачах для выявления надежности алгоритма.

Эффективность работы алгоритмов сравнивалась с использованием 3 метрик: *S*, *D*, *GD* [2].

$$GD = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n d_i^2}}{n}, \quad S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\bar{d} - d_i)^2},$$

$$D = \sqrt{\sum_{m=1}^M (\max_{i=1}^d f_m^i - \min_{i=1}^d f_m^i)^2}.$$

Используемые метрики позволяют оценить равномерность распределения полученного недоминируемого фронта, разброс полученных векторов и близость полученного фронта к известному фронту Парето. Таким образом, использованные вместе, эти метрики дают объективную оценку качеству полученного решения, а, следовательно, позволяют сравнивать различные алгоритмы.

Все алгоритмы тестировались с несколькими различными наборами параметров (размер популяции, точность, число поколений, типы скрещивания и селекции, вероятность мутации), каждый алгоритм независимо запускался с различными параметрами 50 раз. Полученные данные усреднялись для дальнейшего сравнения. Результаты и выводы будут представлены во время презентации.

Библиографические ссылки

1. Zitzler E., Thiele L. Multiobjective evolutionary algorithms: A comparative case study and the strength Pareto approach.

2. Homogeneous Particle Swarm Optimizer for Multiobjective Optimization Problem / Seok K. Hwang, Kyungmo Koo, Jin. S. Lee / 2005. 7 с.

© Полякова А. С., 2013

УДК 519.68

О. Е. Семенкина
Научный руководитель – Е. А. Попов
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОНИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ КОММИВОЯЖЕРА

Оптимизация является одной из актуальных областей науки, в том числе и комбинаторная оптимизация. В данной статье рассматривается решение одной из таких задач – задачи коммивояжера с помощью нескольких бионических алгоритмов, таких как генетический алгоритм, муравьиный алгоритм и алгоритм умных капель, а также классический подход к решению подобных задач – эвристика Лина-Кернигана. Исследуется эффективность данных алгоритмов и генетического алгоритма с самонастраивающимися параметрами, то есть адаптивного генетического алгоритма.

Задачи оптимизации, встречающиеся на практике, достаточно сложны и стандартные детерминированные методы не подходят для их решения, поэтому для решения сложных задач оптимизации применяются эволюционные методы. В связи с этим, исследование и сравнение эффективности стохастических алгоритмов является одной из актуальных научных проблем современной математики.

В данной работе рассматривается одна из задач комбинаторной оптимизации, а именно задача коммивояжера, которая имеет много практических применений, таких как задачи маршрутизации, составления плана для одного станка, нарезка рулонного материала и т. д. Кроме того, в общем случае задачами на перестановках являются задачи составления расписания с ограничениями, задачи игрового типа поиска оптимальной стратегии и т. д.

Одним из классических методов решения задачи коммивояжера, как и вообще задач оптимизации, является локальный спуск, в частности алгоритм 3-замена [1] (с использованием мультистарта - эвристика Лина-Кернигана).

Муравьиный алгоритм основывается на имитировании поведения и организации колонии муравьев в природе [2]. Являясь практически слепыми животными, они все же находят кратчайший путь от гнезда до источника пищи. Для обмена информацией они используют фермент, который оставляют на пройденном пути. Данный алгоритм имеет несколько параметров, влияющих на его работу: α - относительная важность следа, β - относительная важность видимости, ρ - коэффициент такой, что $(1-\rho)$ представляет собой испарение следа.

Алгоритм умных капель [3] основан на имитации «поведения» потоков (множеств капель) в реке. На маршрут каждого такого множества капель влияет маршрут всей реки в целом, а также тип грунта и его сопротивление. Но это влияние является двусторонним, т.к. взаимодействие нескольких множеств капель друг с другом и с грунтом и образует маршрут всей реки. Таким образом, река представляет собой результат противоборства множества капель воды и сопротивления окружающей среды. Можно также заметить, что все реки в природе имеют множество изгибов и поворотов т.к. под действием силы тяжести, выбирая путь наименьшего сопротивления, вода движется по

направлению к самой низкой точке. Алгоритм умных капель имеет большое число настраиваемых параметров: коэффициенты обновления скорости a_v , b_v и c_v , коэффициенты обновления грунта a_s , b_s и c_s , локальный параметр обновления грунта ρ_n , глобальный параметр обновления грунта ρ_{IWD} , начальное количество грунта между городами $InitSoil$, начальная скорость каждой капли $InitVelocity$.

Широко известный генетический алгоритм (ГА) основывается на заимствовании из природы идеи естественной эволюции [4]. В связи с этим решение задачи является хромосомой индивида в популяции, а для задачи коммивояжера она представляет собой перестановку из n чисел (номеров городов) в порядке их посещения. ГА имеет большое количество настраиваемых параметров, таких как вероятность мутации, тип селекции – турнирная (с выбором размера турнира), пропорциональная и ранговая (с линейным или экспоненциальным ранжированием). Это является существенным недостатком ГА, т.к. выбор настроек сам по себе является трудной задачей даже для специалиста. Поэтому в некоторых случаях применяется настройка параметров алгоритма по ходу его работы, или адаптация. В данной работе был выбран способ настройки, описанный в [5], где для каждого оператора выбор его варианта осуществляется отдельно.

Эффективность работы этих алгоритмов сравнивалась на двух задачах – Eil50 и Oliver30. Для решения данных задач бионическим алгоритмам давалось столько ресурсов, сколько требовал для своей работы алгоритм 3-замена, усреднение проводилось по 100 (для Oliver30) или 50 (для Eil50) прогонам. Результаты работы алгоритмов оценивались по нескольким параметрам, таким как надежность, длина и ошибка лучшего маршрута из всех прогонов, средняя длина и ошибка маршрута по всем прогонам, а также среднеквадратичное отклонение и отклонение лучшего от худшего.

На данных задачах генетическому алгоритму требуется гораздо большее количество вычислений, чем остальным, что можно объяснить его универсальностью. ГА применим к гораздо более широкому классу задач, в то время как ACO и IWDs изначально разработаны именно для комбинаторных задач. Также ГА и IWDs начинают свою работу с решений, полученных

случайным образом, а АСО уже на фазе инициализации ориентируется на расстояния до городов, поэтому в среднем ему требуется гораздо меньшее количество итераций для отыскания решения.

Недостатком АСО, GA и IWDs является очень большое число настраиваемых параметров. Выбор параметров является сложной задачей сам по себе, поэтому создание адаптивных алгоритмов, подстраивающихся под задачу, существенно облегчает их применение. Адаптивный ГА показывает хороший результат, который хотя и уступает результатам остальных алгоритмов при лучших их настройках, но в то же время превосходит «средние» результаты остальных алгоритмов. Поэтому в условиях ограниченности ресурсов, когда нет возможности выбрать подходящие настройки, можно порекомендовать использовать именно адаптивный ГА.

В качестве планов дальнейшей работы можно назвать создание адаптивных версий других алгоритмов, расширение круга решаемых ими задач, а также применение бионических алгоритмов для решения практических задач.

Библиографические ссылки

1. Пападимитриу Х., Стайглиц К. Комбинаторная оптимизация. Алгоритмы и сложность. М. : Мир, 1984.
2. Dorigo M., Gambardella L. M. Ant Colony System: A Cooperative Learning Approach to the Traveling Salesman Problem // IEEE Transactions on Evolutionary Computation. 1997. P. 53–66.
3. Shah-Hosseini H. Problem solving by intelligent water drops // Proc. of IEEE Congress on Evolutionary Computation, Swissotel The Stamford, Singapore, 2007, pp. 3226–3231
4. Holland J. H. Adaptation in Natural and Artificial Systems // The University of Michigan Press, 1975.
5. Семенкин Е. С., Семенкина М. Е. Проектирование ансамблей интеллектуальных информационных технологий самоконфигурируемым алгоритмом генетического программирования // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М. Ф. Решетнева. 2012. № 4. С. 89–96.

© Семенкина О. Е., 2013

УДК 623.4.017

Е. С. Соболевский, М. Ю. Турчин
 Научный руководитель – Ю. Л. Вященко
 Балтийский государственный университет «Военмех»
 имени Д. Ф. Устинова, Санкт-Петербург

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ АРТИЛЛЕРИЙСКИХ СИСТЕМ В ПРОЦЕССЕ ИСПЫТАНИЙ

Рассматривается методика оценки параметрической надежности артиллерийских систем в процессе испытаний. Методика включает возможность синтеза разработанных программных средств с современными программными пакетами.

Для оценки показателей надёжности (ПН) артиллерийского орудия (АО) информация о поведении образца в процессе испытаний представляется в одной из двух возможных форм: в индикаторном (да – нет, успех – отказ) или в параметрическом (замеры параметров) виде. В качестве индикаторной информации фиксируются отказы по факту свершения (их формирование, как правило, не наблюдается). Потoki индикаторной (данные об отказах в функции наработки) и параметрической (данные о значениях измеряемых параметров в функции наработки) информации «пересекаются» в случае, когда измеряемые параметры идентифицируются как параметры работоспособности и в опыте наблюдается факт выхода параметра из допустимых пределов: $x_i \notin [x_i]$.

Таким образом, перед испытателями образца техники стоит задача использовать не только методику оценки ПН по данным в индикаторном виде [1], но и по данным об отказах, относящихся к параметрическому типу (проявляющихся в виде отклонения параметра работоспособности объекта испытаний за пределы допуска). В таких случаях необходимо пользоваться особыми моделями оценки ПН.

На кафедре Е1 был разработан комплекс прикладных программ оценки надёжности с помощью индикаторной информации. В связи с этим возникла необходимость расширять его возможности до оперирования параметрическими данными.

Оценка производится для следующих основных выходных характеристик системы в целом:

- 1) кучность стрельбы по щиту;
- 2) скорострельность;
- 3) динамическая ошибка приводов наведения.

Исходные статистические данные, полученные на различных этапах испытаний отдельных образцов, обобщаются суммированием наработки и количества отказов. Критерием отказа является выход параметров за пределы установленные ТТЗ (ТЗ).

Оценка результатов кучности стрельбы на соответствие требованиям ТЗ проводится в соответствии с требованиями ГОСТ В25537 и по условию

$$B_6 \leq B_{6(mz)}; B_B \geq B_{B(mz)}$$

где B_6 – срединное отклонение пробойн в боковом направлении, м; B_B – срединное отклонение пробойн в вертикальном направлении, м.

Если условие не выполняется, то вычисление ПН аналогично биномиальной модели точечной оценки вероятности безотказной работы

$$P = 1 - \frac{m}{n}.$$

Если выполняется, то

$$P = 1 - \frac{1}{2(n+2)}.$$

Оценка результатов испытаний по определению скорострельности на соответствие требований ТЗ проводится по условию: нижняя доверительная граница (при $a = 0,8$) для генеральной средней по выборке опытных значений скорострельности ($n^{\text{нижн}}$, выстр./мин) должна быть не менее заданной в ТЗ величины.

Методами теории вероятности вычисляется $n_{\text{оп}}^{\text{нижн}}$ и после сравнения с заданной величиной, аналогично оценке результатов кучности, вычисляется ПН.

Оценка результатов испытаний по определению величины динамической ошибки приводов наведения на соответствие требований ТЗ проводится аналогично оценке результатов испытаний по определению скорострельности с заменой $n_{\text{оп}}^{\text{нижн}}$ на $\delta^{\text{нижн}}$.

Таким образом оценка ПН по параметрическим данным даёт возможность реагирования со стороны испытателя не только на факт отказа, но и на измене-

ние определённых параметров во время испытаний опытного образца установки.

Данную методику также возможно применить при оценке параметрической надёжности отдельных узлов АО, имеющих конкретные выходные параметры. Это удобно и при оценке только лишь результатов испытаний и при сравнении результатов испытаний с результатами, полученными с использованием статистического моделирования. Таким образом в единое целое собираются и процессы отработки узлов и изделий, и их статистическое моделирование и информационно-системная методология, которая стимулирует увеличение информативности. Тем самым оценка параметрических ПН помогает уточнить математическую модель исследуемого образца.

Также методика открывает возможность синтеза разработанных программных средств с программными пакетами уже зарекомендовавшими себя на мировом рынке.

Библиографическая ссылка

1. Ващенко Ю.Л., Любимов И.В. Оценка надёжности артиллерийских систем в процессе отработки и испытаний: учебное пособие. СПб. ; БГТУ, 2010. 92 с.

© Соболевский Е. С., Турчин М. Ю., 2013

УДК 519.87

В. В. Становов

Научный руководитель – Е. С. Семенкин

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЯ АЛГОРИТМА ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ ЗАДАЧИ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМ НА НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКЕ

Исследуется влияния распараллеливания алгоритма генетического программирования на эффективность его работы, а также зависимость времени работы алгоритма от числа используемых потоков, и сложности функции пригодности.

Эволюционные алгоритмы являются разновидностью интеллектуальных информационных технологий. Они применяются для решения широкого спектра задач анализа данных, оптимизации, классификации, построения регрессионных зависимостей и т. д. Однако широкому применению эволюционных методов препятствует их зачастую большая вычислительная сложность и, как следствие, длительное время счета даже на современных ЭВМ. Ввиду повсеместного внедрения в последние годы компьютеров, основанных на процессорах с несколькими вычислительными ядрами, актуальной темой видится распараллеливание эволюционных алгоритмов с целью повышения скорости их работы.

Стоит отметить, что написание параллельных приложений, несмотря на повсеместное распространение различных библиотек, позволяющих упростить этот процесс, является сложной и нетривиальной задачей.

При написании параллельных приложений могут встретиться различные проблемы, связанные с конкретными методами распараллеливания. Последнее имеет особенное значение, так как эволюционные алгоритмы, как правило, используют генерируемые компьютером псевдослучайные числа для собственной работы.

Многопоточным или параллельным приложением называется приложение, которое способно использовать несколько процессоров или вычислительных ядер ЭВМ в процессе своей работы. Отличительной особенностью многопоточных программ является необходимость синхронизировать работу потоков. Эта необходимость вызвана различной скоростью работы даже одного и того же алгоритма на различных вычислительных ядрах ввиду слабых колебаний тактовой частоты, работы операционной системы и иных факторов.

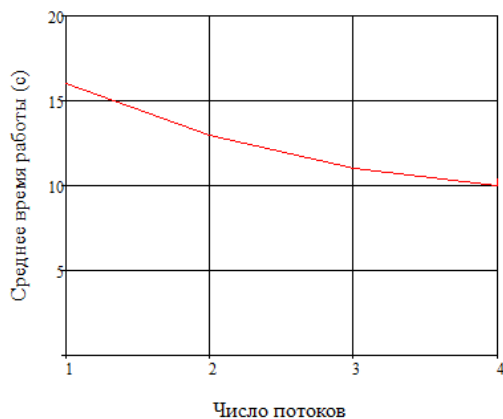


Рис. 1. Время работы алгоритма, 10 нечетких правил

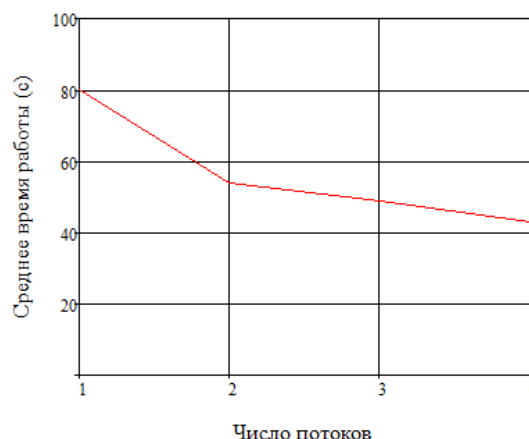


Рис. 2. Время работы алгоритма, 20 нечетких правил

Сравнение эффективности работы алгоритма

Запуск/число потоков	1	2	3	4
1	0,97334	0,97334	0,99334	0,98
2	0,98	0,99334	0,98667	0,98667
3	0,99334	0,98	0,96667	0,99334
4	0,98667	0,96667	0,98	0,98
5	0,98	0,98	0,98667	0,96667
6	0,96667	0,98	0,97334	0,97334
Среднее	0,98	0,978	0,98115	0,98

Что касается эволюционных алгоритмов, в которых, как правило, обрабатывается некоторый массив индивидов, то их распараллеливание видится достаточно легким, так как в большинстве реализаций индивиды и их пригодность не зависят друг от друга (имеется в виду этап формирования нового поколения). Для достаточно сложных задач с тяжело вычисляемой функцией пригодности есть смысл распараллеливать только её вычисление, так как операции селекции, скрещивания и мутации, скорее всего, займут гораздо меньше время.

В данной работе для создания потоков использовалась библиотека *process.hi* функция *_beginthread*, так как несмотря на некоторую сложность реализации, они позволяют производить тонкую настройку синхронизации работы потоков. В процессе работы алгоритма также использовалась самонастройка, основанная на схеме PDP [1].

Замеры эффективности работы алгоритма производились на задаче классификации ирисов, 4 признака, объем выборки – 150, 3 класса [2]. Результаты сравнения представлены ниже.

Эффективность работы на различных потоках по результатам шести прогонов представлена в таблице.

Как видно из графиков, распараллеливание алгоритма ГП для формирования нечетких систем дает положительный эффект в смысле времени работы. Что касается эффективности работы алгоритмов ГП, существенной разницы на разном числе потоков замечено не было, отличие от генетического алгоритма, где необходимо применять модификации генератора случайных чисел. Эти модификации генератора случайных чисел для каждого из потоков в отдельности не нужны, так как число генерируемых случайных чисел не фиксировано, то есть для ГП размеры деревьев всегда отличаются, поэтому число генерируемых случайных чисел в каждом из потоков отличается. При этом каждый из потоков ведет себя по-разному, даже если случайные числа при этом генерируются одинаковые.

Библиографические ссылки

1. Niehaus J., Banzhaf W. *Adaption of Operator Probabilities in Genetic Programming*. In: Miller J. et al. (Eds.): *EuroGP 2001, LNCS 2038*. 2001. P. 325–336.
2. URL: <http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Iris>.

УДК 681.5.01

А. В. Старовойтова
 Научный руководитель – А. В. Медведев
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИДЕНТИФИКАЦИЯ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ И АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

Решается задача идентификации модели объекта в условиях непараметрической неопределенности. Строится непараметрическая модель, представляющая собой интеграл Дюамеля. Описывается, как решить задачу отыскания необходимых для построения данной модели весовых и переходных характеристик, подавая на вход гладкую функцию произвольного вида. Кроме того, строится непараметрический регулятор, обеспечивающий желаемое поведение выходного сигнала объекта.

На сегодняшний день в области идентификации и управления динамическими объектами доминирует параметрическая теория. Однако в данной работе рассматривается задача идентификации и управления динамическими процессами в условиях непараметрической неопределенности, когда имеющейся априорной информации недостаточно для записи параметрической модели. Ставится задача построения непараметрической модели объекта, представляющей собой интеграл Дюамеля (1), в который подставляются весовые или переходные характеристики, оцененные при помощи методов непараметрической статистики [1; 2].

$$y(t) = h(t)u(0) + \int_0^t h(\tau)\dot{u}(t-\tau)d\tau, \quad (1)$$

$$y(t) = h(0)u(t) + \int_0^t w(t-\tau)u(\tau)d\tau.$$

Существующий, наиболее распространенный способ отыскания данных характеристик, подразумевает подачу на вход объекта воздействия в виде ступенчатой функции или функции Дирака. Но данный подход имеет ряд недостатков. Во-первых, на практике указанные функции физически нереализуемы и заменяются воздействиями, близкими к ним по виду, что приводит к возникновению погрешностей. Во-вторых, в некоторых случаях (например, при наличии дифференцирующих звеньев) подача на объект импульсного или ступенчатого может привести к резким и большим по амплитуде скачкам на выходе, и, возможно, к поломке объекта. Следовательно, нахождение способа получать весовые характеристики, подавая на вход функции плавного вида, является актуальной и интересной задачей, которая исследуется в настоящей работе.

Для отыскания вида переходной ($h(t)$) и весовой ($w(t)$) функций, заменим интеграл в интеграле Дюамеля численным аналогом согласно методу прямоугольников, и выразим значения точек переходной характеристики объекта h_i :

$$y_i = \sum_{j=0}^i h_j \dot{u}_{i-j} a = h_i \dot{u}_0 a + \sum_{j=0}^{i-1} h_j \dot{u}_{i-j} a, \quad (2)$$

$$h_i = \frac{y_i - \sum_{j=0}^{i-1} h_j \dot{u}_{i-j} a}{\dot{u}_0 a}. \quad (3)$$

где a – величина шага в методе прямоугольников. Мы получили набор дискретных значений, по которым можно построить непараметрическую оценку регрессии сначала для переходной функции, а затем, путем ее дифференцирования, для весовой. Далее, подставив вычисленные значения весовой характеристики в уравнение (1) мы получим непараметрическую модель объекта и сможем прогнозировать его реакцию на произвольное входное воздействие $u(t)$.

Второй составляющей работы является построение непараметрического регулятора. Управление удастся осуществить, если в качестве непараметрического регулятора использовать оценку обратного оператора. Известно, что обратный оператор линейной динамической системы имеет вид, аналогичный прямому, с той разницей, что в интеграле свертки фигурируют весовые или переходные функции объекта в направлении выход-вход. Естественно на объекте снять подобные характеристики нельзя. Предлагается переходные характеристики в направлении выход-вход снимать на построенной модели. Достоинством непараметрического регулятора является то, что для его построения достаточно знания только весовой характеристики, и не требуется определять вид уравнения, описывающего поведение системы. Используемые при этом вычислительные формулы представлены далее.

Для нахождения обратной переходной характеристики $g(t)$ подставим в интеграле Дюамеля единичную ступенчатую функцию на место выходной переменной системы:

$$1 = \sum_{j=0}^i w_{i-j} g_j a = w_0 g_i a + \sum_{j=0}^{i-1} w_{i-j} g_j a, \quad (4)$$

$$g_i = \frac{1 - \sum_{j=0}^{i-1} w_{i-j} g_j a}{w_0 a}. \quad (5)$$

Для того, чтобы получить обратную весовую характеристику v_i , численно возьмем производную от обратной переходной характеристики g . Затем, подставив v_i в выражение (6) мы получим управление, приводящее систему в желаемое состояние.

$$u_i = \sum_{j=0}^i v_{i-j} y_{j}^* a. \quad (6)$$

В итоге в ходе проведенной работы была построена непараметрическая модель системы при помощи подачи на вход плавного воздействия заданного вида.

При проведении вычислительных экспериментов показано, что качество полученной модели довольно хорошее. На основании данной модели построен непараметрический регулятор, обеспечивающий на выходе объекта траекторию, близкую к желаемой. Проиллюстрировано, как влияют помехи и величина шага дискретизации на получаемые результаты моделирования и управления. Описанные методы предпочтительны в использовании, когда исследователь не располагает достаточной информацией для построения параметрической модели, что довольно актуально при работе с реальными системами.

Библиографические ссылки

1. Medvedev A. V. Identification and control for linear dynamic systems of unknown order. // Optimization Techniques IFIP Technical Conference / Berlin – Heidelberg – New-York: Springer – Verlag, 1975. С. 48–55.
2. Медведев А. В. Непараметрические системы адаптации. Новосибирск : Наука. 1983.

© Старовойтова А. В., 2013

УДК 519.87

Д. И. Хритonenко
 Научный руководитель – Е. С. Семенкин
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПРИМЕНЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННОГО САМОКОНФИГУРИРУЕМОГО АЛГОРИТМА ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ КЛАССИФИКАЦИИ

Рассматривается подход распараллеливания самоконфигурируемого алгоритма генетического программирования при решении задач классификации. Предложенный подход тестируется на ряде задач и сравнивается с базовой, не распараллеленной, версией. Эффективность полученной в итоге программной системы сравнивается с известными аналогами на задачах классификации.

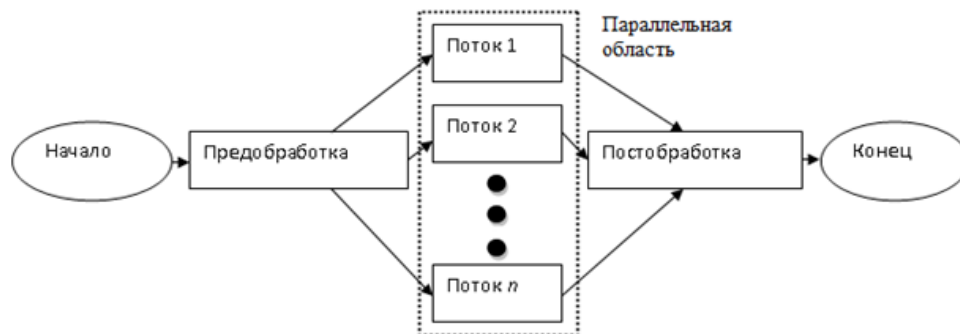
На сегодняшний день широко распространены различные многопроцессорные вычислительные системы. Перенос приложений под такие системы может значительно увеличить эффективность их работы. Однако, не всегда ясно каким образом производить распараллеливание и каким образом оно повлияет на эффективность того или иного алгоритма. Один из основных путей распараллеливания – распараллеливание алгоритма на уровне приложения. Основная идея подхода: все вычисления равномерно распределяются по существующим логическим ядрам.

Эволюционные алгоритмы (ЭА), а в частности алгоритм генетического программирования (ГП) [1], являются стохастическими алгоритмами. Важной особенностью ЭА является то, что их эффективность зависит от используемого датчика случайных чисел. При распараллеливании на уровне приложения была выявлена следующая проблема: эффективность алгоритмов на тестовых задачах [2] падала с увеличением числа задействованных логических ядер. Как показыва-

ли исследования, вычислительные системы в состоянии генерировать лишь псевдослучайные последовательности чисел. Кроме того, в случае генерирования последовательностей псевдослучайных чисел различными потоками, они зачастую оказываются либо одинаковыми, либо сдвинутыми на некоторое число элементов. В связи с этим предлагается следующий метод параллелизации, в котором один из потоков (под номером n) будет отвечать за генерацию псевдослучайных чисел (см. рисунок).

Самоконфигурируемый алгоритм ГП был реализован в виде программной системы (GP). Эффективность была проверена на задачах классификации [3].

Для проверки эффективности алгоритма было проведено десять стократных прогонов. По критерию Манна–Уитни–Уилкоксона с доверительной вероятностью 0.95 алгоритм GP является неразличимым со своей распараллеленной версией. Ниже представлены усредненные результаты работы алгоритма (см. таблицу).



Результаты тестирования

Название алгоритма	Australian credit	German credit	Название алгоритма	Australian credit	German credit
SCGP	0.9022	0.7950	Boosting	0,7600	0,7000
MGP	0.8985	0.7875	Bagging	0,8470	0,6840
2SGP	0.9027	0.8015	RSM	0,8520	0,6770
GP	0.8889	0.7834	CCEL	0,8660	0,7460
C4.5	0.8986	0.7773	CART	0.8744	0.7565
LR	0.8696	0.7837	MLP	0.8986	0.7618
k-NN	0.7150	0.7151	GP	0.8960	0.7693

Из приведенных выше результатов видно, что предложенный подход решения задачи сравним с представленными аналогами, известными из научной литературы [4].

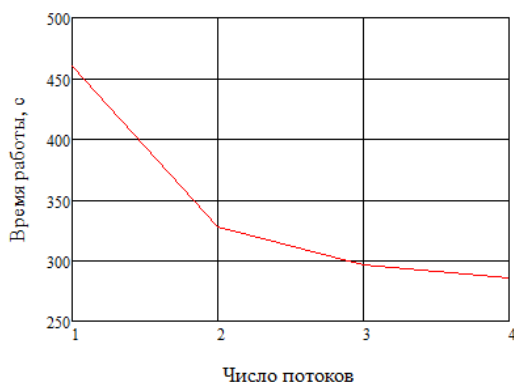


Рис. 3. Время работы алгоритма

Кроме того, важным является тот результат, что при неизменной эффективности время работы было уменьшено (приблизительно в 1.6 раза). Нелинейное увеличение быстродействия вычислительной системы объясняется сложностью её устройства. Зависимость

времени работы от числа потоков представлена на графике ниже:

Таким образом, был разработан и программно реализован распараллеленный самоконфигурируемый алгоритм генетического программирования. Представленная схема распараллеливания позволяет без снижения эффективности увеличивать скорость работы программной системы, что является важным при работе со сложными вычислениями.

Библиографические ссылки

1. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы : пер. с польск. И. Д. Рудинского. М. : Горячая линия. Телеком, 2006. 383 с.
2. URL: <http://coco.gforge.inria.fr/doku.php>.
3. URL: <http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets.html>.
4. Semenkin E., Semenkin M. Self-Configuring Genetic Programming Algorithm with Modified Uniform Crossover // Proc. of IEEE Congress on Evolutionary Computation. IEEE World Congress on Computational Intelligence, Brisbane, Australia, 2012.

© Хритonenko Д. И., 2013

УДК 519.8

Л. К. Ярлыкова

Научный руководитель – А. В. Медведев

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

О НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИХ АЛГОРИТМАХ СГЛАЖИВАНИЯ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ЛАВИНООБРАЗНЫХ ПРОЦЕССОВ

Рассматривается моделирование лавинообразных процессов, с помощью непараметрических алгоритмов. В ходе исследований проводились наблюдения за некоторым процессом, в условиях непараметрической неопределенности. Представлены результаты численных исследований.

Современный человек все чаще сталкивается с различными природными катаклизмами, катастрофами в технических процессах, а также катастрофами в экономической, социальных сферах жизни. Именно поэтому важно изучать процессы, которые ведут себя скачкообразно и на первый взгляд непредсказуемо.

В математике с 70-х годов прошлого столетия начало развиваться новое направление – теория катастроф. Теория катастроф родилась на стыке двух дисциплин –

топологии и математического анализа, ее источниками являются теория особенностей гладких отображений Х. Уитни и теория устойчивости и бифуркаций динамических систем А. Пуанкаре, А. М. Ляпунова и А. А. Андропова. Оба эти направления слились, благодаря усилиям французского математика Р. Тома в единую теорию [1].

В качестве исследований большой интерес представляют лавинообразные процессы. Их объединяет с

процессами, изучаемыми в теории катастроф то, что при определенном соотношении плавно изменяющихся внешних возмущений, система реагирует на них скачкообразным образом. Отличает же их то обстоятельство, что число возмущений внешних воздействий в лавинообразных процессах может быть очень велико [2; 3].

Примем следующие обозначения: $u(t) = (u_1(t), u_2(t) \dots u_m(t)) \in R^m$ – входное управляющее воздействие, $\mu(t) = (\mu_1(t), \mu_2(t) \dots \mu_l(t)) \in R^l$ – входное неуправляемое воздействие, $x(t) \in R^1$ – выходная переменная процесса, все переменные подвержены воздействию случайных помех. Задача состоит в том, чтобы по результатам наблюдений (выборкам) $\{\vec{u}_s, \vec{\mu}_s, \vec{x}_s\}$, где $\vec{u}_s, \vec{\mu}_s, \vec{x}_s$ – временные векторы, в частности, $\vec{u}_s = u_1, u_2, \dots, u_s$, прогнозировать развитие лавинообразного процесса. При наличии N реализаций переменных процесса для сглаживания, например, $x(t)$ может быть использована непараметрическая оценка функции регрессии:

$$x_{sN}(t) = \frac{\sum_{i=1}^{sN} x_i \Phi\left(\frac{t-t_i}{c_s^x}\right)}{\sum_{i=1}^{sN} \Phi\left(\frac{t-t_i}{c_s^x}\right)}$$

где t_i – дискретное время; $\Phi(\cdot)$ – колоколообразная функция; c_s – параметр размытости, удовлетворяющие некоторым условиям сходимости [2].

Для прогнозирования $x(t)$ может быть использована статистика:

$$x_{sN}(u(t), \mu(t)) = \frac{\sum_{i=1}^{sN} x_i \prod_{j=1}^m \Phi\left(\frac{u^j(t) - u_i^j}{c_s^{u,\mu}}\right) \prod_{j=1}^l \Phi\left(\frac{\mu^j(t) - \mu_i^j}{c_s^{u,\mu}}\right)}{\sum_{i=1}^{sN} \prod_{j=1}^m \Phi\left(\frac{u^j(t) - u_i^j}{c_s^{u,\mu}}\right) \prod_{j=1}^l \Phi\left(\frac{\mu^j(t) - \mu_i^j}{c_s^{u,\mu}}\right)}$$

В текущий момент времени λ мы располагаем реализациями $\{\vec{u}_s, \vec{\mu}_s, \vec{x}_s\}$, $\lambda < s$. Взяв отрезок времени $(\lambda - n)$, вычислим скользящее среднеквадратическое отклонение по $x(t)$:

$$\sigma_{n\lambda v}^2 = \frac{1}{n+1} \sum_{k=0}^n (x(t_{\lambda-k}) - x_{sN}(t_{v-k}))^2$$

и по $\{u(t), \mu(t)\}$:

$$\delta_{n\lambda v}^2 = \frac{1}{n+1} \sum_{k=0}^n \left[\sum_{j=1}^m (u^j(t_{\lambda-k}) - u_{sN}^j(t_{v-k}))^2 + \sum_{j=1}^l (\mu^j(t_{\lambda-k}) - \mu_{sN}^j(t_{v-k}))^2 \right],$$

где $v = (n+1), (n+2), \dots, s$ – объем выборки.

В ходе вычислительных экспериментов моделируется лавинообразный процесс (рис.1). Все переменные подвержены влиянию случайных помех, а также некоторой неизвестной помехи. Задача состояла в том, чтобы по результатам наблюдений, имея некоторый временной промежуток, который предшествовал развитию лавины в прошлом, прогнозировать развитие лавинообразного процесса. По приведенным выше оценкам, осуществлялось сглаживание переменных $u(t), \mu(t), x(t)$, $m = 2, l = 3$. В соответствии со значениями среднеквадратических ошибок $\sigma_{n\lambda v}^2$ и $\delta_{n\lambda v}^2$ можно судить о схожести текущей ситуации к имеющимся предлавиным ситуациям на обучающих выборках, исходя из неравенств $\sigma_{n\lambda v}^2 < \varepsilon_x$, $\delta_{n\lambda v}^2 < \varepsilon_{u\mu}$, где $\sigma_{n\lambda v}^2$ и $\delta_{n\lambda v}^2$ определяются экспериментально (рис. 2, 3).

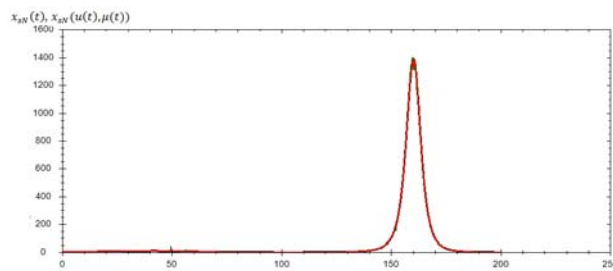


Рис. 1

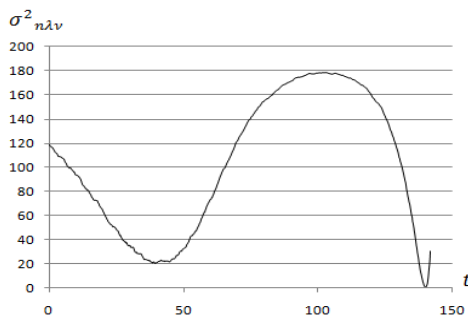


Рис. 2

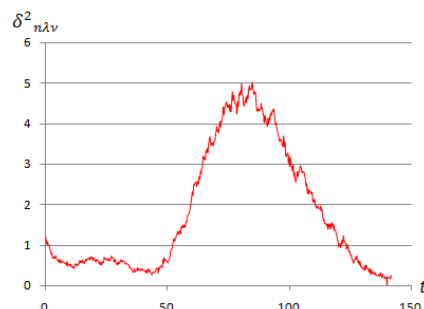


Рис. 3

Результаты исследований оказались успешными по результатам наблюдений, имея временной промежуток, который предшествовал развитию лавины в прошлом, прогнозировалось развитие лавинообразного процесса.

Библиографические ссылки

1. Арнольд В. И. Теория катастроф. М.: Наука, 1990.

2. Medvedev A. V. Non-parametric stochastic approximation in adaptive systems theory. // Works of Applied Methods Of Statistical Analysis. Simulation and Statistical Inference, Novosibirsk: NSTU, 2011.

3. Медведев А. В., Ярлыкова Л. К. К моделированию лавинообразных процессов // Решетневские чтения (7–9 ноября 2012, г. Красноярск). Ч. 2. Красноярск, 2012. С. 495–496.

© Ярлыкова Л. К., 2013

УДК 620.1

И. Л. Ящук

Научный руководитель – Ю. Л. Вященко
БГТУ «Вонмех» имени Д. Ф. Устинова, Санкт-Петербург

ПРИМЕНЕНИЕ ОБЩЕГО ЛОГИКО-ВЕРОЯТНОСТНОГО МЕТОДА ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ СТРУКТУРНО-СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Сложность современных технических систем предъявляет повышенные требования к надежности их отдельных элементов. Расчет показателей надежности таких систем, функциональную структуру которых нельзя свести к последовательной и параллельным соединениям элементов, представляет собой довольно непростую задачу. Среди методов расчета надежности таких систем можно выделить общий логико-вероятностный метод, позволяющий аналитически определить необходимые показатели.

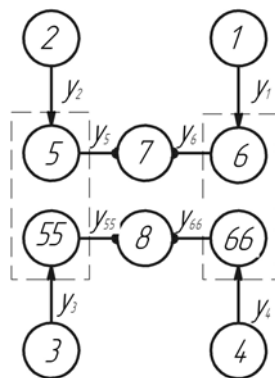
В данной работе предлагается провести исследование надежности автомата заряжания, как сложной технической системы. Также проведен расчет вероятности безотказной работы системы средствами программного пакета WQS для сравнения полученных результатов. В качестве объекта взят автомат заряжания (АЗ) самоходной артиллерийской установки. Данная пушка характерна наличием двух стволов. Схема функциональной целостности АЗ и система уравнений, описывающая схему представлены на рис. 1, а и 1, б.

Данная схема включает сами элементы системы, а так же способы их взаимодействия между собой.

Описание элементов схемы и их характеристики представлены в табл. 1.

Зарядный и снарядный маятники на схеме изображены как размноженные вершины, так как каждый из них представляет собой цельный узел, но выполняет функции отдельно для нижнего и верхнего трактов. Значения вероятностей в данной работе приняты экспертным методом, так как работа призвана прежде всего реализовать ОЛВМ. Условие $Y_p = y_7 \vee y_8$ означает то, что выстрел может быть произведен хотя бы из одного ствола.

Раскрывая скобки по правилам алгебры логики, приводя выражение в ДНФ (дизъюнктивную нормальную форму) и произведя ортогонализацию получаем выражение представленное ниже. Две конъюнкции логической функции называют ортогональными, если их логическое произведение равно нулю. Тогда события, которые представляют эти конъюнкции, являются несовместными, а вероятность их суммы равна простой сумме собственных вероятностей каждого события.



а

$$\left\{ \begin{array}{l} y_1 = x_1 \\ y_2 = x_2 \\ y_3 = x_3 \\ y_4 = x_4 \\ y_5 = x_5 \wedge y_2 \\ y_6 = x_6 \wedge y_1 \\ y_{55} = x_{55} \wedge y_3 \\ y_{66} = x_{66} \wedge y_4 \\ y_7 = x_7 \wedge (y_5 \wedge y_6) \\ y_8 = x_8 \wedge (y_{55} \wedge y_{66}) \\ Y_p = y_7 \vee y_8 \end{array} \right.$$

б

Рис. 1. Схема функциональной целостности и система уравнений

Описание элементов СФЦ

N	Описание	Обозначение в ФАЛ	Обозначение в ВФ	Значение ВБР
1	Верхняя снарядная укладка	X_1	P_1	0,97
2	Верхняя зарядная укладка	X_2	P_2	0,96
3	Нижняя зарядная укладка	X_3	P_3	0,96
4	Нижняя снарядная укладка	X_4	P_4	0,97
5, 55	Зарядный маятник	X_5, X_{55}	P_5, P_{55}	0,95
6, 66	Снарядный маятник	X_6, X_{66}	P_6, P_{66}	0,95
7	Верхний ствол	X_7	P_7	0,99
8	Нижний ствол	X_8	P_8	0,99

$$Y_P = \left| \begin{array}{l} x_1 x_2 x_5 x_6 x_7 \\ x_3 x_4 x_{55} x_{66} x_8 \end{array} \right| = x_1 x_2 x_5 x_6 x_7 \vee x_3 x_4 x_{55} x_{66} x_8 =$$

$$+ \left| \begin{array}{l} x_1 x_2 x_5 x_6 x_7 \\ \bar{x}_1 \bar{x}_3 x_4 x_{55} x_{66} x_8 \\ x_1 \bar{x}_2 x_3 x_4 x_{55} x_{66} x_8 \\ x_1 x_2 \bar{x}_5 x_3 x_4 x_{55} x_{66} x_8 \\ x_1 x_2 x_5 \bar{x}_6 x_3 x_4 x_{55} x_{66} x_8 \\ x_1 x_2 x_5 x_6 \bar{x}_7 x_3 x_4 x_{55} x_{66} x_8 \end{array} \right|$$

Далее необходимо произвести символичный переход от функции работоспособности системы к вероятностной функции. В процессе такого перехода элементарные конъюнкции заменяются произведением, а элементарные дизъюнкции – суммами. Результирующая вероятностная функция имеет вид:

$$P_p = P_1 P_2 P_3 P_6 P_7 (Q_1 + P_1 Q_2 + P_1 P_2 Q_5 + P_1 P_2 P_5 Q_6 + P_1 P_2 P_5 P_6 Q_7).$$

Таким образом, результирующая вероятность производства выстрела хотя бы из одного ствола:

$$P_p = 0,97177.$$

Ниже приведено решение этой задачи средствами программного пакета WQS. Применен модуль RBD, специально предназначенный для расчета надежности структурно-сложных систем. Рабочее окно RBD представлено на рис. 2.

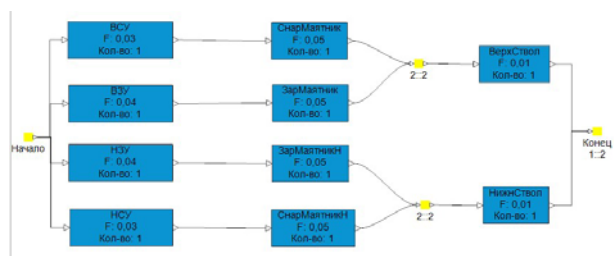


Рис. 2. Рабочее окно модуля RBD

В результате автоматизированного расчета был получен следующий результат:

$$P = 0.97177$$

Полученный результат совпадает с полученным ранее в результате «ручного» расчета результатом. Этот факт также позволяет судить о том, что для оценки показателей надежности структурно-сложных систем возможно использовать пакет WQS.

Библиографические ссылки

1. Белов А. В., Вяценок Ю. Л., Шурыгин В. А. Информационно-системные основы анализа и оценки надежности артиллерийских орудий на стадии НИ-ОКР; БГТУ; СПб, 1998. 76 с.
2. Рябинин И. А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем; Политехника; СПб, 2000. 248 с.

УДК 004.93

Е. Г. Абдугалимова, К. В. Степурко
Научный руководитель – М. Н. Фаворская
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СЕГМЕНТАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ РУКИ НА ВИДЕОПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

Рассмотрены алгоритмы поиска областей, соответствующих цвету кожи, морфологической обработке изображения и этапы сегментации: алгоритм погружения и перемаркировка. Также представлен алгоритм исключения «ложных» областей.

Задача обнаружения положения рук в видеопоследовательностях ставится при разработке систем распознавания жестов, дактилем, систем интерактивного взаимодействия и т. д. Обнаружение руки можно разбить на два этапа: поиск областей с распределением цвета, соответствующему цвету кожи человека, и морфологическая обработка изображения с выделенными областями цвета кожи. Для каждого пикселя изображения принимается решение о принадлежности к цвету кожи. Если условие выполняется, то устанавливаем пометку о принадлежности пикселя к цвету кожи, иначе помечаем, что пиксель не относится к цвету кожи. Далее производится проверка на наличие необработанных пикселей. Если таковые имеются, обработка продолжается для них. На выходе алгоритма генерируется маска пикселей цвета кожи на изображении.

На этапе морфологической обработки последовательно применяются операции расширения и сжатия с целью слить воедино «разорванные» области и избавиться от незаполненных отверстий внутри полученных областей. Для обеих операций задается структурный элемент, который называют маской морфологического фильтра. Ненулевые значения в маске определяют, какие из соседних пикселей следует учитывать при осуществлении операции. При расширении бинарного изображения пиксель исходного изображения устанавливается равным 1, если хотя бы один из пикселей окрестности, соответствующий ненулевому элементу маски, равен 1. При сжатии бинарного изображения пиксель исходного изображения сбрасывается на 0, если хотя бы один из пикселей окрестности, соответствующий ненулевому элементу маски, равен 0 [1].

Данные правила применяются нерекурсивно ко всем пикселям изображения. В качестве примитивов в операции расширения используются маски апертурой 3×3 и 5×5 , в результате чего создаются области пикселей цвета кожи. Далее применяется операция сжатия для сглаживания внешних краев связанных областей. В качестве примитива используются маска апертурой 3×3 . Данные операции могут осуществляться последовательно несколько раз для более эффективного слияния в общие области. Для каждого пикселя

изображения строится структурное множество, каждый элемент которого сравнивается с соответствующим пикселем на изображении. Если пиксель окрестности, соответствующий ненулевому элементу маски, принадлежит цвету кожи, пиксель исходного изображения перекрашивается в цвет кожи, иначе продолжается обработка окрестности пикселя исходного изображения, если остались необработанные элементы маски. Далее производится проверка на наличие необработанных пикселей. Если таковые имеются, обработка продолжается для них.

Когда обнаружены области кожи, их необходимо разделить – сегментировать. Сегментация является важным этапом, так как полученная с ее помощью промаркированная картина изображения используется на последующих этапах. При этом также необходимо объединить связанные области в единые области. Связность бывает двух типов:

– 4-связность: пиксели считаются соседними, если либо их x -координаты, либо их y -координаты отличаются на единицу;

– 8-связность: пиксели считаются соседними, если их x -координаты и y -координаты отличаются не более чем на единицу;

Понятие 4-связности является более сильным: любые два 4-связных пикселя являются и 8-связными, но не наоборот.

Для сегментации рук на изображении сначала используется алгоритм «погружения», при этом для маркируемых пикселей создается таблица связей, с помощью которой после прохода алгоритма «погружения» общие области перемаркировываются и сливаются воедино по правилу 4-связности. Алгоритм «погружения» состоит из следующих операций:

Шаг 1. Начинаем с самых «глубоких» (темных) пикселей. Они определяют начальные бассейны – области, в которых поток из всех точек «стекает» к одной общей точке [2];

Шаг 2. Для каждой яркости k :

Для каждой связанной компоненты пикселей яркости k :

– Если принадлежит только к одному существующему бассейну, то добавить компоненту к бассейну.

– Если более чем к одному существующему бассейну, то пометить как границу.

– Иначе создать новый бассейн.

Шаг 3. Переходим к следующему пикселю.

Маркировка связных областей осуществляется с учетом окружающих маркеров. В качестве окружающих маркеров используется маркер вышестоящего пикселя и пикселя слева. Если значение пикселя не удовлетворяет заданному порогу, пиксель помечается как граничный. Если вышестоящий пиксель помечен маркером, то для текущего пикселя при сканировании изображения устанавливается аналогичный маркер. Если пиксель слева помечен маркером, текущий пиксель помечается этим маркером. При этом если задан и маркер сверху, то выбирается максимальный маркер из вышестоящего и находящегося слева маркера, и запоминается связь между ними. Если пиксель слева не имеет маркера, то текущий пиксель маркируется следующим маркером. На основании полученных маркеров строится таблица связности маркированных областей и осуществляется связывание этих областей в общую зону с пометкой данной зоны индексом.

Когда изображение будет сегментировано, необходимо исключить «ложные» области. Алгоритм использует найденные сегменты изображения и рассчитывает для них геометрические характеристики. Основными характеристиками, используемыми для определения принадлежности областей к рукам, яв-

ляются площадь области S (сумма всех пикселей рассматриваемой области) и ее центр масс R_c (среднее значение координат всех пикселей области). Пусть область руки занимает примерно 0,3–2,5 % от всего изображения. Также предполагается, что человек не будет показывать жест слишком высоко, поэтому R_c области не может находиться ниже $1/3$ высоты H изображения (ось y направлена вниз). Каждый сегмент представляет собой связную область, помеченную одним маркером. Для каждого маркера изображения берется соответствующая ему связная область, для которой вычисляются S и R_c . Если полученные характеристики рассматриваемой области удовлетворяют условиям, оставляем область для дальнейшей обработки, иначе исключаем ее из дальнейшего рассмотрения. Далее производится проверка на наличие необработанных маркеров. Если таковые имеются, обработка продолжается для них.

Библиографические ссылки

1. Фаворская М. Н., Зотин А. Г. Методы оценки движения в видеопоследовательностях и их программная реализация : учеб. пособие; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2012. 132 с.
2. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М. : Техносфера. 2005. 1072 с.

© Абдугалимова Е. Г., Степурко К. В., 2013

УДК 004.422

М. С. Алехина

Научный руководитель – О. Н. Моргунова

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ СЕРВИСНОГО ЦЕНТРА

Рассматривается проблема учета и отслеживания заявок в сервисных центрах по ремонту техники, представлен функционал проектируемой программы.

В настоящее время уже невозможно представить нашу жизнь без техники. Основное ее назначение – избавление человека от выполнения физически тяжелой или рутинной, однообразной работы, чтобы предоставить ему больше времени для творческих занятий, облегчить его повседневную жизнь. Но вся техника, бытовые приборы, устройства связи не могут служить вечно, и поломки неизбежны. Зачастую, выгоднее качественно отремонтировать вещь, чем покупать новую. На помощь в починке техники приходят ремонтные фирмы – сервисные центры. Для качественного обслуживания клиентов, необходимо соответствующее программное обеспечение, позволяющее отслеживать все заявки, и осуществлять ремонтные работы вовремя.

Конечно, существуют аналогичные программы, но, к сожалению, их функционал ограничен, настройки недостаточно гибкие. Поэтому было принято решение разработать собственный программный пакет для организации работы сервисных центров.

Основная функция проектируемой программы – возможность создания и последующего сопровождения базы данных учета техники, заявок на ремонт, а так же возможность клиентам следить за состоянием их заявок.

В программе должны быть реализованы максимально упрощенный, понятный, но в то же время обладающий необходимой функциональностью интерфейс; разграничение уровней доступа; поиск и сортировка информации по различным критериям; возможность анализа накопленных данных.

На рис. 1–2 представлены предварительные диаграммы прецедентов и классов

Данный программный продукт позволит автоматизировать работу сервисных центров по ремонту техники и средств связи, что приведет к повышению качества обслуживания клиентов и ремонта оборудования.

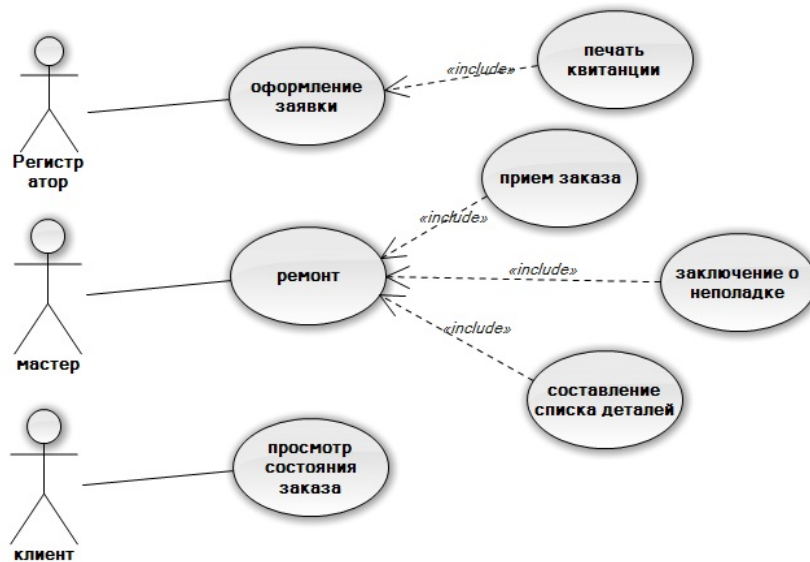


Рис. 1. Диаграмма прецедентов

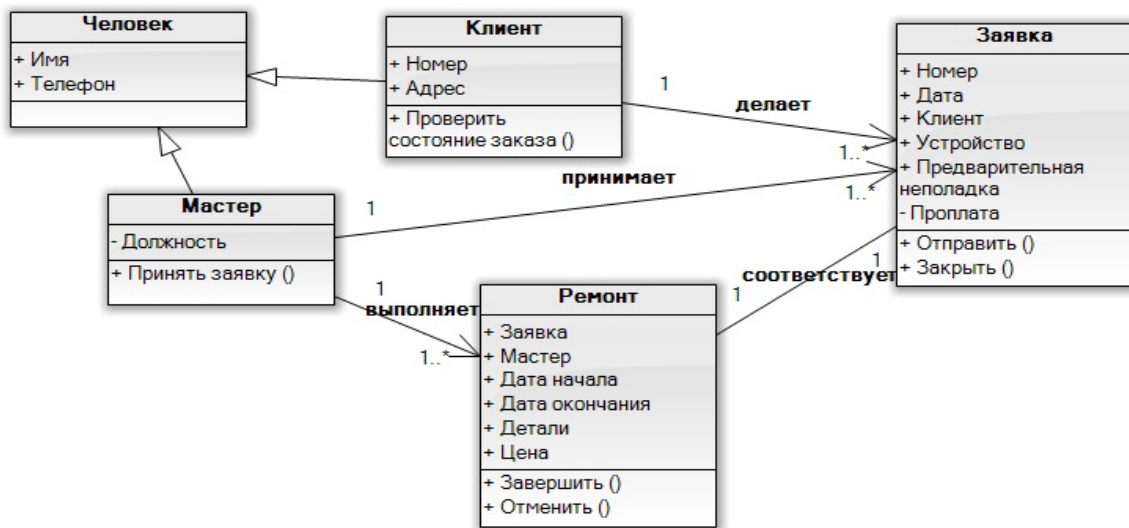


Рис. 2. Диаграмма классов

© Алехина М. С., 2013

УДК 004.652

А. В. Белоконь, А. В. Проскурин
 Научный руководитель – М. Н. Фаворская
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛГОРИТМОВ ПОИСКА ПОХОЖИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИНДЕКСАЦИЕЙ НА ОСНОВЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ХААРА И ЗНАЧЕНИЙ ЦВЕТОВЫХ ГИСТОГРАММ

Рассматриваются алгоритмы поиска изображений на основе цветowych гистограмм и вейвлетов Хаара с применением принципа «Золотого сечения» из области фотографического искусства. В работе приведены результаты расчетов эффективности этих алгоритмов, полученные на основе их испытаний на тестовых последовательностях изображений, состоящих из изображений различных разрешений и классов контента.

В связи с глобальной информатизацией общества и развитием компьютерных сетей объемы мультимедийной информации в сети Internet стремительно рас-

тут. Растет и количество изображений. Однако этот стремительный рост вынуждает человечество использовать разнообразные поисковые алгоритмы [1; 2] для

выборки класса изображений, необходимых для решения возникших задач. Современные поисковые системы предоставляют пользователям сервисы для поиска изображений. В основе работы данных сервисов заложены как алгоритмы поиска, так и алгоритмы индексации изображений. При этом, несмотря на уровень совершенства современных поисковых сервисов, результаты работы данных систем не всегда могут удовлетворить пользователя. Это в первую очередь связано несовершенством методов индексации изображений (основанной либо на текстовом описании, либо на содержании изображений) или неправильной интерпретацией поисковых образов (изображений или текста). Ситуацию осложняют действия недобросовестных SEO-специалистов, создающих заведомо ложные ключевые слова для изображений. Следующей проблемой современного общества является проблема авторского права. В контексте работы с изображениями особенно остро стоит проблема с авторскими правами в области профессиональной фотографии. Нелегальное использование работ фотографов распространено повсеместно, особенно в России. Для противодействия нарушению авторских прав и упрощения процедуры доказательства собственности возможно использование специализированных алгоритмов индексации и поиска фотоизображений.

Поиск изображений в современных системах осуществляется на основе «сигнатур» или индексов изображений, которые формируются путем вычисления низкоуровневых характеристик изображений, в качестве которых обычно выступают цветовые, текстурные, и геометрические признаки [3]. В рамках исследования был разработан программный продукт. В программном продукте сигнатуры изображений вычислялись для определенных областей изображений. Формирование областей осуществлялось на основе канонического принципа «золотого сечения» в фотографической композиции. Согласно этому принципу на изображении формируется 5 квадратных блоков с размерностью, кратной степени двойки таким образом, что центры четырех блоков расположены в точках «золотого сечения», а центр пятого блока находится в центре изображения. При формировании индекса на основе цветовых характеристик для каждой области осуществляется квантование цветового пространства по компоненте H цветовой модели HSV на 10 оттенков согласно идеологии представления цветов Манселла. В квантованном цветовом пространстве для каждого блока строится нормализованная гистограмма, являющаяся сигнатурой области. При формировании индекса, основанного на текстурных характеристиках, для каждого канала в пространстве RGB в каждой области вычисляется пирамида преобразований Хаара. Аппроксимирующие матрицы вершин пирамид преобразований Хаара принимаются в качестве сигнатур областей. Поиск изображений по образу заключается в вычислении метрики $E76$ для сигнатур изображения-образа поиска и сигнатур целевых изображений. Результатом поиска будут являться те изображения, чьи расстояния по метрике $E76$ между сигнатурами отличаются не более, чем на

100 % минус точность поиска в процентах от найденного образа с минимальным расстоянием.

Для оценки эффективности алгоритмов поиска использовались характеристики точности и релевантности [3]. Так точность поиска вычислялась согласно формуле (1):

$$P = \frac{A}{A+B}, \quad (1)$$

где A – число релевантных изображений, полученных в процессе поиска; B – число нерелевантных изображений, полученных в процессе поиска.

Релевантность результатов поиска определялась согласно формуле (2):

$$r = \frac{A}{A+C}, \quad (2)$$

где A – число релевантных изображений, полученных в процессе поиска; C – число потенциально релевантных изображений, не найденных в процессе поиска.

В качестве исходного материала для тестирования использовались изображения различных разрешений, относящихся к 5 разным группам по типу контента. Поиск производился на группе образов, состоящей из изображений как одного разрешения, так и нескольких разрешений одновременно.

В результате исследований был сделан вывод о том, что разработанные алгоритмы обладают достаточно высокой точностью, близкой к 100 % (почти всегда в результате поиска содержатся исходные изображения). Однако, алгоритмы имеют низкую степень релевантности – порядка 20 % при использовании сигнатур, построенных на основе текстурных характеристик и порядка 40 % при использовании сигнатур, построенных на основе цветовых гистограмм. Низкая степень релевантности алгоритмов поиска была обусловлена особенностью вычисления размерностей областей, которая кратна величине, равной степени двойки, в результате чего при незначительном увеличении разрешения изображений значительно увеличивались области для построения индексов, что вызывало значительные различия сигнатур этих областей. В целом же, при изменении разрешения изображений без изменения размера индексируемых областей, было выявлено, что разрешение поискового образа слабо влияет на результат поиска.

Библиографические ссылки

1. Singaravelan S., Murugan D. Survey on Content Based Image & Information Retrieval // *International Journal Of Computational Engineering Research*. Vol. 2. № 1. 2012. P. 168–171.
2. Datta R., Joshi D., li J. Image Retrieval: Ideas, Influences, and Trends of the New Age // *ACM Computing Surveys*. Vol. 40. No. 2. Article 5, 2008. 60 p.
3. Singha M., Hemachandran K. Content Based Image Retrieval using Color and Texture // *Signal & Image Processing : An International Journal*. Vol. 3. № 1. 2012. P. 39–57.

© Белоконь А. В., Проскурин А. В. 2013

УДК 004.93

К. М. Болдырев, М. А. Лаптева
 Научный руководитель – М. Н. Фаворская
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СИСТЕМА ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ГЛАЗ НА НЕЛОКАЛИЗОВАННОМ ИЗОБРАЖЕНИИ

Предлагается система поиска глаз, которая базируется на алгоритме, адаптированном под нелокализованные изображения. Система предназначена для контроля за безопасностью на охраняемых объектах.

Интерес к процессам узнавания и распознавания человека, всегда был значительным, особенно в связи с возрастающими практическими потребностями: системы охраны, верификация кредитных карточек, криминалистическая экспертиза, телеконференции и т. д.

Преимущества биометрических систем безопасности очевидны: уникальные человеческие качества хороши тем, что их трудно подделать, трудно оставить фальшивый отпечаток пальца при помощи своего собственного или сделать радужную оболочку своего глаза похожей на радужную оболочку другого человека [1]. В отличие от бумажных идентификаторов (паспорт, водительские права, удостоверение личности), от пароля или персонального идентификационного номера (ПИН), биометрические характеристики не могут быть забыты или потеряны, в силу своей уникальности они используются для предотвращения воровства или мошенничества [2]. Таким образом, необходимо разработать систему распознавания глаз на нелокализованном изображении для обеспечения идентификации людей на охраняемых производственных объектах.

В процессе работы было решено реализовать алгоритм поиска глаз без использования встроенных процедур и функций подобных библиотек. Данный алгоритм является гибким и адаптируемым к входным данным. Разработанное приложение визуально состоит из одной формы, на которой находится анализи-

руемое изображение и кнопки, позволяющие производить различные действия над изображением для получения желаемого результата. Основные функции программного продукта: загрузка изображения через диалоговое окно; получение бинарного изображения; выделение области поиска глаз; маркировка объектов; поиск глаз на изображении; выделение глаз.

В качестве входных данных выступает нелокализованное изображение, которое загружается с компьютера через диалоговое окно, после чего на выходе получаются бинарное изображение и изображение с выделенной областью глаз.

Программный продукт был протестирован, после чего были обработаны исключения для возможной некорректной работы программы. Каждый шаг программы выполняется последовательно, что очень удобно для пользователя, так как не возникнут сложности в работе с программным продуктом.

Библиографические ссылки

1. Янин В. В. Анализ и обработка изображений: принципы и алгоритмы : учеб. пособие. СПб. : Машиностроение, 1994. 240 с.
2. Тухтасинов М. Т. Алгоритмы локализации лица и определения его признаков на изображении. URL: http://www.iai.dn.ua/public/JournalAI_2004_2/Razdel1 (дата обращения: 12.02.2013).

© Болдырев К. М., Лаптева М. А., 2013

УДК 004.056

К. И. Болотов, А. В. Семашко
 Научный руководитель – А. В. Гуменникова
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛЬНЫХ МЕДИЦИНСКИХ ДАННЫХ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Рассматриваются вопросы обеспечения защиты персональных медицинских данных при обработке в медицинских информационных системах. Приводится перечень технических мероприятий, требуемых для обеспечения защиты персональной медицинской информации. Предложена методика по приведению медицинских информационных систем к требованиям законодательства в области защиты персональных данных.

Для обработки медицинских данных пациентов лечебно-профилактических учреждений, как правило, используют медицинские информационные системы, которые подразумевают наличие автоматизированного документооборота, электронных архивов медицин-

ской информации и наличия электронной истории болезни каждого пациента [1].

В соответствии с требованием законодательства, каждый оператор персональных данных (ПДн), к которым относятся все учреждения системы здраво-

охранения, должен провести комплекс организационных и технических мероприятий по их защите. Поэтому для использования электронных медицинских документов в электронном документообороте учреждений системы здравоохранения необходимо в первую очередь решить вопросы, связанные с соблюдением врачебной тайны и защитой медицинских персональных данных (МПДн).

Для учреждений системы здравоохранения неисполнение требований законодательства в области защиты ПДн может привести к следующим рискам:

1. Неправомерный или случайный доступ к МПДн третьих лиц.
2. Уголовные, административные и гражданские иски со стороны пациентов и организаций.
3. Административные санкции со стороны Федеральной службы по техническому и экспортному контролю (ФСТЭК России), Федеральной службы безопасности Российской Федерации (ФСБ России), Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Комплекс мероприятий по технической защите ПДн выполняется в соответствии с нормативно-методическими документами регуляторов и включает в себя [2]:

- инвентаризацию информационных ресурсов;
- предпроектное обследование;
- выявление актуальных угроз безопасности и разработка моделей угроз и нарушителя;
- разработку технического задания на систему защиты персональных данных (СЗПДн);
- создание СЗПДн;
- развертывание и ввод в эксплуатацию СЗПДн в информационную систему ПДн;
- аттестацию СЗПДн по требованиям безопасности информации;
- сертификацию средств защиты ПДн;
- эксплуатацию информационной системы ПДн (ИСПДн) и СЗПДн.

Практика специалистов показывает, что наиболее важными этапами являются предпроектное обследование, построение модели угроз и классификация ИСПДн, поскольку являются отправными точками для дальнейшей работы.

Процессный анализ существующей методики Минздрава России [3–5] приведения медицинских информационных систем (МИС) к требованиям законодательства по защите ПДн выявил ряд недостатков, которые позволяют судить о недостаточной проработке в существующей методике этапа классификации МИС и этапа построения модели угроз. Также предлагаемые в существующей методике методы и способы защиты ПДн не учитывают последних изменившихся требований ФСТЭК и ФСБ России.

Решение задачи защиты ПМДн каждым учреждением системы здравоохранения самостоятельно представляется не рациональным, вследствие чего разработка типовых моделей МИС с точки зрения защиты ПМДн, средств обеспечения управления информационной безопасностью МИС и методики по приведению МИС к требованиям законодательства в области защиты ПДн, основанных на типизации, является ак-

туальной задачей и требует проведения научных исследований.

Разработанная методика по приведению МИС к требованиям законодательства в области защиты ПДн ориентирована на руководителя и сотрудника, ответственного за обеспечение безопасности ПМДн. Особенностью разработанной методики является объединение на этапе предпроектного обследования этапов классификации и разработки модели угроз за счет типизации. Для проведения классификации на типы были выявлены общие свойства МИС и сформированы базовые критерии и признаки для их классификации. Для каждой из типовых МИС, согласно нормативно-методическим документам ФСТЭК России, ФСБ России и Минздрава России был выявлен перечень угроз безопасности ПДн (УБПДн). По показателям опасности угроз и коэффициентам их реализуемости из общего перечня угроз безопасности были выбраны те, которые актуальны для конкретного типа МИС. Для нейтрализации актуальных угроз в последующем формулируются конкретные организационно-технические требования по защите МИС и осуществляется выбор программных и технических средств защиты информации. Эффективность и достоверность разработанных моделей и средств обеспечения управления информационной безопасностью МИС подтверждена результатами внедрения в медицинское бюджетное учреждение здравоохранения г. Красноярск.

Таким образом, в сфере защиты ПМДн, обрабатываемых в ИСПДн учреждений системы здравоохранения, все большее развитие получает практика использования типовых решений, которые облегчают процесс выполнения требований законодательства и снижают временные и финансовые затраты при реализации мероприятий по защите ПМДн.

Библиографические ссылки

1. Радченко С. В. Основные подходы к автоматизации ЛПУ // *Врач и информационные технологии*. 2008. № 6. С. 26–34.
2. Зыков В. Д., Мецержаков Р. В., Романов А. С., Шелупанов А. А. Обеспечение защиты информации при обработке медицинских биометрических данных // *Доклады ТУСУРа*. Часть 2. 2010. № 2. С. 249–252.
3. *Нормативно-методический документ Минздрава России «Методические рекомендации для организации защиты информации при обработке персональных данных в учреждениях здравоохранения, социальной сферы, труда и занятости» от 23.12.2009 г.*
4. *Нормативно-методический документ Минздрава России «Методические рекомендации по составлению Частной модели угроз безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных учреждений здравоохранения, социальной сферы, труда и занятости» от 23.12.2009 г.*
5. *Аналитические материалы Минздрава России «Модель угроз типовой МИС типового лечебно-профилактического учреждения (ЛПУ)», 2009 г.*

УДК 004.932.2

Д. В. Бузаев
 Научный руководитель – А. Г. Зотин
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОЦЕНКА ФИЛЬТРА *BILATERAL* ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ ТЕНЕЙ ВНУТРИ ПОМЕЩЕНИЙ

Рассматривается существующий фильтр нормализации освещения. Проведено описание фильтра Bilateral. Представлены результаты анализа пригодности метода для локализации объектов на примере лиц людей внутри помещений.

Часто при обработке возникают ситуации, когда часть изображения находится в тени (параметры освещения внутри помещений), чтобы можно было распознать лицо [3]. Камеры, в случае присутствия теней не способны без дополнительной обработки получить информацию для дальнейшей локализации лица. В таких случаях производится нормализация изображения с применением методов выравнивания освещенности.

Одним из таких методов является фильтр *Bilateral* [1] (двусторонняя фильтрация). Фильтр позволяет сглаживать изображения, сохраняя края, с помощью пространственного усреднения нелинейных преобразований. Фильтр сочетает в себе оттенки серого цвета на основе близости пиксела к краям с цветностью всего изображения. Это нормированная свертка, в которой вес пиксела p определяет пространственное расстояние до пиксела q , а также относительную разность в интенсивности. Функция f – пространства и g – интенсивности определяются по Гауссу. Пространственная функция увеличивает вес пикселей, которые вблизи, в то время как функция интенсивности уменьшает вес пикселей с большим различием (разбросом) интенсивности. Таким образом, данный фильтр размывает изображение, сохраняя острые края нетронутыми. Для входного изображения I , выходного J и окрестности Ω возле пиксела q следующая формула:

$$J = \frac{\sum_{p \in \Omega} f(p-q)g(I_p - I_q)I_p}{\sum_{p \in \Omega} f(p-q)g(I_p - I_p)},$$

где

$$f(p-q) = \exp \left[-\frac{(\|p-q\|^2)}{2\sigma_r^2} \right]$$

$$g(I_p - I_q) = \exp \left[-\frac{(I_p - I_q)^2}{2\sigma_r^2} \right]$$

Для проведения экспериментов была использована база Калифорнийского университета [4] содержащая более 100 изображений – лица разного пола, возраста и национальности. На изображении часть лица или все лицо находилось в тени.

При оценке на точность локализации были сформированы три набора экспериментальных данных по каждой категории:

1. Категория 1 – объект почти без тени (30 снимков).
2. Категория 2 – часть объекта находится в тени (20 снимков).
3. Категория 3 – весь объект в тени (20 снимков).

Ниже приведена схема работы данного метода (см. рисунок).



Схема работы метода Bilateral

Оценка точности локализации тени

Выборка	Точность выравнивания (без обработки)		Точность выравнивания (<i>Bilateral</i>)	
	Без тени, %	С тенью, %	Без тени, %	С тенью, %
Категория 1 (лицо почти без тени)	94	20	98	23
Категория 2 (часть лица находится в тени)	71	30	75	34
Категория 3 (всё лицо находится в тени)	64	12	71	27

При оценке учитывалось, что область с тенью была задана вручную и объекты с тенью находились внутри помещения. Для проведения исследования была использована следующая методика тестирования:

- 1) определение области тени без методов предобработки;
- 2) предобработка методом *Bilateral*;
- 3) оценка точности выравнивания тени.

При формировании табличных значений в ходе оценки экспериментальных данных учитываются следующие параметры, которые влияют на локализацию:

- 1) искусственный источник освещения внутри помещения;
- 2) неоднородный фон.

В таблице учитываются отклонения в процентах до и после нормализации изображения. Данный метод позволяет хорошо выравнивать изображения с небольшими перепадами яркости. Преимуществами в использовании фильтра являются: простота реализа-

ции, возможность восстановления слабоосвещённых объектов на изображении. Недостатки: большие затраты вычислительных ресурсов, изображение после обработки становится менее контрастным.

Библиографические ссылки

1. Tomasi C., Manduchi R. *Bilateral filtering for gray and color images, in Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision. 1998. P. 839–846, January*
2. Durand F., Dorsey J. *Fast Bilateral Filtering for Display High-Dynamic-Range Images.*
3. Xuewei Li, Xiaochun Cao. *A simple framework for Photo-Sketch Synthesis. Tianjin University China 2011. 19 p.*
4. База изображений лиц калифорнийского технического института. URL: <http://www.vision.caltech.edu/archive.html>.

© Бузаев Д. В., 2013

УДК 681.3.06

В. А. Володин

Научный руководитель – В. В. Вдовенко

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ

Рассматриваются вопросы разработки алгоритма, способного спрогнозировать отказ элементов компьютерной сети, для обеспечения бесперебойной работы.

Одной из первоначальных целей создания компьютерных сетей являлось достижение большей надежности по сравнению с отдельными вычислительными машинами.

Важно различать несколько аспектов надежности. Для технических устройств используются такие показатели надежности, как среднее время наработки на отказ, вероятность отказа, интенсивность отказов. Однако эти показатели пригодны для оценки надежности простых элементов и устройств, которые могут находиться только в двух состояниях – работоспособном или неработоспособном. Сложные системы, состоящие из многих элементов, кроме состояний работоспособности и неработоспособности, могут иметь и другие промежуточные состояния, которые эти характеристики не учитывают. В связи с этим для оценки

надежности сложных систем применяется другой набор характеристик.

Готовность или коэффициент готовности означает долю времени, в течение которого система может быть использована [1]. Готовность может быть улучшена путем введения избыточности в структуру системы: ключевые элементы системы должны существовать в нескольких экземплярах, чтобы при отказе одного из них функционирование системы обеспечивали другие.

Другим аспектом общей надежности является безопасность, то есть способность системы защитить данные от несанкционированного доступа. В сетях сообщения передаются по линиям связи, часто проходящим через общедоступные помещения, в которых могут быть установлены средства прослушивания

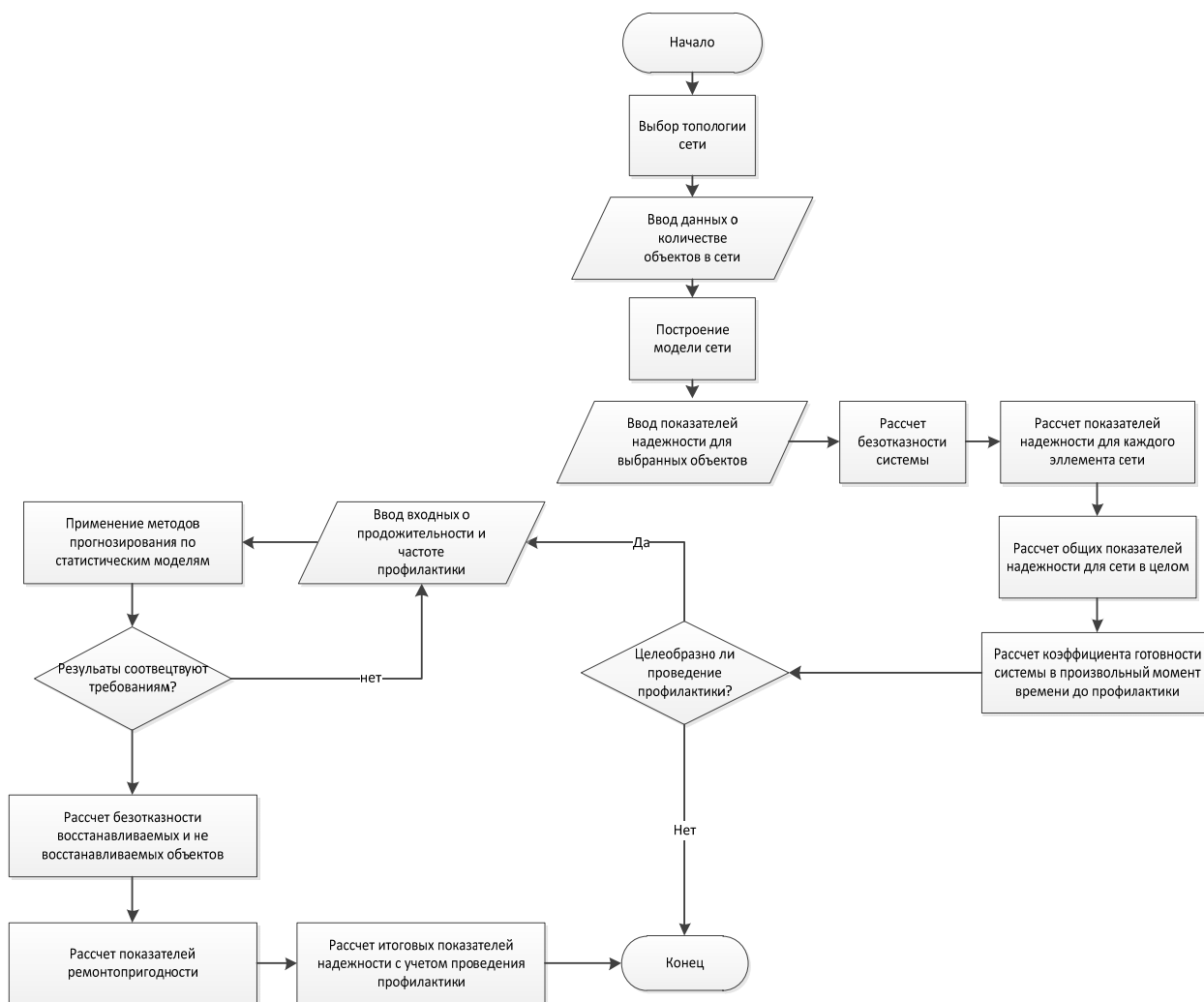
линий. Другим уязвимым местом могут быть оставленные без присмотра персональные компьютеры. Кроме того, всегда имеется потенциальная угроза взлома защиты сети от неавторизованных пользователей, если сеть имеет выходы в глобальные сети общего пользования.

Еще одной характеристикой надежности является отказоустойчивость. В сетях под отказоустойчивостью понимается способность системы скрыть от пользователя отказ отдельных ее элементов. В отказоустойчивой системе отказ одного из ее элементов приводит к некоторому снижению качества ее работы, а не к полному останову. Так, при отказе одного из

файловых серверов в предыдущем примере увеличивается только время доступа к базе данных из-за уменьшения степени распараллеливания запросов, но в целом система будет продолжать выполнять свои функции [2].

Алгоритм для обеспечения надежности компьютерной сети приведен на рис.1. В нем учтены следующие основные характеристики сети:

1. Количество серверов.
2. Количество компьютеров клиентов.
3. Тип соединения.
4. Топологии сети.



Алгоритм обеспечения надежности компьютерной сети

Библиографические ссылки

1. Гуров С. В., Половко А. М. Основы теории надежности. 2-е изд., перераб. и доп. СПб. : БХВ-Петербург, 2006. 704 с.: ил.

2. Володин В. А. Программная реализация стратегий технического обслуживания сложных систем //

Современные проблемы авиации и космонавтики : материалы VIII Всерос. науч.-практ. конф. творческой молодежи : в 2 ч. Ч. 2. Красноярск : СибГАУ, 2012.

© Володин В. А., 2013

УДК 004.42

А. С. Давыдов
Научный руководитель – И. А. Кудрявцев
Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королёва
(национальный исследовательский университет), Самара

ПОЛУЧЕНИЕ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ С ДАТЧИКОВ УСТРОЙСТВА НА БАЗЕ ОС ANDROID

Работа посвящена разработке и отладке Android приложения, осуществляющего сбор данных с датчиков устройства с последующей передачей информации по протоколу Wi-Fi на ПК.

В настоящее время широкую популярность приобрела операционная система Android, разработанная для мобильных телефонов. Она подходит для создания приложений с использованием аппаратных датчиков, и располагает широкими возможностями по измерению и хранению кинематических параметров устройства и электромагнитных характеристик окружающей среды.

Целью работы является разработка и программная реализация алгоритмов, собирающих и передающих на ПК информацию от датчиков устройства работающего под управлением операционной системы Android. Выбор алгоритмов и способов их реализации определяется техническими особенностями устройства – набором датчиков и операционными возможностями.

Задачами разрабатываемого приложения являются сбор данных и система определения положения и кинематики устройства.

Данное приложение может рассматриваться в качестве прототипа для разработки устройства сбора и передачи информации об окружающей среде. Так как в последнее время все большую популярность приобретают микро- и наноспутники, назначением которых является получение и передача информации о Земле и околоземном пространстве, то конечное устройство можно было бы использовать в таких спутниках.

Практически на всех Android устройствах установлены микроэлектромеханические датчики (MEMS), они бывают двух типов: реальные (дают исходные данные) и виртуальные (обеспечивают необходимый уровень абстракции между кодом приложения и низкоуровневыми компонентами устройства) [3].

Описываемое в работе Android-приложение для получения и накопления информации с датчиков движения, написано на языке Java в среде Eclipse с ADT плагином (API 9). В работе задействовались датчики `Sensor.TYPE_ACCELEROMETER` и `Sensor.TYPE_ROTATION_VECTOR`. Первый датчик является акселерометром, это сфера с множеством секций пьезоэлементов. Внутри сферы расположен шарик, который давит на одну из секций, и, в зависимости от направления и силы давления, устройство вычисляет ускорение. Второй датчик является виртуальным, он вычисляет угол поворота системы координат устройства (связанной с устройством) относительно глобальной системы координат (связанной с Землёй) используя акселерометр, магнитометр и гироскоп [1].

При написании приложения использовались следующие основные классы и интерфейсы:

`SensorManager` – используется для создания экземпляра службы датчиков. Предоставляет различные методы для доступа к различным датчикам, регистрации и отмены регистрации прослушивателей событий датчиков и т. п.

`Sensor` – используется для создания экземпляра определенного датчика.

`SensorEvent` – используется системой для публикации данных датчика. Включает необработанные значения данных датчика, тип датчика, точность данных и штамп времени.

`SensorEventListener` – предоставляет методы обратного вызова для получения уведомлений от класса `SensorManager` при изменении данных датчика или точности датчика [3].

Отладку приложения целесообразно проводить на базе аппаратной платформы, на которой будет реализовано конечное устройство, или на базе так называемых отладочных плат. Отладка программы проводилась на одноплатном компьютере `DevKit8500D` с расширенными мультимедийными и коммуникационными возможностями на базе высокопроизводительного процессора `DM3730 Texas Instruments`, (ядро `ARM Cortex-A8` с тактовой частотой `1000 МГц`) [2].

На `DevKit8500D` установлены два датчика: трёхосевой акселерометр `Lis302DL` от `STMicroelectronics` и магнитный электронный компас `AK8973` от `Asahi Kasei Microdevices`

`LIS302DL` – многофункциональный датчик ускорения для создания бесконтактных интерфейсов в современных устройствах. Отличительные черты этих приборов – низкое потребление энергии (`1 мВт`) и высокая устойчивость к вибрации и ударам с ускорением до `10000g`. Для считывания данных выбирается один из двух доступных стандартных интерфейсов – `SPI` или `I2C`. Кроме того, имеются два независимых порта для вывода программируемых сигналов прерывания. Оба сигнала используются для контроля превышения установленных пользователем порогов для любых значений в диапазоне измеряемых ускорений. Основные параметры: напряжение питания – `Uпит = 2,16...3,60`; диапазон измерения `g – ±2/±8`.

`AK8973` – представляет собой монолитный кремниевый 3-осевой компас на основе сенсорной структуры Холла с круговым интегрированным магнитоконцентратором под которым по периферии размещены восемь спаренных элементов Холла. Для считывания данных используется интерфейс `I2C`. Датчик

включает в себя 8-битный АЦП и ЦАП. Основные параметры: напряжение питания- Упит = 2,5...3,6; диапазон измерения $\pm 2\ 000$ мкТл.

Полученное таким образом приложение позволяет определять ориентацию устройства в пространстве, его ускорение, и записывать все полученные данные в .csv файл на SD карту, затем отправляя их на заданный E-mail по протоколу Wi-Fi. Для .csv файла на SD карте необходимо 100КБ свободного места. Также результаты можно передавать с помощью Bluetooth. Далее полученные данные можно обработать: определить перемещение, скорость и углы поворота устройства.

Библиографические ссылки

1. Голощапов А. Л. Google Android. Программирование для мобильных устройств. СПб.: БХВ-Петербург, 2011.
2. Давыдов А. С. Разработка программного обеспечения для работы под управлением ОС Android // Тр. Всерос. конф. Самара: СГАУ, 2012.
3. Майер Р. Android 2. Программирование для планшетных компьютеров и смартфонов. М. : Эксмо, 2010.

© Давыдов А. С., 2013

УДК 004.415.2.031.43

А. Ф. Догадин

Научный руководитель – К. В. Богданов

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ РАССЫЛКИ SMS-СООБЩЕНИЙ

Рассматривается планирование проектирования системы, которая сможет принимать, рассылать и отвечать на SMS-сообщения. Также в статье описываются основные функции системы, изображены предварительные диаграммы прецедентов и классов.

SMS-маркетинг – одно из наиболее актуальных направлений в сфере современной рекламы. Массовая рассылка SMS позволяет быстро и качественно донести до клиента всю необходимую информацию. На сегодняшний день массовая рассылка сообщений обеспечивает рекламное продвижение товаров и услуг и информационную поддержку различных областей бизнеса. Особенно востребована SMS-рассылка в сфере торговли, страховой и банковской деятельности.

Таким образом, программа позволяющая создавать SMS-рассылки, а также способная отвечать на некоторым образом структурированные SMS-сообщения будет востребована на рынке и может принести немалую прибыль для фирм.

Основными функциями данной системы будут обеспечение информацией клиентов, а так же сокра-

щение нагрузки на сервисные центры фирм, посредством того, что часть вопросов возможно будет решить путем составления запроса к системе по SMS.

Диаграмма прецедентов проектируемой системы изображена на рис. 1.

Предварительная диаграмма классов изображена на рис. 2.

Стоит отметить, что существующие аналоги проектируемой системы представляют собой интернет-сервисы. Они достаточно дорогие и их использование очень сильно зависит от интернет-шлюза поставщика услуг. Кроме того, данные сервисы могут использоваться только для создания SMS-рассылок заданным адресатам. Данная программа позволит не только рассылать информационные SMS-сообщения клиентам, но и отвечать на структурированные запросы независимо от интернета.

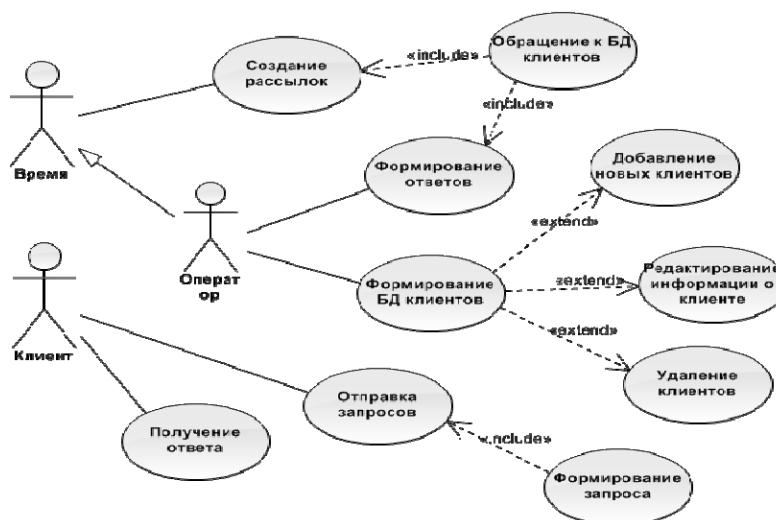


Рис. 1. Диаграмма прецедентов

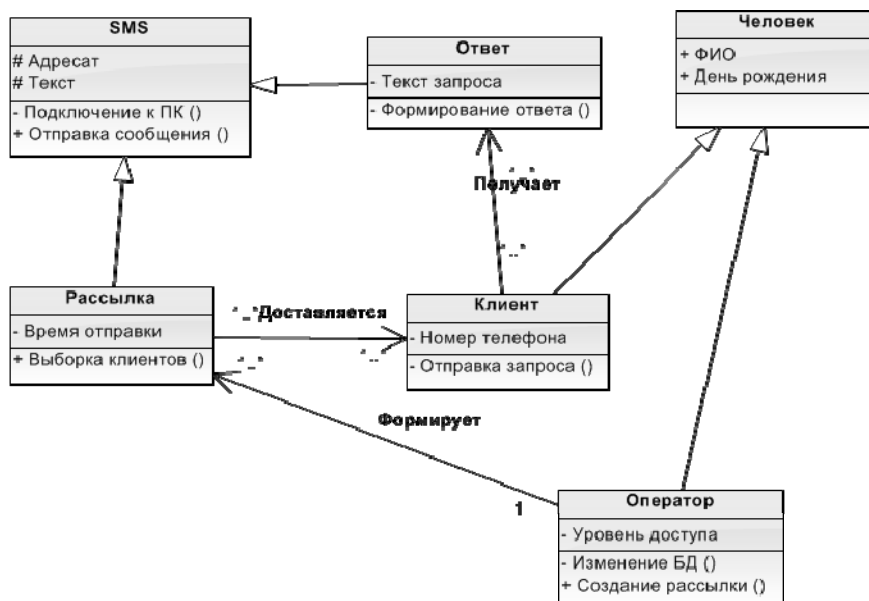


Рис. 2. Предварительная диаграмма классов

© Догадин А. Ф., 2013

УДК 4.896

А. Д. Ермолаев

Научный руководитель – О. П. Солдатова

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королева
(национальный исследовательский университет), Самара

ВЛИЯНИЕ АЛГОРИТМОВ ОБУЧЕНИЯ И ГЕНЕРАЦИИ ТОПОЛОГИИ СЕТИ КОХОНЕНА НА ПОГРЕШНОСТЬ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КЛАССИФИКАЦИИ

Исследовано влияние различных алгоритмов обучения на погрешность решения задачи классификации, также был рассмотрен вопрос генерации топологии нейронной сети Кохонена.

Исследования по искусственным нейронным сетям связаны с тем, что способ обработки информации человеческим мозгом принципиально отличается от методов, применяемых обычными цифровыми компьютерами. Мозг представляет собой чрезвычайно сложный, нелинейный, параллельный компьютер. Он обладает способностью организовывать свои структурные компоненты, называемые нейронами, так, чтобы они могли выполнить конкретные задачи (такие как распознавание образов, обработку сигналов органов чувств, моторные функции) во много раз быстрее, чем могут позволить самые быстродействующие компьютеры. Мозг имеет совершенную структуру, позволяющую строить собственные правила на основе опыта. Опыт накапливается с течением времени.

Алгоритмы обучения, используемые для обучения нейронных сетей Кохонена, называются алгоритмами обучения без учителя. Подобные алгоритмы применяются в тех случаях, когда нет эталонных выходных значений для входных векторов.

Целью обучения сети с самоорганизацией на основе конкуренции, считается такое упорядочение нейронов, которое минимизирует значение отклонения вектора весов от входного вектора x . При p входных

векторах x эта погрешность в евклидовой метрике может быть выражена в виде

$$E_q = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^p \|x_i - w_{w(t)}\|^2, \quad (1)$$

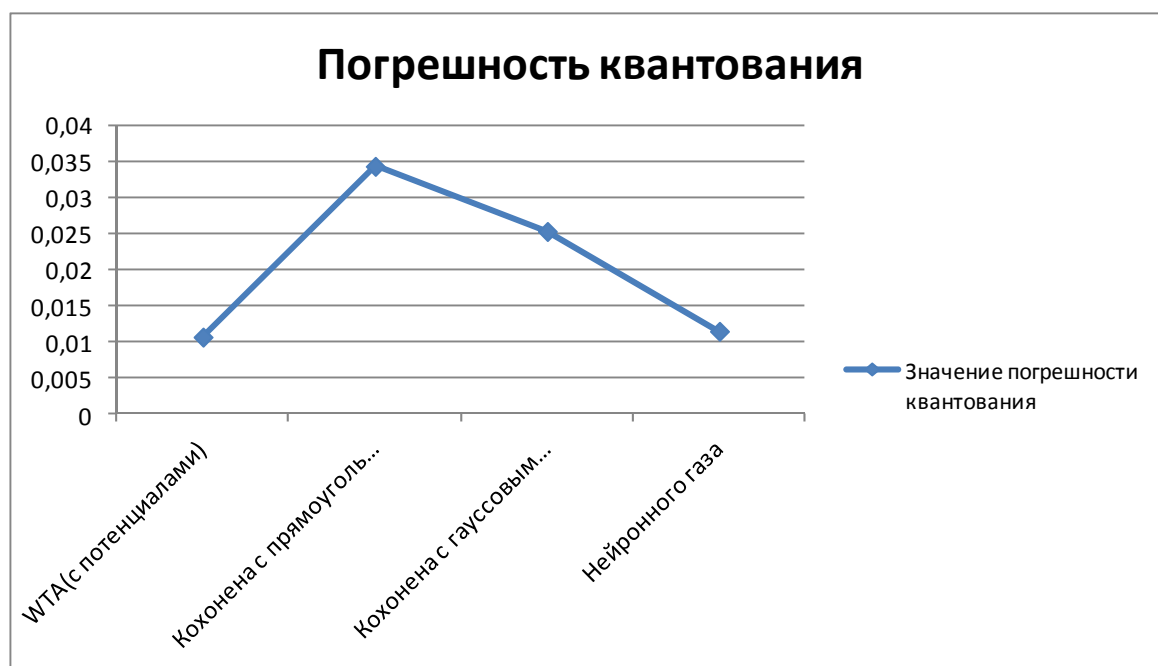
где $w_{w(t)}$ – это вес нейрона-победителя при предъявлении вектора x_i [1].

В работе обучение нейронных сетей производилось с помощью алгоритмов:

- WTA (учитывающий активность нейронов);
- Кохонена с прямоугольным соседством;
- Кохонена с гауссовым соседством;
- алгоритма нейронного газа.

В ходе проектирования необходимо было определить предметную область для классификации. В качестве тестовой задачи была выбрана область «автомобили».

Объективное количественное сравнение результатов самоорганизации можно получить при сопоставлении расчетной погрешности квантования согласно формуле (1). Данные по зависимости расчетной погрешности квантования от алгоритма приведены на рисунке.



Зависимость значения погрешности от алгоритма

Алгоритм нейронного газа наряду с алгоритмом WTA, учитывающим активность нейронов, показал себя одним из наиболее эффективных средств самоорганизации нейронов в сети Кохонена. При соответствующем подборе параметров управления процессом можно добиться очень хорошей организации сети при скорости функционирования, превышающей скорость, достижимую в классическом алгоритме Кохонена.

До сих пор остается открытым вопрос влияния топологии сети Кохонена на результат решения задачи классификации. Известные на сегодняшний день способы определения оптимальной топологии основаны на эвристических методах исследования и носят рекомендательный характер.

Существует алгоритм, позволяющий определять оптимальные параметры нейронной сети n -мерной топологии на основе расчета фрактальной размерности аттрактора по временному ряду, позволяющий оценить минимальное число существенных динамических переменных, необходимых для описания на-

блюдаемых процессов. В соответствии с теоремой Такенса определяется размерность фазового пространства, в котором траектория движения системы не содержит точек самопересечения [2].

В дальнейшем в ходе выполнения работы планируется реализовать упомянутый выше алгоритм и провести исследование зависимости влияния топологии сети Кохонена на погрешность решения задачи классификации.

Библиографические ссылки

1. Осовский С. *Нейронные сети для обработки информации* / пер.с польского И. Д. Рудинского. М.: Финансы и статистика, 2002. 344 с.
2. Гаврилов А. И., Евдокимов П. В. *Определение оптимальных параметров нейронной сети при построении математических моделей* // Вестник ИГЭУ. 2007. Вып. 4.

© Ермолаев А. Д., 2013

УДК 629.7.05

М. А. Иванов, М. Б. Лыткин

Научный руководитель – А. Н. Ловчиков

ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнева, Железнодорожск

ДИАГНОСТИКА СЕТИ SPACEWIRE

Рассмотрен способ улучшения диагностики перспективной сети SpaceWire путем применения метода управления сетью InfiniBand.

Перспективным системообразующим интерфейсом современных космических аппаратов (КА) считается интерфейс SpaceWire. Однако на текущий момент надежность сети на основе SpaceWire не подтверждена, сам же стандарт ECSS-E-50-12C регламентирует только диагностику сети на уровне линий связи.

Для дополнения стандарта SpaceWire рассмотрим модель управления сетью InfiniBand (IB). Управление сетью InfiniBand [1] строится на четырех основополагающих концепциях:

- 1) управление устройствами;
- 2) агенты;

- 3) схемы сообщений;
- 4) набор специальных сообщений.

Агенты – средства для установки и запроса различных внутренних параметров адаптеров каналов и коммутаторов.

Менеджеры позволяют контролировать и проверять различные аспекты подсетей или устройств конфигурирования и управления.

Схемы сообщений позволяют осуществить связь между менеджерами и агентами, и, в некоторых случаях, между агентами.

Специальные сообщения и последовательности сообщений определены в условиях содержания сообщения и объединяют необходимые действия.

Спецификация операций управления строится на основе специальных пакетов, которые могут появлять-

ся в сети и специфицировать действия связанные с этими сообщениями.

Сеть IB подразделяется на подсети. Каждая подсеть имеет свой отдельный менеджер подсети. Каждый менеджер подсети располагается на порте адаптера канала или коммутаторе и может быть представлен как в виде аппаратной части, так и программно. На каждый порт приходится только один менеджер. Модель управления сети IB представлена на рис. 1.

Любой коммутатор, адаптер канала или роутер может поддерживать Управляющий менеджер. Также может быть несколько менеджеров в одной сети (см. рис. 2).

Рассмотрев строение сетей InfiniBand и изучив организацию управления подсетями, можно привести в сеть SpaceWire [2] некоторые дополнения.

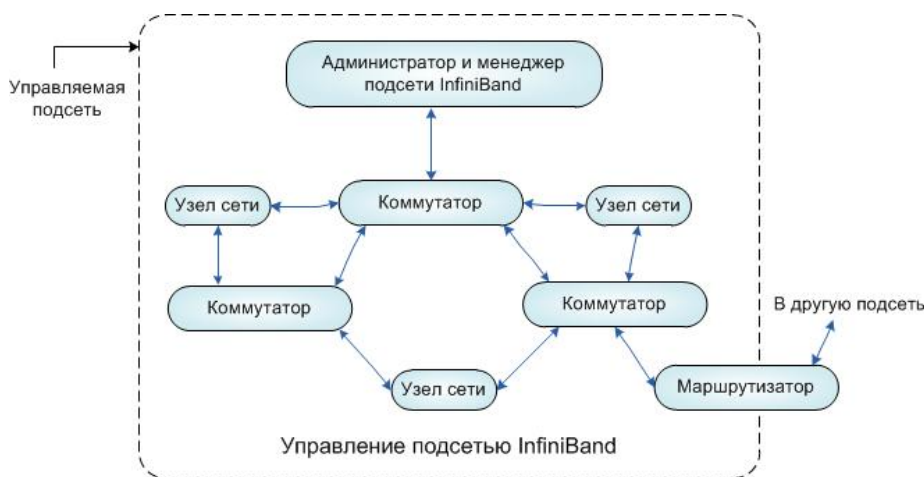


Рис. 1. Модель управления

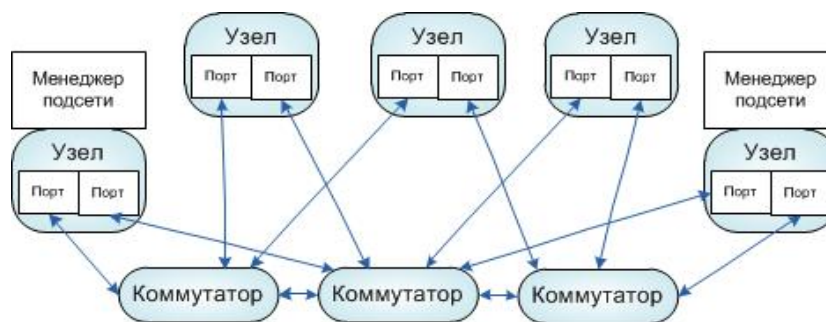


Рис. 2. Типичное взаимодействие менеджера подсети и агента

В сетях SpaceWire также как и в сетях InfiniBand происходит разбиение на подсети.

При администрировании большой сети встает вопрос о необходимости автоматизации процесса управления ею, введения систем мониторинга и самовосстановления.

В систему мониторинга сети SpaceWire могут быть включены следующие функции:

- определение неисправностей в сети;
- определение подключения новых устройств (что является актуальным на перспективных космических аппаратах, участвующих в стыковке с целью дозаправки и/или замены вышедших из строя модулей);
- определение типа подключаемых устройств;

- настройка устройств для функционирования в составе сети;
- отслеживание основных параметров функционирующих устройств;
- реконфигурация и управление комплектностью устройств в случае сбоев и отказов.

Применяя в сети SpaceWire опыт сетей InfiniBand для осуществления функций мониторинга можно создать систему менеджеров подсетей.

Основным назначением главного менеджера сети SpaceWire должно стать:

- проверка физической топологии сети;
- осуществление изменений в таблицах маршрутизации и логической адресации устройств;

– настройка устройств, в случае их подключения.

Агентами сети в данном случае будет служить встроенное программное обеспечение (ПО) устройств, входящих в состав сети.

Для управления сетью IB используются пакеты различных типов. Для того чтобы создать подобную систему для сети SpaceWire можно использовать RMAP [3] – пакеты, так как они поддерживаются уже имеющимся встроенным ПО.

Создание системы мониторинга сети SpaceWire поможет сократить число сбоев в работе систем, за счет немедленного реагирования на отключение устройств, повысит скорость настройки сети, за счет распознавания подключаемых устройств, исключит

ошибки при настройке связанные с человеческим фактором.

Библиографические ссылки

1. *InfiniBand Architecture Spacification Volume 1. October 2004.*

2. *ECSS-E-50-12C. SpaceWire – Links, nodes, routers and networks. – European Cooperation for Space Standardization (ECSS). 2008. 31 July.*

3. *ECSS-E-ST-50-52C. Remote Memory Access Protocol – European Cooperation for Space Standartization (ECSS). 2010. February.*

© Иванов М. А., Лыткин М. Б., 2013

УДК 004.032.26

Ю. А. Истомина

Научный руководитель – В. В. Тынченко

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАЗРАБОТКА БИБЛИОТЕКИ КЛАССОВ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ПОДБОРА НАИЛУЧШЕЙ СТРУКТУРЫ ИНС

Рассматривается реализация библиотеки классов на языке C# для работы с генетическими алгоритмами, которые позволяют обучать ИНС и выбирать ее эффективную структуру.

Сегодня для решения различных практических задач используются искусственные нейронные сети (ИНС). Такими задачами являются: моделирование фрагментов электрической цепи, определение злокачественности опухоли, классификация данных, полученных со спутников, распознавание типов текстур, прогноз стоимости недвижимости.

В связи с популярностью ИНС была спроектирована и реализована система нейросетевого моделирования *NetworkModeler* [1]. Система *NetworkModeler* предназначена для создания нейросетевых моделей полносвязной нейронной сети с прямым распространением сигнала. В систему встроена функция подбора наилучшей структуры ИНС под решаемую задачу. Подбор структуры осуществляется путем обучения всевозможных структур и выявления наилучшей. Так как процесс обучения ИНС занимает значительное количество времени, встала необходимость сократить количество обучаемых структур. Анализируя проблемы нейросетевого моделирования, был обоснован выбор эволюционного подхода для подбора наилучшей структуры ИНС [2].

Для реализации генетического алгоритма (ГА), автоматизирующего подбор наилучшей архитектуры ИНС, необходимо решить следующие задачи:

1. Познакомиться с существующими модификациями ГА.
2. Изучить программное обеспечение, реализующее ГА.
3. Выделить модификаций ГА для реализации.
4. Спроектировать библиотеку классов для работы с ГА.

5. Разработать библиотеку классов для работы с ГА.

6. Реализовать тестовое решение для оценки работоспособности ГА.

Самым популярным программным обеспечением, позволяющим реализовывать и использовать генетические алгоритмы, является *Evolver* (приложение к *Microsoft Excel*)[3] и *Genetic Algorithm Tool* (приложение *Optimization Tool* среды *Matlab*)[4].

Перед разработкой собственной библиотеки классов было проведено исследование модификаций ГА в указанном ПО с целью выявления наилучших методов селекции, мутации, скрещивания. По результатам исследования можно сделать следующие выводы:

1. Выбор метода селекции не влияет на надежность генетического алгоритма. Все методы нашли решение с заданной точностью. Самым эффективным методом селекции по количеству итераций и точности решения оказалась турнирная селекция (размерность турнира 4).

2. Сравнение методов мутации показало, что случайная мутация (выбор случайным образом компоненты векторов из допустимого диапазона) является наименее надежным – 80 процентов удачных запусков. Самая высокая точность у адаптивной мутации, однако, требуется наибольшее количество итераций для поиска оптимального решения.

3. Операторы скрещивания равномерное, одноточечное, двухточечное дают одинаковую точность порядка 10^{-2} .

Тестирование ГА в рассмотренных программах дало хорошие результаты, однако, не смотря на это, будет трудно реализовать универсальный алгоритм

автоматического подбора структуры ИНС для различных задач в данных программах.

Таким образом, для реализации в библиотеке классов были выбраны следующие методы:

Селекции – пропорциональная, ранговая, турнирная, элитарная.

Скрещивания – одноточечное, двухточечное, равномерное.

Мутации – случайная, адаптивная.

В библиотеке классов используется бинарное представление хромосом, основные классы представлены на рис. 1.

Основным классом является класс *GeneticAlgorithm*, содержащий набор различных методов мутации, селекции и скрещивания.

Для инкапсуляции логики работы с классом *GeneticAlgorithm* используется класс *GA Manager*, играющий роль интерфейса.

Чтобы работать с библиотекой классов, достаточно создать объект класса *GA Manager*, передать настройки генетического алгоритма и вызвать метод *Start()*.

Настройки генетического алгоритма содержатся в классе *GA Settings*, поля которого включают в себя элементы различных перечислений – *Mutation* (мутация), *Selection* (селекция), *Reproduction* (скрещивание), *Algorithm End* (условие выхода из алгоритма).

Класс *Common Delegate* обеспечивает присвоение нужной ссылки на функцию из *GeneticAlgorithm* в зависимости от выбранного элемента перечисления.

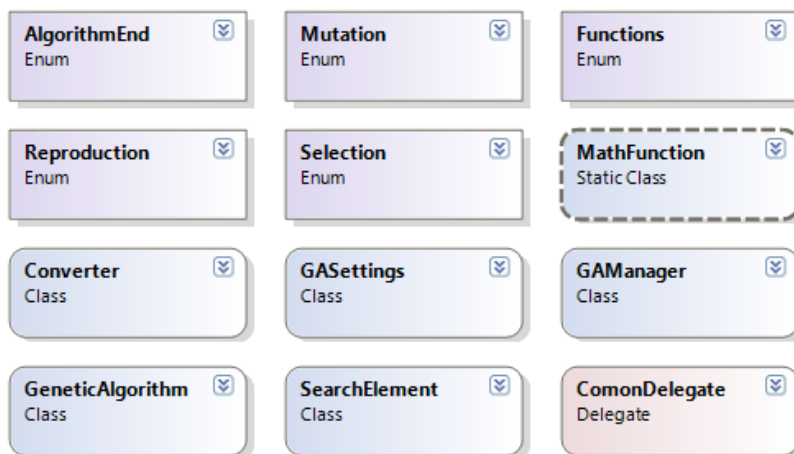


Рис. 1. Диаграмма классов библиотеки для работы с ГА

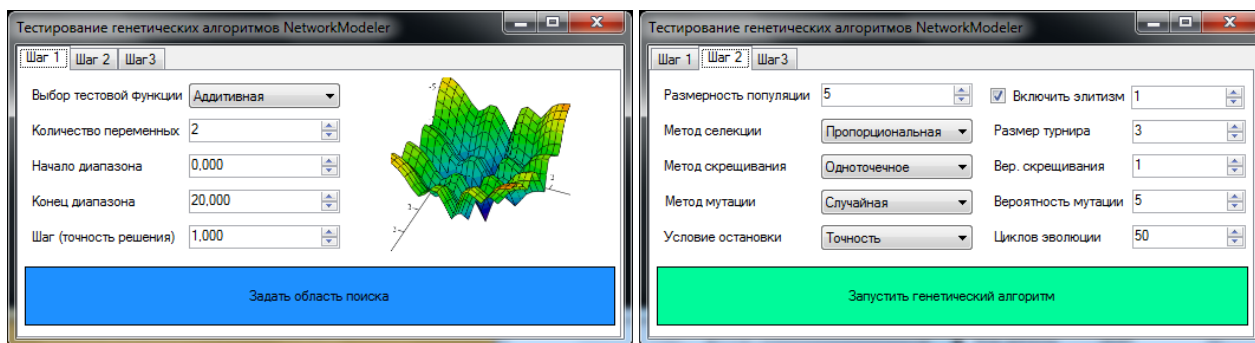


Рис. 2. а – Задание области поиска; б – Настройка параметров ГА

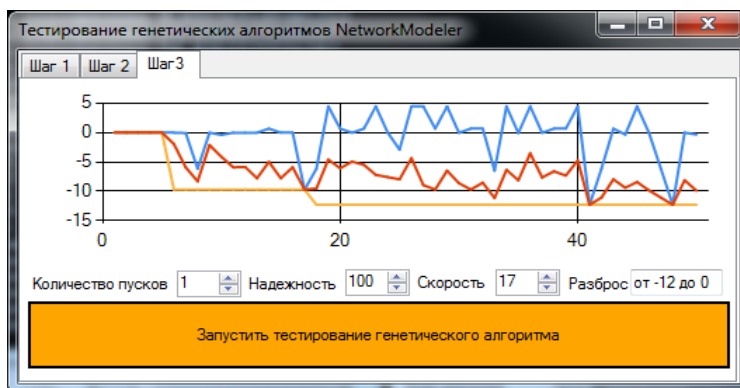


Рис. 3. Оценка созданного ГА

Существует и вспомогательный класс *Math Function* с математическими функциями для тестирования генетических алгоритмов. Доступные функции собраны в перечисление *Functions*.

Класс *Genetic Algorithm* работает с другими важными классами *Converter* (обеспечивает перевод из генотипа в фенотип и обратно) и *Search Element* (элемент области поиска).

В состав библиотеки классов входит приложение для тестирования различных модификаций ГА. Использование тестового приложения составляет всего три шага:

1. Выбрать функцию для оптимизации и задать область поиска (рис. 2, а).

2. Настроить параметры ГА или оставить по умолчанию (рис. 2, б).

3. Запустить тестирование ГА и оценить результаты (рис. 3).

На рис. 3 изображен пример решения задачи минимизации аддитивной функции. График показывает зависимость функции приспособленности от номера поколения. Нижняя линия отображает изменение минимума, верхняя линия представляет максимальное значение функции приспособленности, средняя – среднее значение в поколении. Как видно из графика минимальное значение найдено в 17 поколении.

Использование библиотеки классов позволит подбирать структуру ИНС в автоматизированном режиме с помощью генетического алгоритма.

В дальнейшем планируется применять данную библиотеку для обучения нейронной сети произвольной архитектуры, что во многом увеличит функциональность системы нейросетевого моделирования *NetworkModeler*.

Библиографические ссылки

1. Истомина Ю. А., Тынченко В. В. Система автоматизации проектирования искусственных нейронных сетей послойной архитектуры // Решетневские чтения : материалы XVI Междунар. науч. конф. (10–12 нояб. 2011, г. Красноярск) : в 2 ч. / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2012. С. 611–612.

2. Истомина Ю. А. О проблематике моделирования нейронных сетей произвольной архитектуры // Решетневские чтения : материалы XVI Междунар. науч. конф. (10–12 нояб. 2011, г. Красноярск) : в 2 ч. / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2012. С. 609–610.

3. *EvoIver для оптимизации на основе генетических алгоритмов*. URL: <http://www.palisade.com/>.

4. *Genetic Algorithm and Direct Search Toolbox*. URL: <http://matlab.exponenta.ru/>.

© Истомина Ю. А., 2013

УДК 681.3.06

С. В. Колесников.

Научный руководитель – А. Г. Зотин
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АЛГОРИТМЫ ГЕНЕРАЦИИ ЛАНДШАФТА

Рассматриваются вопросы генерации алгоритм и оптимального алгоритма.

В настоящее время медиа и игровая индустрия очень развиты, и они пытаются использовать все возможности современных компьютеров в различных аспектах. Одной из задач является создание пейзажа или ландшафта, на котором происходят какие-либо события. Эта задача часто встречается при моделировании различных пространств. И Широко применима в кино или игровой индустрии, а также в программах моделирующих поведение различных объектов. Но каким образом формируется пространство?

Для генерации пространства существует три основных подхода: Холмовой, шум Перлина, Фрактальный. Холмовой алгоритм очень просто и заключается в конечном создании холмов в определённой области. В ходе чего и получается сформировано пространство. В зависимости от параметров создаваемых холмов можно создать как скалистую, так и долинистую поверхность. Шум Перлина основывается на функциях и закономерностях выведенных Перлином [2]. Его основная идея состоит в том, что можно брать какую

либо функцию изменять частоту и амплитуду для данной функции, а потом складывать результаты. Это математически очень сложный метод и требует много вычислительных ресурсов, но при выборе интересных функций можно получить наиболее приближенные пейзажи к реальности. Фрактальный метод основан на теории фракталов. В начале задаются точки пиков к верхних так и низких, после чего с каждым шагом рассчитываются значения для соседних точек между пиками с последующем разбиением пространства на более детальное [1]. И так до тех пор, пока не будет достигнута нужная дискретизация пространства. Данный метод очень хорошо подходит для создания карт пространств, при генерации самого пространства данным методом возникают математические сложности в устранение резких перепадов высот.

При сравнение всех методов между собой математической сложностью особо выделяется фрактальный алгоритм. Так как для его правильной работы необходимо разбивать пространство на равные части, что не

всегда возможно наипростейшим образом. Метод шумов Перлина основан на различных графиках и без сглаживания выглядит очень ребристым и зашумлённым его лучше всего применять с методами сглаживания. Холмовой же алгоритм основан на конечном генерирование холмов в пространстве, что делает его очень реалистичным и вычислительно лёгким.

Библиографические ссылки

1. Мортин К. В. Методы и алгоритмы генерации синтезированных ландшафтов. 1-е изд, СПб. : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. 112 с. : ил.
 2. Грег С. Н. Создание 3D-ландшафтов в реальном времени с использованием C++ и DirectX. 2-е изд., перераб. и доп. СПб. : КУДИЦ-Образ, 2006. 368 с.: ил.

© Колесников С. В., 2013

УДК 004.932

М. С. Косарев
 Научный руководитель – В. В. Вдовенко
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ТОРГОВЛИ ДЛЯ ВАЛЮТНОГО РЫНКА «ФОРЕКС»

Рассмотрены роль автоматической торговли для межбанковского валютного рынка «Форекс».

Для правильной, а значит, прибыльной работы на любом финансовом рынке необходимо уметь прогнозировать движение цен. При прогнозировании любого финансового рынка используются различные виды анализа.

Фундаментальный анализ - анализ экономического состояния стран происхождения валют (США. Япония. Германия. Великобритания и Швейцария), политических событий и слухов. В случае работы с акциями предприятий, кроме макроэкономического анализа, необходим микроэкономический анализ. На товарных рынках продовольствия, например, нужно еще отслеживать погодные условия:

Технический анализ основан на уверенности в том, что «рынок учитывает все», и следовательно, в поведении цен уже заложен учет всех существенных факторов. Если рынок действительно является рынком, то его движения складываются как результат решений большого числа участников, в сумме и располагающих всей доступной информацией, которую они используют в принятии решений о своих операциях. Результат этих решений – поведение цены, и наблюдая за ними Вы имеете доступ ко всей рыночной информации. Технический анализ дает огромное количество инструментов, позволяющих из графиков цен вывести полезные предсказания.

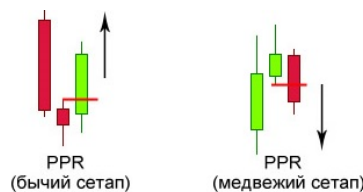
Психологический анализ – анализ ожиданий и предпочтений участников рынка.

Трейдер – это человек, который занимается торговлей на бирже: покупает и продает акции, облигации и другие ценные бумаги и их производные, получая прибыль от изменения курсов ценных бумаг. Таким образом, можно ответить на вопрос, что такое трейдер и так: трейдер – это спекулянт на рынке Форекс, главной задачей которого является получение прибыли на том, чтобы купить валюту дешевле, а продать дороже, и наоборот.

В связи с популяризацией межбанковского валютного рынка «Форекс», необходимо создать систему, которая будет производить торговлю, без участия че-

ловека. В настоящее время существует проблема создания максимально эффективной торговой стратегии, которая будет учитывать все факторы для анализа межбанковского валютного рынка.

Предлагаемая система основывается на техническом анализе, а если быть точнее, то на графическом анализе. Система ищет первый вход в рынок на основании паттернов. Паттерн – это комбинация из



Примеры:



Пример нахождения первого сигнала для входа в рынок

нескольких ценовых баров, и в случае если данная комбинация образуется, мы получаем очень точный сигнал для входа в рынок. На рисунке приведен пример нахождения точки (PPR), где заключить сделку возможно выгоднее всего, то Паттерн, состоящий из трех баров. Возникает, как правило, после быстрого тренда.

В медвежьем паттерне цена, двигаясь вверх устанавливает новый максимум. Следующий бар своим максимумом не выходит за максимум предыдущего бара, а закрывается ниже его минимума. И как только 3 бар на 1 пункт заходит выше, чем второй бар, открывается сделка.

В бычьем паттерне цена, двигаясь вниз, устанавливает новый минимум. Следующий бар своим ми-

нимумом не выходит за минимум предыдущего бара, а закрывается выше его максимума.

Таким образом, предложенная система позволяет без участия человека находить наилучшие точки входа в рынок, а так как рынок FOREX работает 24 часа в сутки, это поможет находить абсолютно все входы в рынок без потерь.

Библиографические ссылки

1. Неруш Ю. М. *Логистика : учебник для вузов*. М. : Юнити, 2008. 389 с.

2. Родкина Т. А. *Информационная логистика*. М. : Экзамен, 2006. 288 с.

© Косарев М. С., 2013

УДК 004.932

М. С. Косарев

Научный руководитель – В. В. Вдовенко

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОЦЕНКА ДОХОДНОСТИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА И ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ МЕЖБАНКОВСКОГО ВАЛЮТНОГО РЫНКА

Предложена система автоматического мониторинга и принятия решений, позволяющая получать стабильную доходность на межбанковском валютном рынке.

«Форекс» – самый молодой и динамично развивающийся из мировых финансовых рынков. Его историю принято вести с 1973 года, когда фиксированные курсы валют были заменены на плавающие, формирующиеся под влиянием рыночного спроса и предложения. За четверть века рынок прошел громадный путь, что позволило ему в наше время превратиться в самый крупный и одновременно емкий рынок с ежедневным оборотом более 2 трлн. долларов США. Такая ситуация обусловлена тем, что на сегодняшний день рынок «Форекс» обслуживает не только внешнюю торговлю, но и международное движение капиталов, а также выступает арендой для всяческих спекулятивных операций. Доля последних в общем объеме операций выросла за последнее десятилетие в несколько раз. Тому есть несколько причин. Во-первых, торговля на рынке ведется 24 часа в сутки, перемещаясь вслед за солнцем из Юго-Восточной Азии в Европу, а затем в Америку. Во-вторых, рынок чрезвычайно ликвиден, на нем постоянно присутствуют спрос и предложение. И, наконец, средние колебания основных валют составляют 1–2 % в день, что позволяет удачливым игрокам зарабатывать значительную прибыль. FOREX сегодня привлекает все больше и больше потенциальных инвесторов, постепенно выходя на первую роль, затмевая даже фондовый рынок.

Автоматическая торговая система" (АТС), «Механическая торговая система» (МТС), «Торговый робот», «Систематическая торговля», «автоматизированная торговля» и «алгоритмическая торговля» - это все термины, используемые в настоящее время трейдерами в отношении любой торговой функции. Инве-

стиционные банки, хеджевые фонды и частные трейдеры видят результаты, которые могут быть достигнуты некоторыми из автоматически торгующих хеджевых фондов, и соответственно также хотят развивать собственные систематические стратегии.

Систематический (автоматизированный) подход может предложить некоторые существенные преимущества по сравнению с традиционными дискретными торговыми методами. Ключевая трудность для институциональных участников рынка заключается в том, что результаты торговли дискретных трейдеров очень трудно прогнозировать. Даже трейдеры с многолетней историей хорошего соотношения прибыли и потерь очень восприимчивы к внешним факторам, которые могут быть разрушительными для «интеллектуального багажа», от которого зависит их работа.

В связи с популяризацией межбанковского валютного рынка «Форекс», необходимо создать систему, которая будет производить торговлю, без участия человека. В настоящее время существует проблема создания максимально эффективной торговой стратегии, которая будет учитывать все факторы для анализа межбанковского валютного рынка.

Для достижения цели были поставлены и решены следующие задачи:

– Исследование механизма функционирования мирового валютного рынка «Форекс».

– Выявление основных подходов к прогнозированию валютных курсов и факторов, учитываемых при прогнозировании.

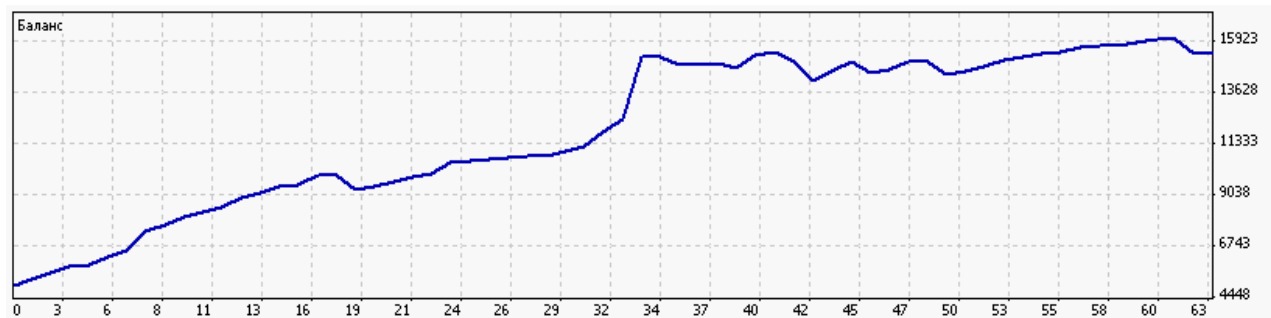
– Выявление общих принципов построения автоматической торговой системы, а также требований, предъявляемых к торговой системе.

– Разработка и апробация автоматической торговой системы.

Работа предлагаемой системы автоматического мониторинга и принятия решений была протестирована в брокерской фирме ООО «В профите», что по-

зволило сделать вывод о достижении стабильной доходности (рис. 1). Максимальная просадка не превысила 14 % от суммы депозита, а за 63 торговые недели депозит увеличился в 3 раза.

К сожалению не все системы автоматической торговли обладают таким важнейшим свойством, как стабильная доходность.



Отчет работы данной системы

Библиографические ссылки

1. Анализ финансовых рынков и торговли финансовыми активами / отв. ред. А. С. Кияница. СПб. : Питер, 2004. 240 с. : ил.

2. Берстайн П. Против Богов. Укрощение риска. М. : Олимп-бизнес, 2000. 248 с.

© Косарев М. С., 2013

УДК 004.93

М. А. Лаптева, К. М. Болдырев
 Научный руководитель – М. Н. Фаворская
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ ГЛАЗ НА ЛОКАЛИЗОВАННОМ ИЗОБРАЖЕНИИ

Предлагается система поиска глаз, которая базируется на алгоритме адаптированном под локализованные изображения. Система позволит улучшить качество распознавания глаз, повысить точность поиска, за счет использования в качестве входного параметра локализованного фото.

В настоящее время все более широкое распространение получают биометрические системы идентификации человека. Традиционные системы идентификации требуют знания пароля, наличия ключа, идентификационной карточки или иного идентифицирующего предмета, который можно забыть или потерять. В отличие от них биометрические системы основываются на уникальных биологических характеристиках человека, которые трудно подделать и которые однозначно определяют конкретного человека [1]. К таким характеристикам относятся отпечатки пальцев, форма ладони, узор радужной оболочки глаза. Необходимо разработать систему распознавания глаз на локализованном изображении для обеспечения идентификации людей на охраняемых производственных объектах. Такая система не будет требовать наличие идентифицирующего предмета, который можно забыть или потерять.

Задача нахождения глаз является очень важной частью программ по детектированию характерных точек на изображении лица, так как все другие задачи

детектирования характерных точек на лице (нос, рот, брови, подбородок) основываются на своих алгоритмах.

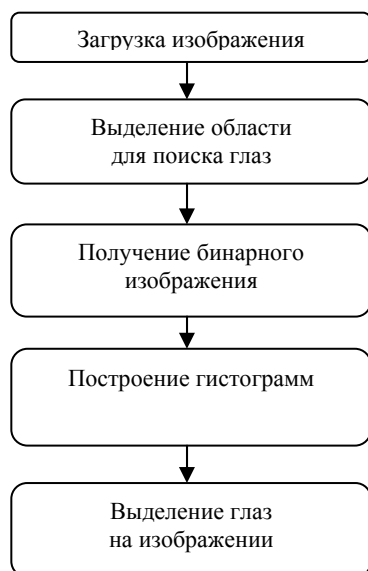
В настоящее время существует множество различных алгоритмов поиска глаз на изображении, у каждого из них имеются свои преимущества и недостатки. Некоторые из алгоритмов производят поиск глаз на нелокализованных изображениях, некоторые адаптированы только под локализованные фото. Для реализации был выбран алгоритм, адаптированный под локализованные изображения, так как он позволяет работать с меньшей областью изображения, что уменьшает погрешности ошибок поиска, а также позволяет использовать более точное приближение к области глаз [2].

Укрупненная блок-схема сегментации изображения глаз организована в виде линейной последовательности (рис.1). Разработанное приложение визуально состоит из одной формы, на которой находится анализируемое изображение, гистограммы и кнопки, позволяющие производить различные действия

над изображением для получения желаемого результата.

Основные функции программного продукта:

- а) загрузка изображения через диалоговое окно;
- б) перевод *RGB*-изображения в отдельные компоненты;
- в) получение бинарного изображения;
- г) построение гистограмм, позволяющих определить координаты глаз;
- д) выделение глаз на изображении.



Укрупненная блок-схема сегментации

В качестве входных данных выступает локализованное изображение, которое загружается с компьютера через диалоговое окно, после чего на выходе получаются бинарное изображение, гистограммы, необходимые для определения координат глаз, и изображение с выделенной областью глаз.

Система поиска глаз реализована в среде быстрой разработки приложений *RAD «Delphi»* [3], так как она имеет удобный и простой интерфейс и позволяет ускорить процесс разработки приложения.

Программный продукт был протестирован, после чего были обработаны исключения для возможной некорректной работы программы. Таким образом, при некорректном обращении пользователя к программному модулю будет выдаваться сообщение о той или иной ошибке. Разработанный программный продукт позволит обеспечить контроль доступа на охраняемых объектах.

Библиографические ссылки

1. Воробьев А. В., Швецов М. Н. Детектирование глаз. URL: http://www.4352.clan.su/_ld/3/350_GzZ.doc (дата обращения: 12.02.2013).
2. Тухтасинов М. Т. Алгоритмы локализации лица и определения его признаков на изображении. URL: http://www.iai.dn.ua/public/JournalAI_2004_2/Razdel1 (дата обращения: 12.02.2013).
3. Осипов Д. Графика в проектах Delphi : учеб. пособие. СПб. : Символ-Плюс, 2008. 340 с.

© Лаптева М. А., Болдырев К. М., 2013

УДК 004.942

С. К. Латыш

Научный руководитель – И. В. Лёзина

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королева (национальный исследовательский университет), Самара

АПРОКСИМАЦИЯ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ RBF-СЕТЬЮ С ЯДЕРНЫМИ ФУНКЦИЯМИ АКТИВАЦИИ.

Описана разработанная авторами система для аппроксимации случайных процессов RBF-сетями с тремя функциями активации: функцией Гаусса, квадратичной ядерной и ядром Епанечникова.

Случайные процессы имеют место в любом виде деятельности современной жизни: погрешности при измерениях, старение техники, человеческий фактор управления той или иной системой. Строго говоря, любой процесс стохастичен. Именно поэтому исследование случайных процессов так важно. И здесь на первое место выходит задача аппроксимации – нахождения функциональной зависимости для некоторого процесса по полученным данным об этом процессе.

Наиболее большой интерес составляет решение задачи аппроксимации при помощи ЭВМ: системы аппроксимации ортогональными функциями, системы аппроксимации методом деформированного многогранника, системы аппроксимации методом Ньютона и др.[1] Однако в данной работе предлагается прин-

ципально иной подход, основанный на использовании нейронных сетей.

Искусственные нейронные сети (ИНС) это математические модели, а также их программные или аппаратные реализации, построенные по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей – сетей нервных клеток живого организма. Для решения задачи аппроксимации случайных процессов были выбраны RBF-сети – ИНС, использующие в качестве активационных функций радиально-базисные (такие сети сокращённо называются RBF-сетями). Общий вид радиально-базисной функции можно описать уравнением (1) [2].

$$f(x) = \varphi\left(\frac{x^2}{\sigma^2}\right), \quad (1)$$

где x – вектор входных сигналов нейрона; σ – ширина окна функции; $\varphi(y)$ – убывающая функция (чаще всего, равная нулю вне некоторого отрезка).

Была разработана и протестирована прикладная программа, в рамках которой реализована RBF-сеть с 3-мя активационными функциями [2]: функция Гаусса, квадратичная ядерная функция и ядерная функция Епанечникова (формулы (2)–(4)) [2].

$$e^{-\frac{x-c}{2\sigma^2}}, \tag{2}$$

$$\frac{15}{16} \cdot \left(1 - \frac{x-c}{2\sigma^2}\right)^2, \tag{3}$$

$$0,75 \cdot \left(1 - \frac{x-c}{2\sigma^2}\right), \tag{4}$$

Интерфейс программы представлен на рис. 1.

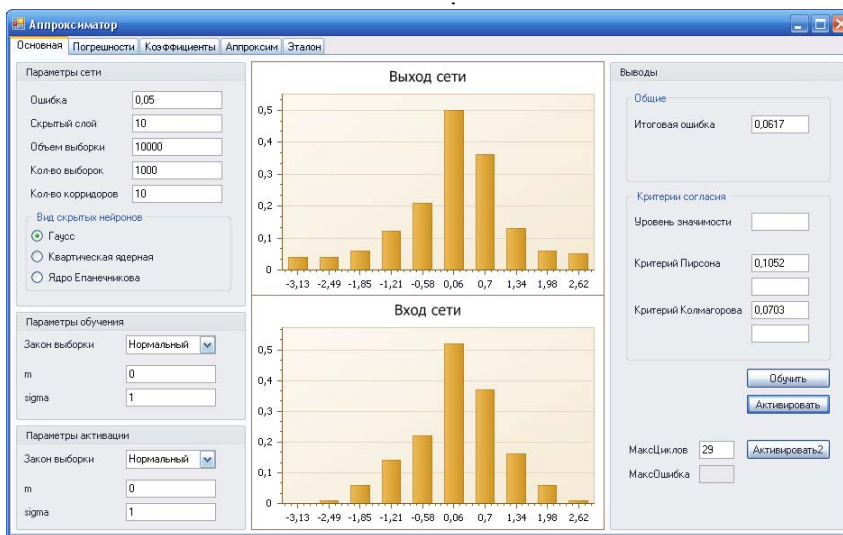


Рис. 1. Интерфейс программы

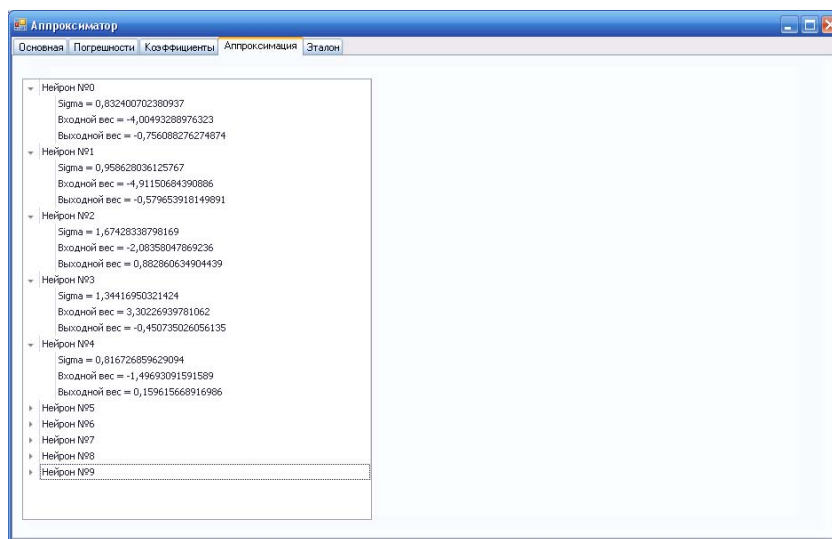


Рис. 2. Результат работы программы

Результатом работы программы является дерево с полученными параметрами нейронной сети, изображенное на рис. 2. Зная эти параметры и вид используемой функции активации можно получить функцию аппроксимации. Если обозначить функцию активации i -го нейрона как $f_i(x)$, то функцию аппроксимации $G(x)$ можно записать как в формуле (5).

$$G(x) = \sum_{i=1}^N \omega_{\text{вых}_i} \cdot f_i(x \cdot \omega_{\text{вх}_i}), \tag{5}$$

где N – число нейронов. Причем вместо параметра $S_{\text{в}}$ на каждом нейроне берется x .

Вывод: разработана и протестирована прикладная программа, способная аппроксимировать случайные процессы.

Библиографические ссылки

1. Прохоров С. А. Аппроксимативный анализ случайных процессов. 2-е изд., перераб. и доп. / СИЦ РАН, 2001. 125 с.
2. Хайкин С. Нейронные сети полный курс. М. : Вильямс, 2006. 1104 с.

УДК 004.9

А. С. Лисица, Д. В. Щеголькова, Е. И. Орешкина
 Научный руководитель – А. Г. Зотин
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ТЕХНИЧЕСКИЕ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ВИЗУАЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОННОГО ДИДАКТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

Рассматриваются технологии реализации интерактивной виртуальной доски – программного аналога современных средств представления электронного материала.

Большой популярностью в образовании в наше время пользуются интерактивные доски. Они полностью отвечают всем требованиям, предъявляемым к обычным доскам, и во многом явно превосходят их. Их основным недостатком является высокая цена [1]. Поэтому был предложен более экономичный вариант.

Виртуальная интерактивная доска аппаратно реализуется посредством связи проектора, ПК и планшетного компьютера [2]. На ПК устанавливается серверная часть приложения, реализующая функциональную часть программного продукта. Она отвечает за визуализацию электронного дидактического материала и за выполнение команд, полученных с планшетного компьютера. Клиентская часть приложения выполняется на планшетном компьютере под управлением ОС Android. Связь между ПК и планшетным компьютером осуществляется посредством удаленного доступа.

Реализация серверной части планируется в среде программирования Embarcadero C++ Builder 2010. Приложение разрабатывается под ОС Windows. Для визуализации дидактического материала, нанесения пометок и комментариев, а также для предоставления бесконечного рабочего пространства используется пользовательский класс с динамической подгрузкой файлов. Класс содержит поле типа TBitmap и ссылки на классы, размещающиеся по соседству с ним. Все элементы данного класса сохраняются в рабочем каталоге и имеют в своем названии указания о взаимном расположении. При визуализации их содержимого рассчитывается, какие элементы классов должны выводиться, затем из поля типа TBitmap каждого задействованного класса (таких классов может быть от

одного до четырех) изображение копируется в заранее созданный элемент типа TBitmap соответствующего размера. После загрузки необходимой части изображения, выводится та часть полученного элемента, которая требовалась. За счет такого алгоритма вывода данных осуществляется быстрота и корректность работы. Поскольку обыкновенно рабочая область за одну операцию сдвигается не более чем на один размер экрана, то заданная структура данных позволит быстро найти и подгрузить соответствующие файлы. Разбиение на файлы позволит значительно экономить оперативную память компьютера, что позволит избавиться от ограниченности рабочего пространства. Работа со слоями изображения будет реализована за счет использования дополнительных элементов TBitmap, по одному на каждый слой.

Библиографические ссылки

1. Лисица А. С., Щеголькова Д. В., Орешкина Е. И. Виртуальная интерактивная доска, управляемая планшетным компьютером // НТИ-2012: сборник тезисов всероссийской научной студенческой конференции. г. Новосибирск.

2. Лисица А. С., Щеголькова Д. В., Орешкина Е. И. Технологии реализации виртуальной интерактивной доски // Молодежь и современные информационные технологии : сборник тезисов X Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск.

© Лисица А. С., Щеголькова Д. В., Орешкина Е. И., 2013

УДК 004.7 (004.41/.42)

Е. С. Лукьянова
 Научный руководитель – Л. С. Зеленко
 Самарский государственный аэрокосмический университет
 имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет), Самара

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МЕДИЦИНЕ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВРАЧЕЙ-ЛИМФОЛОГОВ

Рассматривается возможность применения информационных технологий в деятельности врачей-лимфологов. С помощью современных программных средств была разработана система, которая обеспечивает сбор, хранение и обработку медицинской информации для принятия врачом организационных и диагностических решений. В системе заложена уникальная методика обследования пациентов, страдающих заболеваниями лимфатической системы, разработанная на кафедре госпитальной хирургии клиник Самарского государственного медицинского университета.

В настоящее время информационные технологии широко применяются в здравоохранении, они позволяют автоматизировать деятельность врачей и улучшить качество и эффективность их работы, уйти от бумажных технологий к современным средствам хранения и обработки данных.

Одно из направлений в медицине – лимфология. Это наука о строении, функциях, изменениях лимфатической системы. Лимфатическая система человека участвует во всех процессах, протекающих в организме. Нарушение ее функций влияет на развитие патологического процесса и часто приводит к инвалидизации. Поэтому проблема диагностики и лечения заболеваний лимфатической системы является *актуальной и социально значимой*.

Обследование пациента и анализ полученных результатов – процесс долгий и дорогостоящий, правильная постановка диагноза на ранних стадиях диагностики и лечения позволяет существенно сократить время и стоимость лечения, способствует повышению качества жизни пациента. В настоящее время исследования проводятся по нескольким десяткам различных параметров, ручная обработка которых требует много времени, допущенные ошибки могут привести к неправильному диагнозу. Поэтому было принято решение разработать автоматизированную систему, с

помощью которой врачи быстро и безошибочно обрабатывали все необходимые данные.

Система позволяет систематизировать и анализировать накопленную в ходе обследования и лечения информацию о пациентах и выдавать рекомендации по дальнейшему лечению. В ней заложены уникальные методики лечения заболеваний лимфатической системы, которые были разработаны на основании многочисленных исследований врачами сосудистого отделения клиники госпитальной хирургии. Система обладает гибкой структурой и позволяет изменять параметры обследования. Также в ней имеются функции для быстрого оформления документации по результатам обследования.

Система представляет собой клиент-серверное приложение, все данные хранятся на серверной части системы в единой базе данных. Для реализации использовались среда разработки Visual Studio 2008, язык C#, а в качестве СУБД MySQL 5.1.

Система развивается и в настоящее время ведется работа по переносу системы в Интернет с использованием технологии ASP.NET и MVC Framework. Реализация системы в виде web-приложения, позволит обеспечить постоянный доступ к ней и увеличить количество пользователей.

© Лукьянова Е. С., 2013

УДК 681.3.06

С. Ю. Лысенко

Научный руководитель – В. В. Вдовенко
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МЕТОДЫ РАСЧЕТА ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ НА НАДЕЖНОСТЬ ВОССТАНАВЛИВАЕМЫХ СИСТЕМ

Рассматривается вопрос автоматизации процесса определения количества обслуживающих органов информационной системы, обеспечивающий требуемый уровень ее коэффициента готовности. Выполнена алгоритмическая реализация методов нахождения количества обслуживающих органов для поддержания требуемой готовности системы.

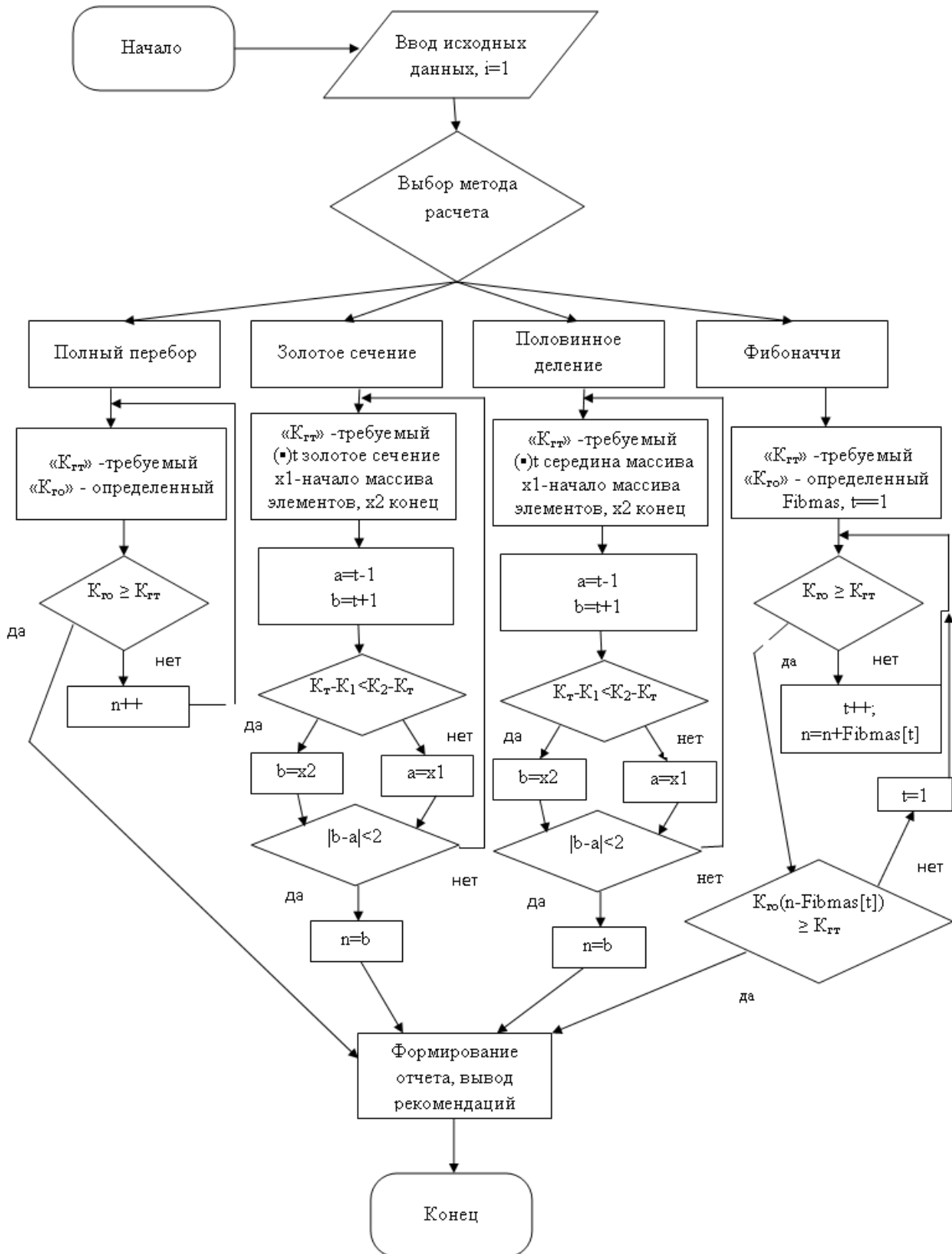
Проблема надежности является очень важной для современных технических систем. Можно привести примеры многих систем, для которых решение проблемы надежности в самом прямом смысле означает, быть или не быть данной системе. К ним можно отнести и различные информационные системы, включающие в свой состав большое число компьютеров, имеющих сетевую структуру, территориально распределенные информационные системы, информационные системы измерения параметров различных объектов, системы мониторинга и т. п.

Требования к надежности информационной системы закладываются на этапе ее проектирования и должны быть удовлетворены в процессе ее производства. На этапе эксплуатации информационной системы необходимо обеспечение надежности ее функционирования на заданном уровне.

Задачей поддержки заданного уровня функционирования таких систем является удовлетворение заявок

на обслуживание со стороны потребителей информации. Формальная постановка этой задачи может быть сведена к определению количества обслуживающих органов n , обеспечивающих заданное значение функции готовности $K_g(t)$ вероятности того, что в произвольный момент времени t информационная система готова принять заявку на обслуживание [1].

Количество обслуживающих органов имеет большое значение по следующим соображениям: во-первых, если значение n будет слишком мало, то $K_g(t)$ не будет удовлетворять заданным условиям, во-вторых если же n будет слишком велико, то вероятность того, что заявка будет принята на обслуживание в произвольный момент времени t будет выше заданной. В этом вроде бы и нет ни чего плохого, но если посмотреть с экономической точки зрения, содержание каждого дополнительного обслуживающего органа будет являться лишними затратами для обслуживающей компании..



Алгоритм определения количества обслуживающих органов при заданном K_2

Определение значения n предлагается выполнять с помощью алгоритма, реализующего методы полного перебора, золотого сечения, половинного деления и Фибоначчи (см. рисунок). Входными данными для работы являются: $P(t)$ – вероятность того, что заявка в произвольный момент времени t будет принята на

обслуживание; λ – интенсивность потока заявок на обслуживание; μ – интенсивность обслуживания заявки b и величина требуемого значения коэффициента готовности. Определение числа обслуживающих органов производится в процессе решения трансцендентного уравнения

Программная реализация данного алгоритма позволяет автоматизировать процесс определения количества обслуживающих органов информационной системы, обеспечивающий требуемый уровень ее коэффициента готовности.

Библиографическая ссылка

1. Гуров С. В., Половко А. М. *Основы теории надежности*. 2-е изд., перераб. и доп. СПб. : БХВ-Петербург, 2006. 704 с. : ил.

© Лысенко С. Ю., 2013

УДК 004.853

Д. С. Новиков

Научный руководитель – М. Н. Фаворская
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МНОГОПОЛОСНОЕ СМЕШИВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ЗАДАЧЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПАНОРАМНЫХ СНИМКОВ

Рассмотрены основные этапы формирования панорамного изображения. Описана суть многополосного смешивания изображений, приведен пример разбиения изображения на полосы частот.

В задаче автоматического формирования панорамных снимков можно выделить следующие этапы:

1. Определение снимков, относящихся к панораме.
2. Определение взаимного расположения снимков – определение параметров геометрических преобразований, которые необходимо провести над снимками для объединения их в одно целое – панораму.
3. Обработка полученного составного изображения с целью устранения перепадов освещенности, смешивание, применение дополнительных специальных средств для получения каких-либо эффектов.

В ходе предыдущих работ была разработана программа, определяющая взаимное расположение двух снимков (если на них имеется область перекрытия – область, присутствующая на обоих снимках) по самим снимкам. Для этого на изображениях выделяются особые точки (SURF) и вычисляются параметры проективного преобразования для одного из изображений. Зная эти параметры, можно спроецировать одно из изображений на плоскость второго изображения.

Результатом проецирования изображения является искаженное изображение, какое можно видеть, смотря на фотографию, немного повернутую в пространстве. Если сформировать панораму простым наложением искаженной первой фотографии на вторую, то на результирующем изображении будут отчетливо видны линии шивки, образованные краями фотографии, добавленной к результирующему изображению последней. Это может быть связано с неравномерностью освещенности при снятии фотографий.

Выравнивать освещенность при составлении панорам можно следующим способом (это следует делать перед смешиванием). Определить область пересечения изображений; вычислить среднее значение яркости каждого изображения в области пересечения; найти отношение средних яркостей; скорректировать яркость всех пикселей изображений в соответствии с отношением средних яркостей области пересечения изображений.

Выравнивание освещенности позволяет избавиться от некоторых линий шивки, но не ото всех. Неко-

торые линии шивки образуются из-за таких эффектов, как виньетирование, параллакс (из-за нежелательного движения в сцене или чрезмерного смещения камеры), а также из-за возможных небольших ошибок, полученных на этапе определения взаимного расположения снимков и проецирования изображений на плоскость панорамы. Для устранения оставшихся линий шивки необходима хорошая стратегия смешивания.

Предлагается использовать многополосное смешивание, заключающееся в следующем. Сначала смешиваемые фотографии разделяются на изображения, соответствующие полосам частот исходных фотографий (см. рисунок). Полоса высоких частот получается сглаживанием исходного изображения фильтром Гаусса и вычитанием результата сглаживания из исходного изображения. Полосы более низких частот получаются аналогично – дальнейшее сглаживание и вычитание результата из результата сглаживания на предыдущем шаге. Сложение полученных изображений дает исходную фотографию.

Далее для каждого изображения, добавляемого на панораму, строится маска смешивания, определяющая, какие пиксели изображения следует просто перенести на панораму, а какие – смешивать с пикселями другого изображения. В исходном варианте маска смешивания имеет четкие границы и повторяет очертания области перекрытия фотографий. При многополосном смешивании из исходной маски смешивания строятся дополнительные маски (по одной на каждую полосу частот), такие что: полосе высоких частот соответствует исходная маска, сглаженная фильтром Гаусса один раз; полосе частот $[\lambda; 2\lambda]$ – маска, сглаженная фильтром Гаусса дважды и т. д.

Такой ход позволяет сглаживать низкие частоты изображений с большим размытием, делая перепады освещенности, проявления эффекта параллакса незаметными. В то же время, высокие частоты изображений сглаживаются с небольшим размытием, что позволяет сохранить детали на результирующей панораме. Многополосное смешивание позволяет также

избавиться от «призраков» на результирующей панораме сцены с малым количеством движений за счет большого размытия низких частот. Трудоемкость такого смешивания напрямую зависит от количества полос частот. На практике достаточно использовать 2-

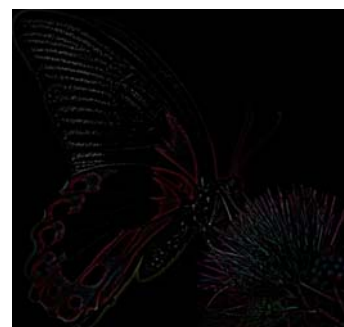
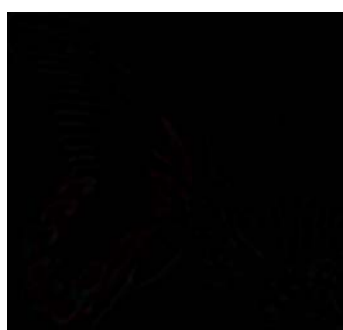
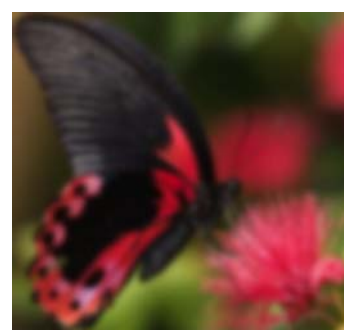
4 полосы частот, дальнейшее увеличение количества полос не ведет к существенному улучшению результирующего изображения, а производительность системы снижается за счет увеличения количества вычислений.



Оригинал



Сумма полос

Полоса высоких частот $[0; \lambda]$ Полоса средних частот $[\lambda; 2\lambda]$ Полоса средних частот $[2\lambda; 3\lambda]$ Полоса низких частот $[< 3\lambda]$

Разбиение фотографии бабочки на полосы частот. Здесь $\lambda = 5$

© Новиков Д. С., 2013

УДК 004.9

Е. И. Орешкина, Д. В. Щеголькова, А. С. Лисица
 Научный руководитель – А. Г. Зотин
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОРГАНИЗАЦИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ ИНТЕРАКТИВНОЙ ДОСКИ С УПРАВЛЕНИЕМ

Рассматривается альтернативный метод представления электронного дидактического материала. Приводятся компоненты виртуальной интерактивной доски и функциональные требования.

В учебных заведениях все большее внимание уделяется работе с интерактивными информационными ресурсами. Появляется все больше средств представления дидактического материала в электронном виде. Одним из таких средств является интерактивная доска. Интерактивные электронные доски – это современные мультимедийные средства обучения, которые применяются для отображения информации, для работы с материалами в электронных форматах, для протоколирования хода занятия и работы с разнообразным программным обеспечением [1]. Интерактивная доска отображает то, что происходит на компьютере, а специализированное ПО дает возможность управлять процессом демонстрации и позволяет экономить время при создании различного рода черте-

жей, схем, диаграмм, графиков, так как имеет большое количество инструментов для построения геометрических фигур. Еще одной особенностью интерактивной доски является возможность сохранения фиксируемой на ней информации в формате видеofilm.

Несмотря на ряд преимуществ, их главным недостатком является высокая стоимость, что затрудняет более широкое внедрение интерактивных досок в процесс обучения. Была поставлена задача разработать альтернативный вариант реализации функционала интерактивной доски на менее дорогостоящей основе – виртуальную интерактивную доску. Основным модулем системы является не сама интерактивная доска, в данном случае она отсутствует, а планшет-

ный компьютер со специальным программным обеспечением. Следовательно, стоимость виртуальной интерактивной доски будет меньше своего аналога в несколько раз, что, по нашему мнению, заинтересует потенциальных пользователей.

Виртуальная интерактивная доска состоит из следующих основных компонентов: программное обеспечение, планшетный ПК, проектор, ПК. Отсутствие экрана объясняется тем, что нет необходимости в использовании специальной рабочей поверхности. На рисунке представлены компоненты и связи информационной системы. Связи 1,2 служат для передачи информации с экрана монитора на проектор и обратно. Проектор работает в режиме doubleScreen. Связи 3,4 реализуются посредством Wi-Fi соединения. Движения стилуса или пальца распознаются программным обеспечением планшетного компьютера и передаются как сигналы от указателя мыши на экран. Программная часть ИС «Виртуальная интерактивная доска» обрабатывает их и передает результат их выполнения обратно на планшет. Связь 2 представляет собой обращение приложения к системным функциям API. Приложение передает функциям координаты курсора, осуществляет необходимые преобразования и имитирует движение мыши на мониторе. Посредством этого реализуется управление ресурсами ПК [2].

Основная работа, которую необходимо проделать – написание ПО для планшетного ПК на базе ОС Android. ПО должно полностью реализовывать функционал интерактивной доски и обладать следующими функциональными требованиями [2]:

- Бесконечное рабочее поле;
- Возможности маркировки и пометок текста (наличие нескольких цветов маркеров);
- Возможность многослойной работы;
- Возможность отменить последнее действие (или несколько);
- Возможность сохранения результатов работы в файл и использование готового урока в дальнейшем;
- Возможность использования шаблонов геометрических фигур;

- Возможность вставки рисунка из файла;
- Возможность управления ресурсами ПК (управление презентациями, видеороликами, показ фотографий);
- Вывод всевозможных пометок и комментариев напрямую на экран проектора.

Поясним некоторые из функциональных требований. Функция бесконечного рабочего поля востребована всеми, кто пишет за одно занятие достаточно много материала и при этом обращается к уже написанному. Наличие нескольких слоев позволяет расширить возможности работы с графической информацией. Например, текст, написанный красным маркером, будет храниться на первом слое, а треугольник, нарисованный синим – на другом. При необходимости пользователь может стереть текст, оставив при этом треугольник, или наоборот. Если преподаватель читает одну и ту же лекцию у нескольких групп, то разумно разработать план ее проведения дома, оставить при демонстрации нужные комментарии, выделения, подчеркивания и просто запустить ее из сохраненного файла.

В ситуации, когда двое докладчиков представляют один проект, и демонстрируют на экране пример фрагмента кода, собственную разработку ПО или другие проекты возникает необходимость разделить возможности управления. Пока один докладчик пишет программный код, переключает программные модули, либо вводит исходные данные, второй докладчик должен иметь возможность пометать и комментировать отображаемые на экране действия. При этом пометки, сделанные вторым докладчиком не должны отображаться на мониторе компьютера, чтобы не мешать работе первого.

Использование сенсорных экранов в повседневной жизни (смартфоны, планшеты, терминалы, платежки, кассовые аппараты) объясняет выбранный нами инструмент для управления виртуальной интерактивной доской. Несомненно, еще одним достоинством использования планшетного ПК является его мобильность и расширение зоны действия.

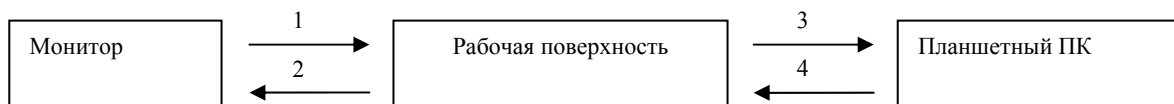


Схема взаимодействия аппаратных модулей ИС «Виртуальная интерактивная доска»

Докладчик может находиться на значительном расстоянии от экрана и выполнять какие-либо действия для сопровождения материала, что невозможно при использовании интерактивной доски.

Библиографические ссылки

1. Лисица А. С., Щеголькова Д. В., Орешкина Е. И. Виртуальная интерактивная доска, управляемая планшетным компьютером // НТИ-2012 : сб. тез. Всерос. науч. студ. конф. Новосибирск.

2. Лисица А. С., Щеголькова Д. В., Орешкина Е. И. Технологии реализации виртуальной интерактивной доски // Молодёжь и современные информационные технологии : сб. тез. X Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных. Томск.

© Орешкина Е. И., Щеголькова Д. В., Лисица А. С., 2013

УДК 004.428.4:004.021

А. С. Петров
Научный руководитель – В. В. Тынченко
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СОЗДАНИЕ БИБЛИОТЕКИ КЛАССОВ ДЛЯ ЭВОЛЮЦИОННОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Рассматривается проблема создания удобной, гибкой и эффективной программной библиотеки для решения задач оптимизации на основе эволюционного подхода.

Эволюционная оптимизация – активно развивающийся раздел искусственного интеллекта, использующий основные принципы биологической эволюции. Одним из направлений эволюционной оптимизации являются генетические алгоритмы (ГА), нацеленные на создание упрощенных моделей биологической эволюции для решения задач оптимизации [1]. Для повышения удобства использования генетических алгоритмов и скорости решения задач необходимо создать программную библиотеку, содержащую: модули, общие для всех задач и реализующие основные операторы ГА; наиболее общую реализацию генетического алгоритма; абстрактные описания информационных структур для стандартизации представления основных элементов данных, участвующих в реализации ГА.

С учетом указанных требований наиболее адекватной архитектурой для библиотеки является сервис-ориентированная архитектура, представляющая собой модульный подход к разработке программного обеспечения, основанный на использовании распределенных, слабо связанных заменяемых компонентов, оснащенных стандартизированными интерфейсами для взаимодействия. Алгоритм разбивается на отдельные модули со стандартизированными интерфейсами, причем каждый модуль может быть заменен другим модулем, который выполняет такую же функцию и отвечает требованиям стандарта. Данная архитектура позволит быстро конструировать и сравнивать между собой различные модификации генетического алгоритма.

В классическом генетическом алгоритме можно выделить следующие основные модули, требующиеся для его работы: инициализация (определение начальных настроек алгоритма), селекция, скрещивание, мутация, целевая функция, условие остановки алгоритма, способ кодирования параметров задачи. Первые четыре модуля включены в библиотеку, поэтому пользователь, который хочет решить некую оптимизационную задачу с помощью ГА, должен задать только целевую функцию, условие остановки алгоритма и способ кодирования параметров задачи.

Наиболее удобной парадигмой для разработки библиотеки является объектно-ориентированная парадигма программирования. В качестве языка реализации библиотеки выбран C# ввиду его удобства и строгой объектно-ориентированности.

Помимо различных модулей для реализации алгоритма, библиотека содержит так называемый алгоритм по умолчанию, который используется, если пользователь не выбрал конкретные модули для алгоритма. Данная программная библиотека – удобное основание как для экспериментов в области ГА, так и для решения различных оптимизационных задач.

Библиографическая ссылка

1. Рутковская Д., Пилинский М., Рутковский Л. *Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы*. М. : Горячая линия-Телеком, 2006. 452 с.

© Петров А. С., 2013

УДК 004.9 (004.41/.42)

И. О. Петрухин, К. В. Белов
Научный руководитель – Л. С. Зеленко
Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королева
(национальный исследовательский университет), Самара

РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ СЕТЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ДИСТАНЦИОННОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЕ «3DUCATION»

Статья посвящена описанию преимуществ сетевого взаимодействия между пользователями виртуальной обучающей системы. Выделены наиболее важные моменты, которые положены в основу разработки подсистемы, определены средства разработки.

Новый век для человека ассоциируется, прежде всего, с информационными технологиями, которые позволяют нам поддерживать общение с другими людьми через сетевые коммуникации, по сети интер-

нет в реальном времени можно передать практически любые объемы информации. Очень важно обеспечить такое взаимодействие между людьми в процессе обучения, поэтому актуальной является задача разра-

ботки дистанционных обучающих систем, которые дают возможность удаленно использовать различные электронные ресурсы, а также совместно решать учебные задачи.

На кафедре программных систем СГАУ коллективом студентов разрабатывается дистанционная виртуальная обучающая система (ВОС), которая использует технологию виртуальной реальности. Данная система позволяет обучаемым в игровой форме осваивать учебные курсы. Погружение в виртуальную реальность и возможность соприкоснуться с областью необходимых ему знаний, взаимодействуя с объектами искусственно созданного информационного мира, должны способствовать, по мнению разработчиков, вовлечению учащихся в активный процесс обучения, а также устойчивому отложению в памяти только что изученных фактов.

Пользователь взаимодействует с 3D-объекты виртуального мира через аватара – трехмерного персонажа, который является своеобразным проводником, гидом в виртуальной реальности, а быть может, даже будет сопоставляться исследователем с самим собой. Для повышения уровня интереса к ВОС и увеличения возможностей обучаемого, необходимо обеспечить ему взаимодействие с другими пользователями системы, поэтому перед авторами была поставлена задача – разработать подсистему сетевого взаимодействия.

Данная подсистема позволит обучаемым оказывать помощь друг другу, если при изучении учебного материала возникли затруднения, обмениваться предметами или просто обсуждать только что пройденный материал. Сетевое взаимодействие позволит включать в процесс обучения задачи, требующие совместного (командного) решения, в этом случае обмен оперативной информацией поможет сократить время решения и повысит эффективность обучения. Такой подход реализован во многих online-играх, где человек видит других игроков, их успехи или поражения, общается с ними и тем самым мотивируется на дальнейшие успехи и достижения.

Введение в ВОС подсистемы сетевого взаимодействия решит ряд проблем: повысит общий интерес учащихся ко всей системе за счет возможности общения, мотивирует ученика на активное усвоение учебного материала, поможет с освоением самой системы.

Подсистема сетевого взаимодействия разрабатывается на языке C# с применением технологий ASP.NET и сетевого API-движка Unity3D, она будет интегрирована в общее информационное пространство виртуальной обучающей системы.

© Петрухин И. О., Белов К. В., 2013

УДК 004.652

А. В. Проскурин, А. В. Белоконь
 Научный руководитель – М. Н. Фаворская
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АВТОМАТИЧЕСКОЕ АННОТИРОВАНИЕ ЛАНДШАФТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПО ИХ СОДЕРЖАНИЮ

Рассмотрен метод автоматического аннотирования ландшафтных изображений на основе модели машинного перевода.

За последние годы объем мультимедиа данных возрос в несколько раз. Однако вся эта информация была бы бесполезна без точного, удобного и быстрого поиска по ней. Все существующие методы поиска графической информации можно разделить на два направления: поиск по содержанию (*content-based image retrieval – CBIR*) и поиск по текстовым аннотациям (*description based image retrieval – DBIR*). Поиск в *CBIR*-системах производится на основе анализа и сравнения низкоуровневых характеристик изображения (цвет, текстура и др.), позволяя получать неплохие результаты. Однако у таких систем есть два недостатка. Типичным видом запроса является изображение-образец, что менее удобно для пользователя, чем текстовый запрос. Другим существенным недостатком является проблема семантического разрыва – отсутствия связи между семантикой изображения и его низкоуровневыми характеристиками. Использование текстового запроса позволяет решить проблему запроса-образца и уменьшить семантический разрыв.

В связи с этим становится актуальной задача автоматического аннотирования изображений, используя их низкоуровневые характеристики. В докладе рассматривается задача автоматического аннотирования ландшафтных изображений на основе текстурных признаков.

Существует несколько подходов к автоматическому аннотированию изображений. Все их условно можно разделить на три класса [1]: статистические подходы, классификационные подходы, подходы, связанные с векторным пространством. Основная идея статистических подходов заключается в оценке вероятности связанности изображения с запросом пользователя. После этого изображения ранжируются в соответствии с их вероятностями. Классификационные подходы рассматривают процесс присоединения слов к изображениям как классификацию изображений на ряд predetermined групп, каждая из которых характеризуется понятием или словом. Подходы, связанные с векторным пространством, как правило,

представляют изображение в виде векторов, каждый из которых содержит вхождение слов. В рамках задачи аннотирования ландшафтных изображений оптимальным является статистический подход, включающий в себя модель машинного перевода [2].

В данной модели процесс распознавания рассматривается как аналог машинного перевода. При аннотировании изображения разделяются на регионы, после чего для каждого полученного региона извлекаются признаки. На завершающем этапе процесса аннотирования осуществляется машинный перевод (для этого заранее создается «лексикон» – таблица перевода, содержащая оценки вероятности перевода между регионом изображения и словом). В данной модели ключевыми моментами являются сегментация изображения и признаки регионов. Для получения лучшего результата необходимо подобрать метод сегментации, оптимальный для разделения ландшафтных изображений, а также признаки, наиболее точно описывающие естественные изображения.

Сегментация ландшафтных изображений является сложной проблемой из-за наличия текстур. Если изображение содержит только однородные цветные области, пороговые методы сегментации (например, кластеризация цветного пространства) достаточны для решения проблемы. В действительности, естественные сцены насыщены цветом и текстурой. Из-за того, что различные текстуры зачастую не имеют четких границ, подходы, основанные на выделении границ, также не дают удовлетворительного результата. Однако в этом случае хорошую сегментацию можно получить наращиванием областей. Одним из вариантов метода слияния/расщепления является алгоритм *JSEG*, показывающий хорошие результаты сегментации естественных изображений [3].

После сегментирования изображения необходимо описать полученные регионы. В случае ландшафтных изображений, когда большую часть изображения занимают естественные текстуры, оптимальными для их описания являются статистический и фрактальный подходы. Статистический подход основан на вычислении порядковых статистических признаков изображения. Существует более 20 статистических признаков, однако наиболее информативными являются пять [4]: момент обратной разности, корреляция, энтропия, информационная мера корреляции и однородность. Фрактальный подход основан на том, что большинство естественных поверхностей являются пространственно изотропными фракталами. В связи с этим, тек-

стура представляется фракталом и для ее описания используются характеристики фракталов: фрактальная размерность и лакуарность.

В результате проведенного исследования было разработано программное приложение, позволяющее автоматически аннотировать ландшафтные изображения. В данном приложении на начальном этапе аннотирования создается уменьшенная копия загруженного изображения, после чего она сегментируется методом *JSEG*. Предварительное уменьшение изображения производится с целью исключения выделения мелких регионов и их последующего отдельного анализа. После создания карты уменьшенной копии изображения, границы регионов переносятся на оригинальное изображение, и для каждого полученного региона вычисляется вектор текстурных признаков, состоящий из 7 вышеописанных статистических и фрактальных признаков. На завершающем этапе аннотирования происходит перевод векторов признаков в слова, используя таблицу перевода. Даная таблица заполняется заранее на основе эталонных изображений путем выделения региона и присваивания ему тега.

В ходе тестирования приложения было выявлено, что точность описания изображений находится в диапазоне от 84 % до 88 %, что демонстрирует целесообразность использования данного метода.

Библиографические ссылки

1. Tang J. *Automatic Image Annotation and Object Detection: PhD Thesis, University of Southampton, ECS, United Kingdom, May 2008. 135 p.*
2. Duygulu P., Barnard K., Freitas N., Forsyth D. *Object recognition as machine translation: Learning a lexicon for a fixed image vocabulary // In The Seventh European Conference on Computer Vision, Copenhagen, Denmark, 2002. P. 97–112.*
3. Deng Y., Manjunath B.S. *Unsupervised Segmentation of Color-Texture Regions in Images and Video // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 23. № 8. 2001. P 800–810.*
4. Проскурин А. В., Белоконов А. В. *Оценка эффективности статистических признаков текстур первого и второго порядков при анализе ландшафтных текстур // Решетневские чтения : материалы XVI Междунар. науч. конф. : в 2 ч. Ч. 2. Красноярск, 2012. С. 593–594.*

© Проскурин А. В., Белоконов А. В., 2013

УДК 004.056

Р. С. Савицкий

Научный руководитель – В. В. Вдовенко

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАЗРАБОТКА БИБЛИОТЕКИ КЛАССОВ ДЛЯ ПРИЕМА GPS-КООРДИНАТ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ SMS

Приводится описание технологии SMS, формулируется возможность применения в целях безопасности и рассматривается разработанная библиотека классов.

В настоящее время существует необходимость следить за разными движущимися объектами. Наши транспортные средства постоянно находятся под угрозой угона. Разработка средств мониторинга в таких условиях является актуальной. Средство мониторинга позволит сообщать владельцу о начале движения автомобиля или о выходе из разрешенной области. Для реализации средства мониторинга необходимо подробно изучить технологию SMS и разработать библиотеку классов для отправки и приема SMS-сообщений.

SMS (*Short Messaging Service*) – позволяет осуществлять прием и передачу коротких текстовых сообщений с помощью GSM оборудования мобильного телефона или 3G-модем.

Технологию SMS можно использовать в целях безопасности. GPS-трекеры отправляют координаты местоположения объекта по SMS при возникновении различных тревожных событий. Тревожными событиями могут быть: начало движения, остановка движения или выход объекта за пределы разрешенной области.

Технология SMS реализуется следующим образом. SMSC (*Short Message Service Center*) обеспечивает хранение принятых сообщений и дальнейшую их передачу адресатам. Таким образом, отправленное сообщение сначала принимается оборудованием SMSC, который затем передает сообщение адресату. Сервисы базируются на обмене PDU (*Protocol Data Units* или *Packet Data Unit*). PDU имеют бинарное представление для повышения скорости передачи данных.

Процесс передачи PDU скрыт от пользователя мобильной сети и для отправки сообщения достаточно

правильно сформировать PDU пакет и при помощи AT-команд отправить их мобильному оборудованию, все остальное произойдет без участия пользователя. Аналогично происходит и прием сообщений – необходимо при помощи AT-команд получить PDU пакет и распаковать его [1].

Устройство GPS-трекер имеет компактный размер и может работать автономно в течение длительного времени. Такие достоинства позволяют закрепить устройство на объекте мониторинга. Объектами мониторинга, например, могут являться личный автомобиль, ребенок или домашние животные.

Для обмена сообщениями с GPS-трекером необходимо специальное программное обеспечение. На текущем этапе разработана библиотека классов для автоматизации приема и отправки SMS-сообщений (см. рисунок). Библиотека классов позволяет управлять GSM-оборудованием посредством AT-команд.

Библиотека классов содержит следующие основные классы:

1. *SerialDriver* – этот класс используется для приема и отправки потока данных последовательного порта.
2. *Modem* – данный класс является наследником класса *SerialDriver*. Он используется для подключения модема или телефона через последовательный порт и содержит список AT-команд.
3. *GSMModem* – этот класс позволяет принимать и отправлять SMS-сообщения, и содержит в себе память SMS.

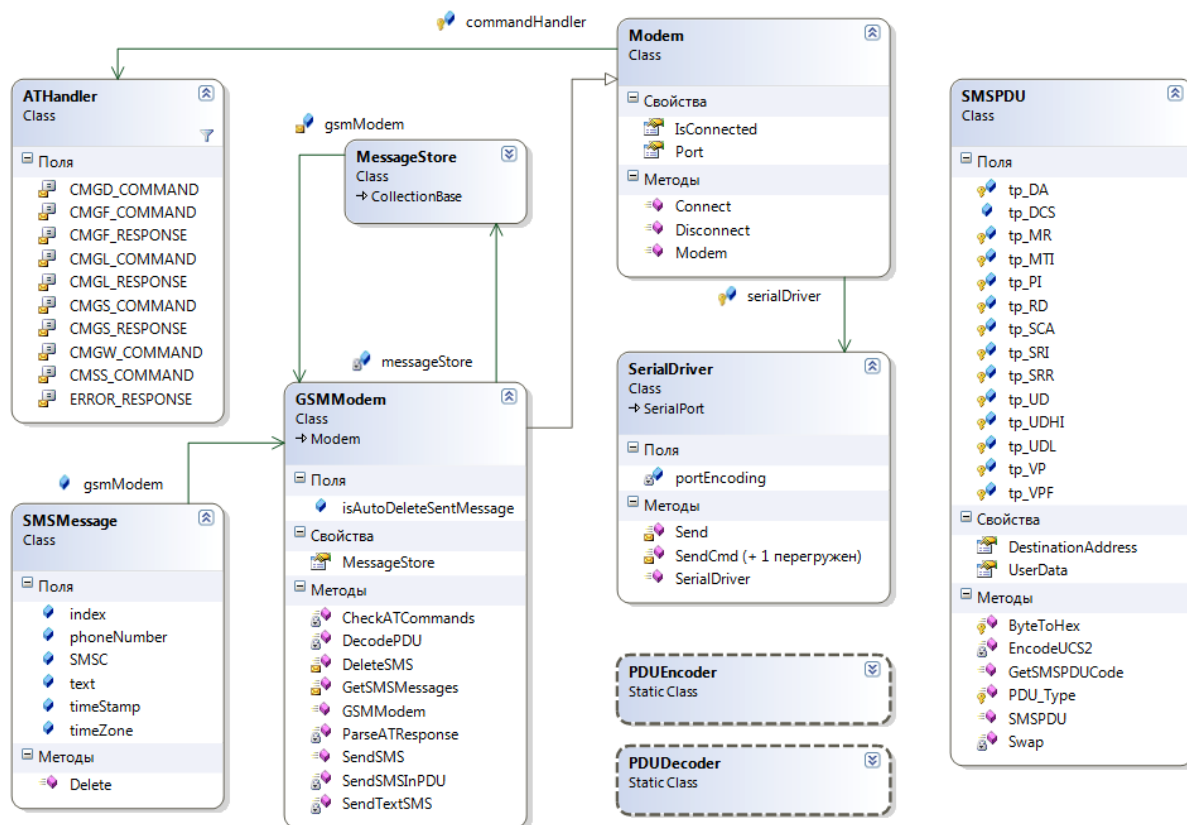


Диаграмма классов

4. MessageStore – класс представляет собой коллекцию SMS-сообщений.

5. SMSMessage – данный класс представляет собой SMS-сообщение.

6. SMSPDU – данный класс представляет собой PDU-пакет.

7. PDUEncoder – позволяет запаковывать SMS-сообщения в PDU-пакеты для дальнейшей отправки через технологию SMS.

8. PDUDecoder – позволяет распаковывать PDU-пакеты в SMS-сообщения.

9. ATHandler – содержит список необходимых AT-команд.

Разработанная библиотека классов обладает следующими функциями:

1. Подключается к указанному последовательному порту.

2. Отправляет AT-команды через последовательный порт на GSM-оборудование.

3. Получает данные с GSM-оборудования через последовательный порт.

4. Кодировывает и декодирует PDU пакеты.

5. Отправляет и принимает PDU пакеты через SMS.

Библиотека классов может быть использована для любых задач, где необходимо использовать обмен данными посредством SMS. Например, для отправки рекламы, новостей или поздравлений с праздниками.

Библиографическая ссылка

1. Ле-Бодик Г. Мобильные сообщения: службы и технологии SMS, EMS и MMS / пер. с англ. М. : КУДИЦ-Образ. 2005. 448 с.

© Савицкий Р. С., 2013

УДК 004.896, 004.942

С. А. Саиян

Научный руководитель – И. В. Лезина

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королева
(национальный исследовательский университет), Самара

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ НА ОСНОВЕ МНОГОСЛОЙНОГО ПЕРСЕПТРОНА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ НА ПРИМЕРЕ ПОГОДЫ

Рассмотрена применимость нейронных сетей на основе многослойного перцептрона для решения задач прогнозирования погоды. Была разработана автоматизированная система, моделирующая работу нейронной сети.

Задача прогнозирования широко распространена в области метеорологии, исследовании поведения биржевых котировок, оценки времени сбоя оборудования на предприятиях. Решить эту задачу позволяет использование нейронных сетей на основе многослойного перцептрона (MLP).

Математической моделью нейронной сети является полином, рассчитывающий выходной сигнал сети на основании входных данных и полиномиальных коэффициентов. Степень полинома равна размеру выборки, подаваемой на вход сети. Основной задачей является подбор полиномиальных коэффициентов – так называемое обучение нейронной сети.

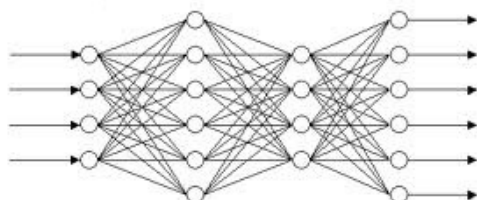


Рис.1. Структура нейронной сети

Нейронная сеть на основе MLP представляет собой систему из связанных между собой слоев нейронов. Каждый нейрон характеризуется функцией активации, преобразующей входной сигнал нейрона в выходной. Связи нейронов с другими нейронами харак-

теризуются коэффициентами – так называемыми весами связи.

Важным фактором в обучении нейронной сети является вид входных данных. Для достижения лучших результатов необходимо предварительно провести отображение данных на диапазон $[-1 ; 1]$ при помощи операций центрирования и масштабирования.

$$x_n = \frac{(x - m_x)}{x_m}. \quad (1)$$

Процесс обучения представляет собой итеративную последовательность операций расчета выходного сигнала сети и последующей корректировки весов связей. В качестве алгоритма корректировки весов в сетях на основе MLP обычно применяется алгоритм обратного распространения ошибки. Данный алгоритм относится к классу градиентных алгоритмов, т. е. изменения весов связей производятся в направлении минимизации градиента ошибки. Ошибка прогноза при обучении равна разности сигнала на выходе сети и эталонного значения выхода, соответствующего входным данным [1].

$$e_i = (y_i - d_i). \quad (2)$$

Обучение сети необходимо выполнять до тех пор, пока средняя величина ошибки за одну эпоху обучения уменьшается. Дальнейшее обучение обычно при-

водит к ухудшению аналитических возможностей нейронной сети.

В исследовании использовалась классическая структура MLP с одним скрытым слоем и одним нейроном выходного слоя. Было установлено, что комбинация разных функций активаций в скрытом и выходном слое способствует лучшим результатам обучения.

В качестве входных данных был использован архив метеорологических наблюдений национального

архива США (National Climatic Data Center) [2]. Входная выборка представляла собой среднесуточные значения температуры.

В качестве алгоритма корректировки весов был использован метод обратного распространения ошибки, а также его модификация, использующая моменты – инерционную составляющую, позволяющую уменьшить вероятность попадания в локальный минимум.

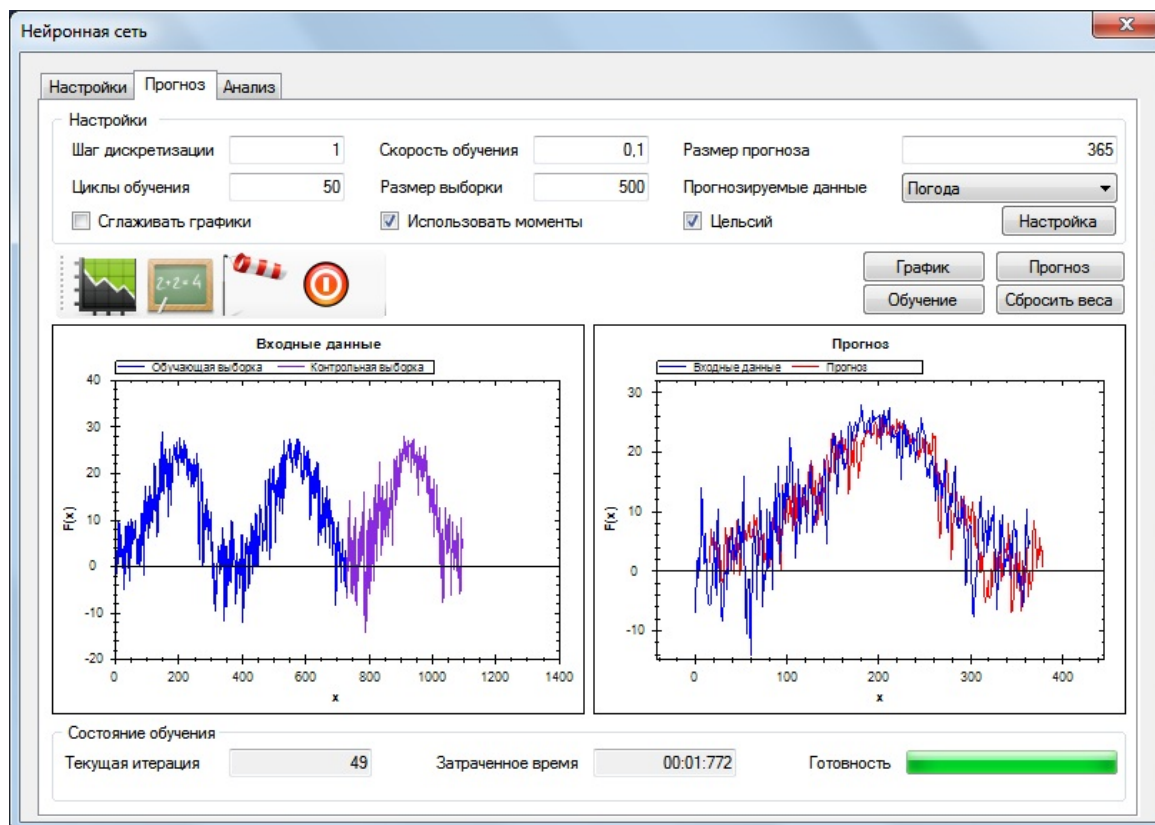


Рис. 2. Результаты прогнозирования

На рисунке представлен результат прогнозирования нейронной сетью температуры за период 2002/03 гг. Сеть обучалась на данных о погоде за период 2000/02 гг. Погрешность обучения составила 3 %, погрешность тестирования – 5 %.

График прогноза доказывает применимость нейронных сетей на основе MLP для прогнозирования метеорологических показателей. Для улучшения качества прогноза планируется введение нечеткой логики – модифицирование структуры сети добавлением слоя нечетких нейронов.

Библиографические ссылки

1. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. 2-е изд. : пер. с англ. М. : Вильямс, 2006. 1104 с. : ил. Парал. тит. англ.
2. National Climatic Data Center. URL: <http://www.ncdc.noaa.gov/>

© Саиян С. А., 2013

УДК 004.056

А. В. Семашко, К. И. Болотов
 Научный руководитель – А. В. Гуменникова
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МЕХАНИЗМЫ ЗАЩИТЫ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА ПРЕДПРИЯТИЯ

Рассмотрены вопросы защиты системы электронного документооборота (СЭД), которая является системообразующим компонентом практически любого процесса управления административного типа.

В настоящее время число пользователей системы электронного документооборота резко увеличилось и по прогнозам экспертов эта тенденция будет продолжаться. Внедрение системы электронного документооборота (СЭД) позволяет приобрести выгодную гибкость в обработке и хранении информации. Поэтому все больше государственных учреждений и коммерческих организаций переходят на СЭД. Однако при переходе к электронному документообороту (ЭД) возникает острая необходимость в его защите. Основными причинами этого являются следующие:

- электронные документы (ЭлД) предприятия могут содержать в себе сведения, разглашение или утеря которых может привести к значительному ущербу;

- ЭлД всегда могут быть скопированы третьими лицами, изменены или удалены безвозвратно;

- передача ЭлД, как правило, осуществляется по открытым каналам связи;

- наличие возможности у злоумышленников проникать во внутренние сети и базы данных предприятия с целью кражи или порчи документов, находясь вне его пределов и другие.

На сегодняшний момент задача защиты СЭД предприятия решается по нескольким направлениям:

- защита ЭД как потока информации;

- защита технологий, обеспечивающих ЭД;

- защита информационно-телекоммуникационных сетей, по которым передаются ЭлД;

- защита компьютеров, участвующих в СЭД.

Из вышесказанного следует, что организация системы комплексной защиты электронного документооборота (КСЗЭД) является актуальной на сегодняшний день задачей.

Анализ деятельности ряда предприятий показал, что в настоящее время на организацию защиты СЭД существенное влияние оказывают следующие условия:

- объемы потоков документов, как поступающих из внешних источников, так и формируемых внутри самого предприятия;

- содержание документов и принятая форма их представления;

- предназначение документов и порядок их подготовки к утверждению;

- правила, регламентирующие обращение с документами;

- бизнес-процессы, сформировавшиеся на предприятии и другие.

Требования руководящих документов органов ис-

полнительной власти [1-3] в современных условиях можно признать как минимальные. В ходе исследований были выявлены следующие наиболее значимые вероятностные угрозы СЭД:

- несанкционированный доступ (НСД) к документам внешнего ЭД;

- раскрытие, модификация и подмена трафика данных, получаемых (отправляемых) сервером СЭД предприятия;

- получение программ-вирусов через внешние линии каналы;

- фальсификация документов, отказ от факта получения документа, изменение времени его приема;

- перехват документов внешнего ЭД;

- раскрытие конфигурации и настроек СЭД, обеспечивающих внешний ЭД;

- НСД к информационным ресурсам;

- раскрытие и изменение информации, содержащейся в ЭлД и ПО, обеспечивающего ЭД.

В связи с этим, КСЗЭД должна удовлетворять дополнительным требованиям, отвечающим актуальным условиям функционирования СЭД предприятия и позволяющим повысить эффективность ее защиты.

Для внешнего ЭД дополнительными требованиями к комплексной системе защиты являются:

- обязательное наличие средств антивирусной защиты с автоматически обновляемым списком вредоносных программ;

- наличие средств идентификации атак с реализованным алгоритмом ответных действий;

- наличие механизма контроля корректности загруженных в память компьютера данных;

- наличие механизма предотвращения перегрузки СЭД от множественных запросов;

- наличие средств предотвращения внешнего скачивания СЭД;

- наличие средств предотвращения раскрытия информации, содержащей коммерческую тайну и передаваемой в электронных документах внешним корреспондентам.

Из дополнительных требований к защите внутреннего ЭД можно выделить следующие:

- наличие механизма проверки правильности задаваемых паролей для доступа к защищаемым ресурсам;

- наличие механизма идентификации атак на средства аутентификации, с реализованным алгоритмом ответных действий;

- наличие механизма контроля целостности используемого ПО;

- наличие механизма автоматического обновления ПО;
- наличие средств, управляющих правами доступа к различным услугам и сервисам;
- наличие средств предотвращения внутреннего сканирования СЭД.

Совершенствование системы защиты СЭД предприятия предлагается осуществлять с помощью организационных и технических мероприятий, объединенных в три комплекса: модификация архитектуры КСЗЭД; количественно-качественное изменение механизмов защиты; совершенствование методов и способов управления КСЗЭД. При этом КСЗЭД предприятия в своем составе должна иметь: механизмы обеспечения защиты ЭД, механизмы управления механизмами защиты и механизмы общей организации работы системы.

Таким образом, измененная архитектура КСЗЭД предприятия позволит обеспечить информационную совместимость всех ее составных элементов, автома-

тизированное управление процессами, системное взаимодействие служб предприятия, привлекаемых для обеспечения защиты информации, а также возможность наиболее эффективной защиты СЭД предприятия.

Библиографические ссылки

1. ГОСТ Р 51583–2000 «Защита информации. Порядок создания автоматизированных систем в защищенном исполнении».
2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408–2001 «Методы и средства обеспечения безопасности. Критерии оценки безопасности информационных технологий».
3. Руководящий документ «Автоматизированные системы. Защита от несанкционированного доступа к информации. Классификация АС и требования к защите информации» (Гостех комиссия России, 1997 г.).

© Семашко А. В., Болотов К. И., 2013

УДК 004.93

К. В. Степурко, Е. Г. Абдугалимова
 Научный руководитель – М. Н. Фаворская
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

НАХОЖДЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ОБЪЕКТА НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ С ПОМОЩЬЮ МОДИФИКАЦИЙ АЛГОРИТМА СОПОСТАВЛЕНИЯ БЛОКОВ

Рассмотрена общая схема работы модификаций алгоритма сопоставления блоков, а также особенности этих методов. Проведено тестирование методов, результаты тестирования сведены в таблицу.

Существуют различные методы оценки движения. Так называемые пиксельно-рекурсивные методы позволяют вычислять вектор движения для каждого пикселя по отдельности. Техника phase plane correlation генерирует вектора движения исходя из корреляции между текущим фреймом и ссылочным. Однако, наиболее популярными являются модификации алгоритма сопоставления блоков (Block Matching Algorithm – BMA) из-за простоты аппаратной реализации и высокой вычислительной эффективности [1].

Общие этапы работы этих модификаций таковы:

1. Текущий кадр разбивается на множество непесекающихся блоков.
2. Для каждого блока текущего кадра производится поиск наиболее похожего блока (реперного блока) в предыдущем кадре.

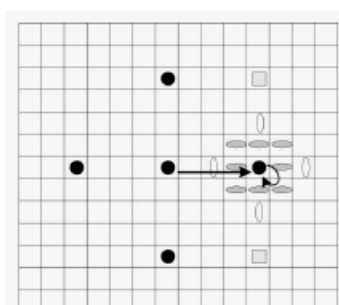
Выбор размера блока основывается на компромиссе между объемом вычислений и точностью. Чем больше размер блока, тем меньше их в кадре и меньшее количество векторов движения нуждается в передаче. Блокам малого размера сопутствует большее количество векторов движения, однако вероятность соответствия опорного и искомого блоков больше, поэтому корректирующей информации потребуются передать меньше. Разбивка кадра на слишком маленькие блоки приводит к тому, что вся система сжатия становится очень восприимчивой к шуму. Поэтому

размер блока является компромиссом между минимальным числом векторов движения и максимальным качеством поиска совпадения между блоками.

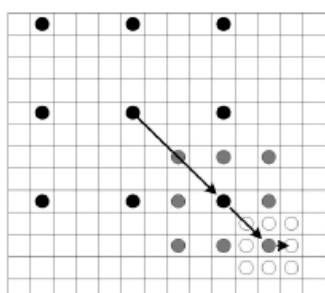
Алгоритм сопоставления блоков имеет следующие модификации: метод полного перебора, бинарный поиск, трехшаговый поиск, четырехшаговый поиск, логарифмический поиск, ортогональный поиск [2], иерархический поиск. Для программной реализации были выбраны метод полного перебора, трехшаговый и логарифмический методы. Далее эти методы будут рассмотрены подробнее.

Поиск соответствия блоков, при котором перебираются все блоки из зоны поиска, называется полным (FS). Чем больше зона поиска, тем больше вероятность найти совпадающие блоки, но при увеличении зоны поиска квадратично увеличивается число перебираемых блоков [3].

Трехшаговый поиск ищет вектора движения, переходя от более грубого к более точному шаблону поиска. На первом этапе рассматриваются восемь блоков на начальном расстоянии от центра (текущего блока). На втором этапе начальное расстояние между центрами блоков уменьшается вдвое, центр поиска сдвигается в точку с минимальными искажениями (рис. б). Первый и второй этапы повторяются до тех пор, пока начальный шаг не будет меньше единицы [2].



А



Б

Возможные пути сходимости двумерного логарифмического (а) и трехшагового (б) алгоритмов поиска

Логарифмический поиск стал известен в то же время, что и трехшаговый. Он требует большее количество шагов выполнения, но возможно достижение большей точности, особенно когда зона поиска достаточно большая. На первом этапе рассматриваются пять блоков, расположенных в форме знака «+». На втором этапе применяется следующая процедура: если блок в середине является наилучшим кандидатом среди остальных, то расстояние между блоками сокращается вдвое. Если лучшим является один из крайних блоков – центр поиска смещается туда, и первый этап повторяется. На третьем этапе, когда расстояние между блоками становится равным единице, выполняется поиск среди всех девяти блоков, окружающих центр поиска (рис. а).

Для проверки работы реализованных методов было проведено тестирование. Тестирование проводилось на базе следующих характеристик компьютера: операционная система – Windows 7, оперативная память – 6 Гб, процессор – Intel Core i3. При тестировании использовался формат изображения: *.bmp, глубина цвета – 24 бита, размер 320*320 пикселей. Результаты тестирования модификаций алгоритма сопоставления блоков для трех тестовых изображений приведены в таблице.

Название метода	Тест 1		Тест 2		Тест 3	
	Время поиска движения, мсек	Количество векторов движения, шт.	Время поиска движения, мсек	Количество векторов движения, шт.	Время поиска движения, мсек	Количество векторов движения, шт.
Полный поиск	531	37	515	43	530	143
Трехшаговый поиск	343	37	281	40	312	126
Логарифмический поиск	171	37	187	42	219	125

Исходя из результатов тестирования следует: самым точным является метод полного перебора, но и самым медленным, а самым быстрым – логарифмический поиск.

Библиографические ссылки

1. Favorskaya M. Motion Estimation for Object Analysis and Detection in Videos. In: Kountchev R, Nakamatsu K, editors. *Advances in reasoning-based image processing, analysis and intelligent systems: Conventional and intelligent paradigms*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2012. P. 211–253.

2. Серкин, Д., Intel Software. Оценка движения видеокадра. URL: <http://software.intel.com/ru-ru/blogs/2009/05/13/2001318>.

3. Ричардсон, Я., Научная библиотека избранных естественно-научных изданий. Научная библиотека.рф. Оценка и компенсация движения на основе блоков. URL: http://www.sernam.ru/book_rich.php?id=25.

© Степурко К. В., Абдугалимова Е. Г., 2013

УДК 004.94

А. А. Ткачева
 Научный руководитель – М. Н. Фаворская
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

**ПРИМЕНЕНИЕ L-СИСТЕМ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ОБЪЕКТОВ
 С ВЕТВЯЩЕЙСЯ СТРУКТУРОЙ**

Приведены творческие и технические аспекты применения L-систем для моделирования ветвящихся структура также рассмотрены вопросы морфогенеза растений с эстетической точки зрения.

В 1968 году L-системы были предложены венгерским биологом и ботаником Аристидом Линденмайером как метод моделирования процесса роста растений. По сути L-системы являются реализацией генеративной грамматики Хомского и представляют собой набор из терминальных и нетерминальных символов, правил генерации новых строк символов и алфавита [1].

L-системы могут быть применены для имитации естественного произрастания некоторых биологических систем, например, грибов, растений, легких (бронхиального дерева), системы кровообращения или неорганических форм, такие как кристаллы, или фрактальные структуры.

Наибольшую популярность L-системы получили для моделирования деревьев. В данном случае для каждого типа ветвления (моноподиального, симподиального и тернарного) были разработаны начальные аксиомы и правила ветвления. Приведем пример для тернарного ветвления – как наиболее часто встречающегося типа ветвления в природе. Каждая команда – это некоторое действие, которое будет выполняться над скелетом структуры. Существует множество возможных команд для генерации скелета. В таблице представлен набор символов и соответствующие им команды.

Набор команд

Символ	Команда
F	Увеличить длину текущей ветви
R	Развернуть ветвь на угол ()
[Поместить в стек
]	Извлечь из стека

Корневой стек используется для сохранения текущего состояния для возврата к материнской ветви, при окончании процесса ветвления дочерней ветви. Данному правилу ветвления, FF [F] [+ F] F + F, и набору команд:

- F → F
- + → R(30°)
- → R(-30°)
- [→ [
-] →]

будут соответствовать следующие действия, представленные на рис. 1.

Для каждой ветви скелета дерева создаем простой геометрический объект в виде конуса, так как каждая его сторона имеет радиус отличный от другого и таким образом позволяет моделировать переменную толщину ветвей. Толщина каждой ветви зависит от того, на каком уровне происходит моделирование (количество итераций). Пример роста модели дерева приведен на рис. 2.

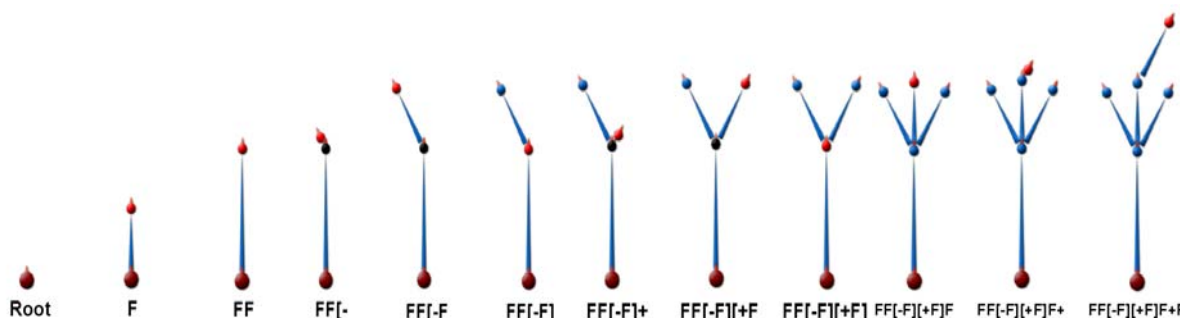


Рис. 1. Процесс роста скелета дерева, соответствующих правилу ветвления FF [F] [+ F] F + F

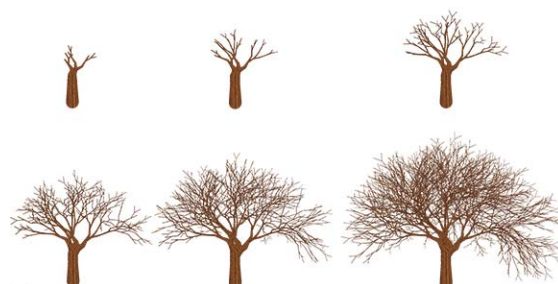


Рис. 2. Пример роста дерева (количество итераций 2–7)

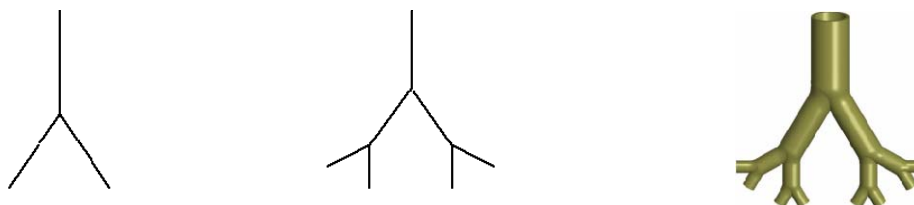


Рис. 3. Модель бронхиального дерева

Использование L-систем в биомеханике. Задача моделирования бронхиального дерева относится к разделу биформатики и биомеханике. Биомеханика – раздел естественных наук, изучающий на основе моделей и методов механики механические свойства живых тканей, отдельных органов и систем, или организма в целом, а также происходящие в них механические явления. Метод исследования – системный анализ. При моделировании легких будем основываться на модели Вейбеля [2]. Как мы видим легкое – можно представить в виде перевернутого дерева с симподиальными типами ветвления, соответственно L-системы разработанные для данного типа ветвления (F[-F][+F]) могут быть использованы с некоторыми допущениями для моделирования трахеобронхиального дерева. Результат моделирования приведен на рис. 3.

Основным преимуществом L-систем является то, что используя простые правила может быть достигну-

та большая сложность и точность моделей. Кроме того единый алгоритм может производить сотни вариаций в пределах одного вида растений. В самом деле, L-системы достаточно просты в реализации, но сложность моделирования процесса роста заключается в необходимости большого количества экспериментов при подборе правил и начальных аксиом, а также настройке параметров.

Библиографические ссылки

1. Prusinkiewicz P., Lindenmayer A. *The algorithmic beauty of plants*. Springer-Verlag, New York, 1990. 256 p.
2. Weibel E. R. *Morphometry of the Human Lung*. Springer Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1963. P. 143–144.

© Ткачева А. А., 2013

УДК 681.3.06

С. А. Тычков

Научный руководитель – В. В. Тынченко
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВЫПОЛНЕНИЕМ ПЛАНА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗАДАНИЯ ДЛЯ ФЕДЕРАЛЬНОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ «ЦЕНТР ГИГИЕНЫ И ЭПИДЕМИОЛОГИИ» В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ

Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения (ФБУЗ) «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае» имеет в своем составе более 1000 сотрудников и 17 филиалов, располагающихся на всей территории Красноярского края в крупных городах и районных центрах [1]. Данное учреждение занимается выявлением и устранением причин и условий возникновения и распространения инфекционных, паразитарных, профессиональных заболеваний, а также массовых неинфекционных заболеваний (отравлений) людей, связанных с воздействием неблагоприятных факторов среды обитания человека, путем проведения специальных санитарно-эпидемиологических и санитарно-гигиенических обследований, установления причинно-следственных связей между состоянием здоровья и средой обитания человека. Помимо этого, Центр осуществляет обеспечение деятельности Территориального управления по осуществлению надзора и контроля при проведении проверок соблюдения и выполнения юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями и гражданами требований законодательства Российской Федерации

в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и в сфере защиты прав потребителей, правил продажи отдельных видов товаров, выполнения работ и оказания услуг [2].

На текущий момент работа с информацией по государственному заданию в Центре гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае построена следующим образом:

- план поступает из контролирующей организации Территориального управления Роспотребнадзора по Красноярскому краю (далее – ТУ) на бумажном носителе и в виде файла формата Word;
- на его основе формируется общий план работы учреждения, состоящий из отдельных планов структурных подразделений и территориальных филиалов;
- в процессе работы организаций ведется учет деятельности и фиксируется информация о выполнении пунктов плана государственного задания;
- по истечении отчетного периода формируются отчетные формы о проделанной работе для руководителя ФБУЗ и далее подаются сведения в ТУ.

Передача информации производится посредством

почты на бумажном носителе и электронной почты в виде файла формата Excel.

Необходимость проведения работы по автоматизации процесса управления выполнением плана государственного задания связана с потребностью Центра в упорядочении и более четкой координации деятельности его подразделений, а также продиктована потребностью в повышении качества и скорости сбора оперативных данных, учета, контроля и координации работ по выполнению плана, обобщая информацию по выполнению в единой базе данных, применяя для этого современную компьютерную технику, средства коммуникации и программное обеспечение, что даст возможность централизованного ведения, хранения, обработки информации и коллективного доступа к ней посредством WEB-интерфейса с использованием каналов связи Интернет.

Создание автоматизированной системы управления выполнением плана государственного задания в рассматриваемом учреждении требует решения ряда задач, к числу которых относятся разработка базы данных и программного обеспечения для работы с ней. В качестве системы управления базы данных выбрана СУБД Microsoft SQL Server от корпорации Microsoft с используемым языком запросов Transact-SQL. Программное обеспечение реализуется с использованием технологии ASP.NET, конкретнее, MVC 3 Framework [3], который используется для создания веб-приложений и веб-сервисов.

Внедрение в Центре гигиены и эпидемиологии разрабатываемой автоматизированной системы управления позволит:

- решить вопросы оперативного учета по работе с государственным заданием и выдачей необходимого потока информации в виде отчетных документов;
- оперативно работать с актуальной информацией подразделениям учреждения и филиалам и осуществлять текущий контроль;

– избавиться от бумажных носителей внутри организации;

– сократить процесс обработки и формирования информации по плану.

Однако проводимая автоматизация осложняется наличием в Центре гигиены и эпидемиологии Красноярского края определенных организационных проблем, требующих в настоящее время своего решения для того, чтобы внедрение разрабатываемой системы оказалось в конечном счете успешным. Это, во-первых, необходимость в актуальной онлайн-информации на текущий день, связанной с работой службы в целом, что требует наличия в каждом территориальном подразделении специалиста по актуализации информации или целого отдела в центральном аппарате. Во-вторых, - отсутствие утвержденной формы отчета по выполнению государственного задания и его финансового обеспечения в учреждении.

Библиографические ссылки

1. Официальный сайт Роспотребнадзора по Красноярскому краю. URL: <http://24.rospotrebnadzor.ru/center/>
2. URL: <http://bus.gov.ru/public/agency/agency.html?agency=151423&activeTab=2>
3. URL: [http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/gg416514\(v=VS.98\).aspx](http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/gg416514(v=VS.98).aspx).
4. Шилдт, Герберт. С# 4.0: полное руководство : пер. с англ. М. : Вильямс, 2011. 1056 с.: ил. Парал. тит. англ.
5. Троелсон Э. Язык программирования С# 2010 и платформа .NET 4.0. 5-е изд. : пер. с англ. М. : Вильямс, 2011. 1392 с.: ил. – Парал. тит. англ.

© Тычков С. А., 2013

УДК 004.942

В. С. Хохлова

Научный руководитель – И. В. Лёзина

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королёва
(национальный исследовательский университет), Самара

ПРИМЕНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ АЛГОРИТМОВ ИНИЦИАЛИЗАЦИИ ВЕСОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ БИРЖЕВОГО ИНДЕКСА HANG SENG

Описано исследование 2 стохастических методов численной оптимизации для инициализации весов нейронной сети (алгоритм имитации отжига и эволюционный алгоритм).

В наши дни возрастает необходимость в системах, которые способны не только выполнять однажды запрограммированную последовательность действий над заранее определенными данными, но и способны сами анализировать вновь поступающую информацию, находить в ней закономерности, производить прогнозирование и т. д. В этой области приложений самым лучшим образом зарекомендовали себя так

называемые нейронные сети. Нейронные сети не программируются в привычном смысле этого слова, они *обучаются*. Для *обучения сети* использовался алгоритм наискорейшего спуска с моментами и метод обратного распространения ошибки [1]. Необходимым условием для обучения нейронной сети является начальная инициализация синаптических весов нейронов. В данной работе были исследованы два метода

инициализации: алгоритм имитации отжига и эволюционный метод.

Рассмотрим конфигурацию нейронной сети для прогнозирования индекса Hang Seng [2]. Прогноз осуществляется на 4 дня при наличии статистики по индексу за предыдущие 6 месяцев работы биржи (для обучения и тестирования сети). Оптимальная конфигурация сети и начальные данные выборки: тестовая выборка – 100 индексов, число итераций обучения 1000, коэффициент обучения – 0,6, момента – 0,2, входной слой – 5 нейронов, выходной – 4.

Алгоритм имитации отжига

Метод имитации отжига представляет собой алгоритмический аналог физического процесса управляемого охлаждения [3]. Исследуем зависимость СКО тестирования от метода имитации отжига, функцией активации нейрона и начальной температурой. Параметр метода: изменение температуры – 0,5. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Зависимость СКО от функции активации нейрона и начальной температурой

Начальная t \ Функция активации	Сигмоидальная	Тангенс
10	0,0024	0,0018
25	0,0018	0,0023
50	0,0007	0,0002
100	0,0017	0,0012
250	0,0017	0,0018

Таким образом, оптимальное значение начальной температуры – 50.

Эволюционный метод инициализации

Метод многомерной математической оптимизации, относящийся к классу стохастических алгоритмов оптимизации (то есть работает с использованием случайных чисел) и использующий некоторые идеи генетических алгоритмов. Это прямой метод оптимизации, то есть он требует только возможности вычислять значения целевой функции, но не её производных [4]. Исследуем зависимость СКО тестирования от эволюционного метода инициализации весов, функцией активации нейрона и количества поколений. Основные параметры эволюционного метода: число векторов – 5, коэффициент – 1, вероятность мутации – 0,5. Результаты представлены в табл. 2.

Таким образом, оптимальное значение количества поколений для данного метода – 10.

Была разработана автоматизированная система для прогнозирования индексов, с помощью которой был получен прогноз индекса Hang Seng, представленный на рисунке. Для получения прогноза использовались выборка значений индекса за период с 25.09.2012 по 25.02.2013.

Таблица 2

Зависимость СКО от функции активации нейрона и числа поколений

Число поколений \ Функция активации	Сигмоидальная	Тангенс
10	0,0031	0,0023
50	0,0059	0,0074
150	0,0073	0,0084
300	0,0071	0,0079
500	0,0071	0,0089



Прогноз индекса Hang Seng после дообучения сети на один день

Библиографические ссылки

1. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. М. : Вильямс, 2006. 1104 с.
2. Автоматизированная система прогнозирования изменения индекса Hang Seng с применением многослойного перцептрона / Современное общество, образование и наука : сб. науч. тр. Междунар. заоч. науч.-практ. конф. в 3 ч.. Ч. 2; Мин. образования и науки РФ. Тамбов : Бизнес–Наука–Общество, 2012. С. 87–88.
3. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. М. : Финансы и статистика, 2002. 344 с.
4. Дифференциальная эволюция. URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Differential_evolution.

Секция
«ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ»

УДК 004.588

О. В. Арипова, Е. А. Зацепина, О. Ю. Павлова
Балтийский государственный технический университет «Военмех»
имени Д. Ф. Устинова, Санкт-Петербург

**АПРОБАЦИЯ МЕТОДА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБУЧАЮЩЕГО
ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСА В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Целью работы является апробация методики оценки эффективности использования в учебном процессе образовательного Интернет-ресурса, который был разработан для обучения студентов проектированию сложных программных систем и повышения качества самого процесса обучения.

С 2008 года в учебном процессе кафедры «Информационные системы и компьютерные технологии» БГТУ «Военмех» имени Д. Ф. Устинова используется обучающая информационная система на основе Интернет-ресурса (ИР), размещенная в сети Интернет по адресу www.i5nfo.ru. ИР входит в состав учебно-методического комплекса дисциплины «Основы программирования» и включает в себя: конспект лекций и практических занятий, варианты лабораторных работ, подсистемы опросов и голосований, гостевая книга и форум, подсистема тестирования, модуль администрирования и система управления, реализованная как мультиагентная экспертная система [1].

Для оценки использования ИР в учебном процессе была разработана методика [2] и алгоритм [3] оценки эффективности использования Интернет-ресурса в учебном процессе.

В соответствии с разработанной методикой апробация проводилась в несколько этапов (рис. 1). В данной работе будут рассмотрены результаты, получен-

ные в первом семестре 2012–2013 учебного года: этап «Предварительное тестирование» и этап «Экзамен».

Первый этап «Предварительное тестирование» позволил установить уровень знания каждого студента перед началом изучения учебной дисциплины «Основы программирования» [2]. Результаты тестирования разбили обучающихся на 3 контрольные группы. Группа К1 готовилась к занятиям с помощью ИР, группа К2 использовала материалы лекций, группа К3 изучала учебный материал по рекомендуемой в рабочей программе дисциплины литературе. Тест содержал $N = 20$ вопросов. Результаты приведены в табл. 1 и на рис. 2.

В течение первого семестра 2012–2013 учебного года обучающиеся выполняли контрольные мероприятия в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины в виде: лабораторных работ (8 шт.); домашних заданий (2 шт.); контрольных работ (2 шт.).

Итоговым мероприятием по окончании первого семестра 2012–2013 учебного года был установлен экзамен, результаты представлены в табл. 2 и на рис. 3.

Предварительное тестирование	Экзамен	Промежуточное тестирование	Итоговое тестирование	Экзамен
сентябрь	декабрь	февраль	май	июнь
1 семестр (осенний)		2 семестр (весенний)		
учебный год				

Рис. 1. Временная шкала этапов проведения апробации методики оценки эффективности

Таблица 1

Результат разбиения обучающихся на контрольные группы

Контрольные группы					
К1 – 15 человек		К2 – 15 человек		К3 – 16 человек	
Средний балл за тест	%	Средний балл за тест	%	Средний балл за тест	%
5.3	26	5.2	26	5.2	26

Таблица 2

Результаты обучения в контрольных группах за первый семестр учебного года

	Контрольные группы		
	К1	К2	К3
Количество человек в группе	15	15	15
Количество допущенных до экзамена	10	7	6
Средний балл за экзамен	4.5	4.2	4.1

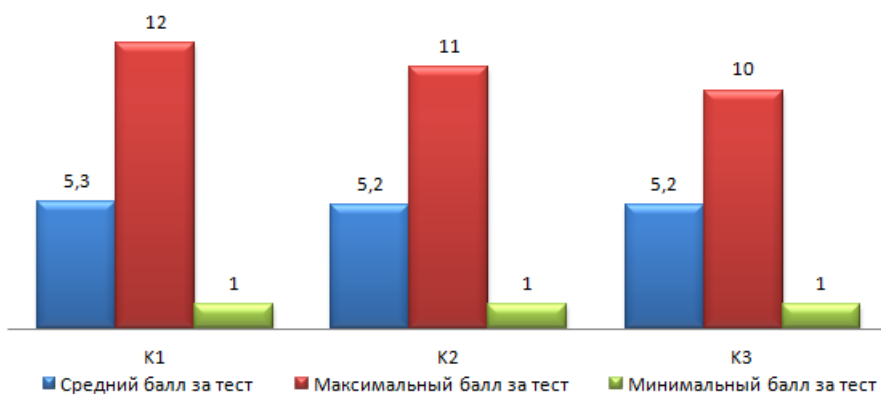


Рис. 2. Результат разбиения на контрольные группы

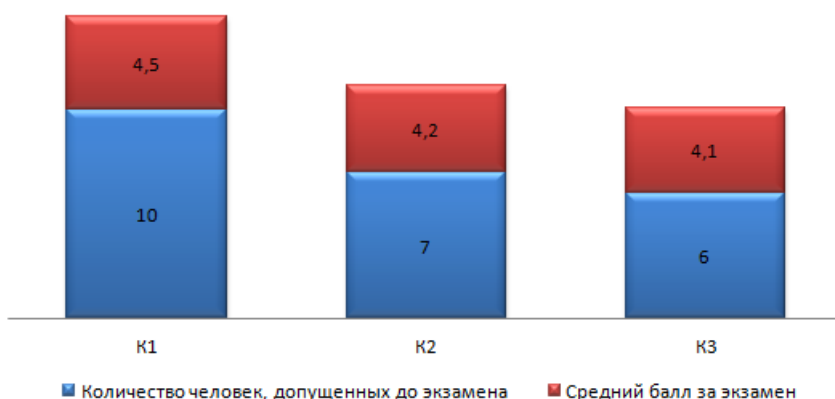


Рис. 3. Результаты в контрольных группах за первый семестр учебного года

Результаты, полученные в первом семестре 2012–2013 учебного года, показали, что использование образовательного Интернет-ресурса, как дополнительного элемента учебного процесса, позволяет повысить качество процесса обучения.

Библиографические ссылки

1. Арипова О. В. Об использовании программных средств дистанционного образования для организации самостоятельной работы студентов : СПбНПК «Проблемы подготовки кадров в сфере инфокоммуникационных технологий». СПб. : ООО «Политехника-

сервис», 2009. С. 29–32.

2. Арипова О. В., Зацепина Е. А., Охочинский М. Н. Оценка эффективности использования Интернет-ресурса в учебном процессе : Молодежь. Техника. Космос : тр. IV ОМНТК. СПб. : БГТУ, 2012. С. 355–357.

3. Арипова О. В., Зацепина Е. А. Алгоритм оценки эффективности использования Интернет-ресурса в учебном процессе : ВМНТК «Космос-2012». Т. 3. Самара : СГАУ, 2012. С. 158–160.

© Арипова О. В., Зацепина Е. А., Павлова О. Ю., 2013

УДК 004.772

Е. С. Артеменко
 Научный руководитель – В. Д. Лаптенюк
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СИСТЕМА СЛЕЖЕНИЯ ПО СТЫКУ СОЕДИНЕНИЯ ПРИ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ СВАРКЕ

Установки для электронно-лучевой сварки представляет собой сложный комплекс, высокая скорость сварки и ограниченные возможности визуального наблюдения, создают большие трудности управления процессом. Поэтому актуальным вопросом является максимальная автоматизация процесса.

Для решения задач управления электронно-лучевой сваркой используется система слежения по стыку с предварительной записью программы и обработкой информации, которая основана на методе синхронного детектирования.

При записи траектории на стыке могут встречаться различные препятствия, прихватки, царапины и прочее, которые влияют на характеристики, снимаемые датчиками. В результате записанная траектория может выглядеть как «кардиограмма» с провалами и

выбросами. Чувствительность в этих местах резко падает. Для устранения влияния подобных искажений необходимо обработать (сгладить) траекторию специальными математическими методами.

Устройство для автоматизированного ведения луча по стыку, реализующее описанный метод, является электронной приставкой к оборудованию для ЭЛС. Устройство работает в двух режимах: режиме записи траектории стыка на малом токе луча и режиме воспроизведения при рабочем токе луча.

Функциональная схема устройства представлена на рис. 1. Устройство состоит из генератора сканирования (Γ_{sin}) стыка электронным лучом частотой, формируемой задающим генератором (ЗГ) через систему делителей. Эта же и удвоенная частота являются опорными для демодуляторов первой и второй гармоник соответственно (DM_1 и DM_2). При смещении луча со стыка в спектре сигнала датчика появляется составляющая, частота которой равна частоте сканирования. Амплитуда этой составляющей пропорциональна смещению луча, а фаза определяет направление смещения. Когда луч находится в стыке, на выходе датчика присутствуют только составляющие с чет-

ными гармониками частоты сканирования. С КВЭ снимается сигнал отраженных электронов от стыка и подается на избирательные усилители (IY_1 и IY_2), которые выделяют из сигнала составляющие первой и второй гармоник и усиливают их. Избирательный усилитель, резонансная частота которого равна частоте сканирования, включен с целью снижения коэффициента усиления устройства на частотах, отличных от частоты сканирования. При совмещении луча со стыком на выходе избирательного усилителя сигнал отсутствует. Выходы избирательных усилителей соединены с входами демодуляторов, которые выделяют постоянную составляющую из гармоник. В демодуляторе (DM_1) происходит преобразование переменного напряжения первой гармоники сигнала датчика в постоянное, пропорциональное смещению от стыка. Знак этого напряжения определяет направление смещения. Величина составляющей первой гармоники преобразуется в соответствующую частоту преобразователем напряжение-частота (ПНЧ), последняя является тактовой частотой для регистра счета (РС), а знак составляющей определяет направление счета для РС.

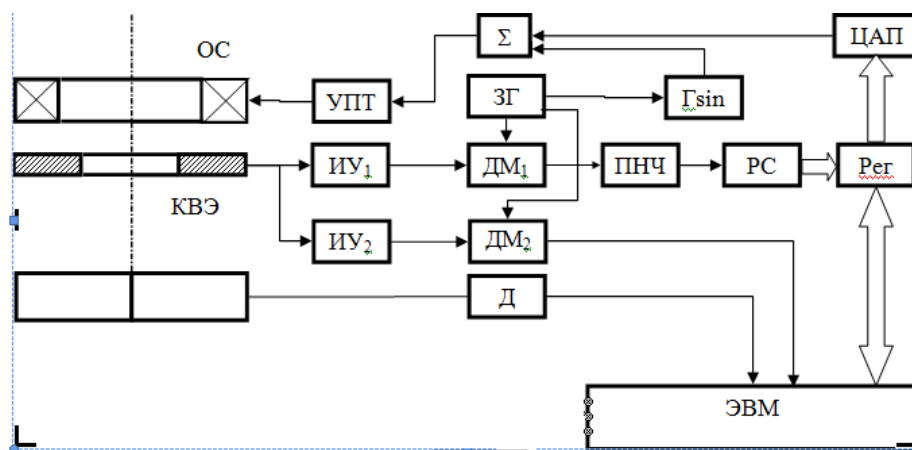


Рис. 1. Функциональная схема устройства

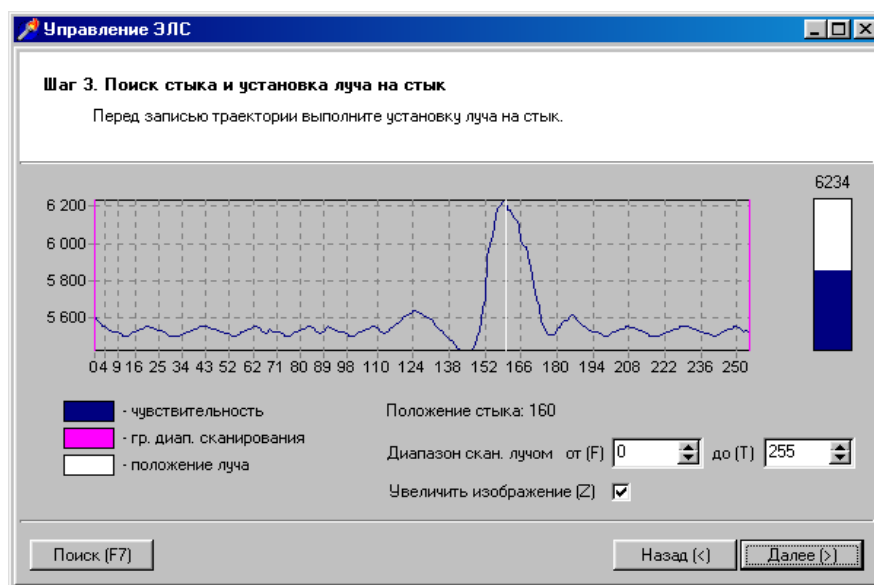


Рис. 2. График полученного сигнала от стыка в программе управления ЭЛС

Буферный регистр (Reg) предназначен для подключения входа цифроаналогового преобразователя (ЦАП) к информационному входу, соответствующему текущему режиму работы системы (запись или воспроизведение). В режиме записи вход ЦАП подключен к выходу РС, а в режиме воспроизведения – к магистрали интерфейса PCI-1710HG. Сигнал ЦАП, соответствующий смещению луча от стыка, складывается в сумматоре (Σ) с сканированием и поступает на вход усилителя постоянного тока (УПТ). Выход УПТ соединен с отклоняющей системой (ОС) электронно-лучевой установки. В катушках ОС создается ток, магнитное поле которого отклоняет электронный луч, совмещая его со стыком. Таким образом происходит автоматическое ведение луча по стыку. Записанная траектория обрабатывается в ЭВМ по методу интерполирования с учетом весовой точек интерполяции связанной с амплитудой второй гармоники.

Предварительная запись траектории стыка и последующее её воспроизведения на рабочем токе осуществлено в программе «Управление ЭЛС» (рис. 2). Работа которой возможна только в составе программ-

но-аппаратного комплекса системы слежения. Связь программной части с аппаратной осуществляется посредством драйвера TVicHW32.

Использование систем автоматического слежения по стыку дает возможность повысить производительность труда и надежность функционирования установок, а также обеспечивает высокую воспроизводимость технологического процесса. Кроме того, системы управления с использованием вычислительной техники расширяют технологические возможности сварочных установок.

Библиографические ссылки

1. Лаптенко В. Д., Мурыгин А. В., Серегин В. Я. *Управления электронно-лучевой сваркой*. М. : Красноярск, 2010. С. 21.
2. Гладков Э. А. *Управление процессами и оборудованием при сварке*. М. : Академия, 2006. 432 с.

© Артеменко Е. С., 2013

УДК 004

М. А. Богданов

Научный руководитель – А. Н. Бочаров
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАЗРАБОТКА РОБОТИЗИРОВАННОЙ АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЫ

Роботизированные системы в настоящее время являются актуальным направлением исследований. Технический прогресс движется вперед, позволяя более успешно решать все проблемы, возникаемые при создании роботизированных систем.

Развитие современных технологий в области цифровых вычислительных систем за последнее десятилетие сделало огромный шаг вперед. Это и многократное увеличение вычислительной мощности, и развитие многопоточных вычислительных алгоритмов, и развитие техпроцессов с целью минимизации размеров. Так же является актуальным и развитие микроконтроллеров. Благодаря всему этому становится более доступным и менее затратным разработка роботизированных автономных комплексов. Необходимость в их разработках назрела достаточно давно, и обусловлено это тем же техническим прогрессом. Таким образом, в настоящее время разработки в области робототехники являются весьма актуальными и востребованными.

В процессе разработки возникают несколько типичных проблемных вопросов. Во-первых, это определение специализации разрабатываемой системы. В том числе, перечень основных выполняемых функций и базовых действий. Во-вторых, это выбор программного обеспечения. В данном случае возможны варианты доработки готовой системы под конкретное оборудование или создание своего программного обеспечения, рассчитанного на поставленные задачи.

Базовая основа закладывается путем объединения высокопроизводительной системы, основанной на ПЭВМ, доработанной под весь проект, и микроконтроллера, являющегося связывающим звеном между низкоуровневым оборудованием и высокопроизводительной системой.

Для уверенной ориентации в пространстве была выявлена необходимость распознавания видеоизображения. Эту задачу будет выполнять программное обеспечение, выполняющееся на высокопроизводительной части системы. Создание искусственных систем распознавания образов остаётся сложной теоретической и технической проблемой. Традиционно задачи распознавания образов включают в круг задач искусственного интеллекта.

Для оптического распознавания образов можно применить метод перебора вида объекта под различными углами, масштабами, смещениями и т. д. Второй подход – найти контур объекта и исследовать его свойства (связность, наличие углов и т. д.) Ещё один подход – использовать искусственные нейронные сети. Этот метод требует либо большого количества примеров задачи распознавания (с правильными ответами), либо специальной структуры нейронной сети, учитывающей специфику данной задачи. Конечный

выбор алгоритма является крайне важным шагом во всей работе и в данном случае необходимо соблюсти границы между результативностью вычислений и их сложностью, а как следствие требования к машинному времени.

Также важным моментом является интуитивно понятный пользовательский интерфейс. При его разра-

ботке необходимо учитывать весь функционал роботизированной системы, частоту использования тех или иных функций, а так же необходимую базовую подготовку оператора.

© Богданов М. А., 2013

УДК 681.518

К. С. Гиндуллина
Научный руководитель – В. В. Тынченко
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБУЧЕНИЯ И ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ В CALL-ЦЕНТРЕ

Рассматриваются возможности повышения эффективности подготовки персонала предприятия за счет автоматизации распределенного обучения, контроля знаний и анализа результатов тестирования.

В настоящее время важнейшим условием развития фирмы и сохранения ее конкурентоспособности на рынке являются корпоративные знания, в том числе повышение квалификации сотрудников компании. Даже при высоком качестве услуг, оказываемых компанией, для достижения успеха необходимо, чтобы все звенья организации работали быстро, слаженно и профессионально. Наиболее распространенным методом проверки знаний является тестирование. На предприятии тестирование персонала можно проводить вручную, но это занимает массу времени, особенно, если мы говорим о крупных компаниях, где много рабочих мест и возможна «текучесть кадров». Не каждый менеджер по персоналу, а тем более руководитель отдела может позволить себе проводить тесты и затем вручную обрабатывать результаты. К счастью, современные технологии избавляют от подобных проблем, позволяя быстро и качественно обрабатывать большие объемы данных, при этом значительно экономя время руководителей и менеджеров по персоналу. Автоматизированные системы обучения и проверки знаний позволяют в кратчайшие сроки максимально охватить персонал необходимым учебным материалом и обеспечить непрерывность обучения без отрыва от основного вида деятельности. Внедрение автоматизированных систем проверки знаний помогает вести постоянный контроль за процессом обучения и получаемыми результатами.

В рассматриваемом случае в качестве объекта автоматизации выступает Call-центр. Это специализированная организация или выделенное подразделение в организации, занимающиеся обработкой обращений и информированием по голосовым каналам связи в интересах организации-заказчика или головной организации [1]. В зависимости от типа call-центра, отрасли, решаемых задач и стратегии работы с персоналом, могут быть установлены индивидуальный порядок и принципы обучения сотрудников.

При подготовке тестов для call-центра, необходимо помнить о двух типах навыков, которыми должен владеть персонал – это профессиональные навыки и

личностные качества. Профессиональные навыки сотрудника – это специфические навыки, необходимые для формального выполнения работы. К их числу можно отнести такие как знание информации о продуктах и услугах, а также бизнес-процессов и корпоративных стандартов; умение работать в среде предметно-ориентированных информационных систем, быстро и качественно обрабатывать поступающие запросы, входящие и исходящие звонки; работать с почтой, календарем событий и пр. Личностные качества охватывают те способы общения с клиентами, которые необходимы в call-центре, а именно: навыки общения с клиентами, активное слушание, навыки телефонного общения с клиентом, техника удержания внимания, умение управлять временем и планировать работы [2].

Обучение должно проходить комплексно. Лучше сочетать обучающий и проверочный модули в рамках одного программного продукта. Помимо этого, пользователи системы могут иметь ограниченные (Пользователь) и полные (Администратор) права. С целью повышения качества проверки знаний, в системе желательно наличие тестового редактора, чтобы была возможность создания новых вариантов заданий, а также пополнение базы вопросов. Необходимо хранить базу данных с пройденными тестами сотрудников и формировать из нее отчеты. В обучающем модуле вся информация должна обновляться при необходимости. В связи с тем, что программное обеспечение будет установлено на персональных компьютерах всех сотрудников call-центра, работа с автоматизированной системой должна иметь наименьшие требования к техническим характеристикам ПК. Таким образом, наиболее оптимальным будет использование web-интерфейса на клиентском ПК, серверная часть также может быть установлена на ПК с ОС Windows 2000 и выше либо Windows Server.

В ходе проведенного анализа рынка готовых программных продуктов, пригодных для автоматизации обучения и тестирования сотрудников call-центра, были выявлены системы, которые наиболее удовле-

творяют требованиям, указанным выше. Одной из них является автоматизированная система System Key, с одноименным названием производителя System Key (г. Екатеринбург), которая содержит ключевые инструменты для создания моделей компетенций, дистанционного обучения, оценки персонала на основе потребности компании. В данной системе используются различные методы оценки (360 градусов, опросы, тесты), исходя из ее целей (периодическая, проверка знаний, определение потенциала сотрудника и т. д.). Имеется возможность сравнивать результаты оценки разных периодов, как по сотрудникам, так и по компании; определять потребность в обучении, формировать индивидуальные планы развития сотрудников и проводить в последующем обучение предметно, целенаправленно вкладывая финансовые средства [3]. Другая не менее функциональная автоматизированная система WebTutor. Разработчиком данной системы является компания WebSoft (г. Москва) – ведущий российский разработчик программного обеспечения для управления персоналом. Это система комплексной автоматизации бизнес-процессов, связанных с подбором, оценкой, тестированием и обучением персонала, систематизацией и хранением знаний, а также с управлением и взаимодействием между сотрудниками и HR-подразделением. Систему

WebTutor отличает модульный подход, позволяющий создавать на базе набора программных модулей гибко настраиваемые системы, функционал которых зависит от задач, стоящих перед заказчиком. Основными модулями системы являются: персонал, дистанционное обучение, тестирование, оценка персонала, администрирование и т. д. [4].

Внедрение подобных систем позволит проводить оценку персонала в автоматизированном режиме, достигая наибольшей эффективности при наименьших затратах труда руководителей и HR-специалистов.

Библиографические ссылки

1. Википедия. Call-центр. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D0%BB-%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80>.
2. Call Center Learning Center. URL: http://www.apexberg.ru/base/articles/index.php?ELEMENT_ID=1527.
3. AC System Key. URL: <http://sk-systemkey.ru/>.
4. Автоматизация развития и оценки персонала. URL: [http://www.websoft.ru/wb.nsf/0/03c6306ce0e3667f442579ea003a858b/\\$FILE/bro%D1%81hure.pdf](http://www.websoft.ru/wb.nsf/0/03c6306ce0e3667f442579ea003a858b/$FILE/bro%D1%81hure.pdf).

© Гиндуллина К. С., 2013

УДК 621.01

А. А. Глухов

Научный руководитель – А. Н. Бочаров
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОЙ РОБОТИЗИРОВАННОЙ АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЫ

В современном мире словом «робототехника» никого не удивить. Роботизированные системы применяются во многих сферах деятельности. Тем не менее, сохраняется актуальность исследований в данной области.

На данный момент наиболее перспективным направлением робототехники являются мобильные автономные роботы. Потенциальными областями применения таких систем, являются – работы в смертельно опасных для человека зонах. Например, это могут быть: экстремальные температуры, радиоактивное воздействие, взрывоопасность и т. п.

Вмешательство человека не всегда представляется возможным (например, имеет место непроходимость радиосигнала). Поэтому необходимым параметром таких систем является умение ориентироваться в незнакомой среде и самостоятельное принятие решений. Оптимальным методом ориентирования является метод построения «карты», который состоит в занесении данных с датчиков и ориентиров по текущей координате. Ориентирами выступают сильно отличающиеся от средних показателей данные. Но слепо доверять какой-то определенной группе датчиков нельзя – их работа в данных условиях может быть не корректна. Поэтому необходимо применение различных методов восприятия: тактильные, оптические, ультразвуковые, видео. Без последних двух, робот вообще ориентировался бы только «на ощупь». Более того, совместное

применение, к примеру, ультразвукового датчика расстояния и видео камеры, облегчает распознавание образов и достоверность показателей.

Как видно из вышесказанного, обработка всей поступающей информации, в особенности видео потока, потребует много ресурсов от аппаратной части. Решением данной проблемы может выступать, например, размещение на борту материнской платы формата mini-ITX или одноплатного ПК, энергопотребление которых относительно небольшое. В роли связующего звена между высокопроизводительной системой (ВС) и низкоуровневой аппаратной частью можно применить микроконтроллер (МК) или ПЛИС. Простые решения из разряда: «препятствие – остановись» также лучше принимать на МК или ПЛИС. Это увеличит скорость принятия подобных решений.

Принятие более сложных решений осуществляется ВС под управлением программы написанной на объектно-ориентированном языке, например, C#. Данный выбор не случаен, ведь все что воспринимает система, проще представить как объекты с набором свойств.

© Глухов А. А., 2013

УДК 629.78.018

Г. В. Кудряшова
Научный руководитель – А. В. Барков
ОАО «Информационные спутниковые системы»
имени академика М. Ф. Решетнева, Железногорск

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ И ПРОВЕРКИ БА КА

Рассмотрен процесс подготовки и проведения испытаний бортовой аппаратуры, выделены возможные проблемы и предложены варианты их решения.

Современная бортовая аппаратура имеет следующие этапы в своем жизненном цикле: техническое задание, проектирование, изготовление, проведение испытаний и эксплуатация. В данном случае под бортовой аппаратурой будем понимать блоки электронных устройств поворота батарей солнечных и антенн.

Процесс проведения испытаний начинается на стадии проектирования прибора. В это время составляются исходные данные для разработки испытательного оборудования и испытательного программного обеспечения (ПО). На сегодняшний день, в основном, разрабатывается только испытательное ПО. Итак, процесс подготовки испытаний можно описать следующим образом:

- выдача технического задания на разработку прибора;
- выдача исходных данных на разработку испытательного ПО для проверки прибора/блоков;
- разработка и автономная отладка испытательного ПО для проверки прибора/блоков;
- проведение испытаний;
- составление и выпуск отчета о проверке.

Основные проблемы, которые возникают при проведении испытаний:

- испытатели проводят проверки в «ручном» режиме;
- отчет заполняется испытателем;

– погрешности измерений и все необходимые вычисления проводит испытатель.

Эти проблемы решаются путем автоматизации проведения проверок, программным расчетом всех необходимых величин и погрешностей и автоматическим (программным) составлением отчетов о проверке.

Данное решение позволит уменьшить время проведения проверок, повысить точность измерения и контроля параметров прибора/блоков, позволит фиксировать краткосрочные сбои прибора/блоков и уменьшить «человеческий фактор».

Этап «Разработка и автономная отладка ПО» и «Выдача исходных данных» занимает значительные трудовые ресурсы. В данном случае можно предложить следующие варианты улучшения:

- разработать унифицированное ПО для всех приборов/блоков;
- разработать программную систему, позволяющую разработчику прибора составлять наборы тестов на своем рабочем месте без участия программиста;
- разработать программную систему, позволяющую уже по техническому заданию автоматически генерировать наборы тестов.

© Кудряшова Г. В., 2013

УДК 519.673

Р. А. Мирзаев
Научный руководитель – Н. А. Смирнов
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПИД-РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫМИ МЕХАНИЗМАМИ

Исследуется динамика и кинематика манипулятора параллельной структуры. Для управления сервоприводами механизма применен пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор. При помощи математического моделирования найдены параметры регулятора, при которых отсутствует перерегулирование, а перемещение происходит с приемлемой скоростью.

В работе [1], рассматривающей особенности динамики манипуляторов параллельной структуры и переходные процессы, применен программный комплекс MathLab/Simulink, рассчитывающий параметры управления приводами механизмов.

Аналогичный подход использован для решения задач кинематики и динамики дельта механизма. Для моделирования динамических систем использовано

расширение SimMechanics, входящее в пакет прикладных программ MathLab. Используя описание этого программного продукта [2], разработана математическая модель устройства параллельной структуры. Создана блок-схема дельта механизма (рис. 1.), в которой: BASE1 – выходное звено, L – звенья, Spherical – шаровая опора, Revolute – цилиндрический шарнир, Joint actuator – привод вращения, Subsystem – подсистема

Реализовано математическое моделирование дельта-механизма. Найдены и проанализированы параметры регулирования привода: время, тип переходного процесса, величина перерегулирования. При помощи анализа графиков получены коэффициенты ПИД-регулятора, обеспечивающие наиболее быстрый переходный процесс при отсутствии перерегулирования. Результаты работы могут быть использованы при проектировании аналогичных манипуляторов.

Библиографические ссылки

1. Волкоморов С. В., Каганов Ю. Т. Карпенко А. П. Моделирование и оптимизация некоторых параллель-

ных механизмов // Информационные технологии М. : Новые технологии. 2010. Вып. 5. С. 1–32.

2. Герман-Галкин С. Г. Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК. М. : Корона-Век, 2008.

3. Мирзаев Р. А., Смирнов Н. А., Смирнов А. Н. Расчет параметров движения приводов механизма параллельной структуры // Вестник СибГАУ. 2011. Вып. 5. С. 62–64.

© Мирзаев Р. А., 2013

УДК 004.772

Ю. Н. Тютюник

Научный руководитель – М. Н. Петров

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СЕТИ

Рассматриваются основные характеристики производительности канала связи информационной сети, которые являются главными показателями повышения эффективности использования сети и улучшение качества предоставляемых услуг.

В последние десятилетия у нас в стране и за рубежом широкое развитие получили различные сети и системы, построенные на основе интегрированного использования средств вычислительной техники и техники связи, обеспечивающие взаимодействие информационных процессов (ИП) и предоставляющие абонентам (пользователям) широкий спектр услуг по обмену и обработке различных видов информации. Следовательно, возросло и появление новых видов передающих устройств информации, и соответственно с ростом новых источников обмена информации, постоянно растет и требования к качеству передачи и приема информации различных видов (данные, видео, звук и т. д.).

Чтобы улучшить качество информационной сети необходимо рассмотреть следующие показатели, такие как:

- производительность;
- надежность;
- безопасность;
- расширяемость;
- масштабируемость;
- прозрачность;
- управляемость;
- совместимость.

А также, стоит учесть ещё и основные характеристики производительности сети: время реакции, скорость передачи трафика, пропускная способность, задержка передачи и вариация задержки передачи, среднее время доставки пакетов. Ко всему этому, не стоит и забывать о том, что пропускная способность сети зависит ещё и от характеристик физической среды передачи (медный кабель, оптическое волокно, витая пара).

Для **определения пропускной способности** канала (линии) связи в расчет берется взаимосвязь между возможной пропускной способностью и полосой пропускания канала (линии) связи. Причем для определения и расчета в данном случае не важен способ физического кодирования. Из выше сказанного велелся закон Шеннона-Хартли, которые и определили формулу (1) для расчета пропускной способности канала (линии) связи:

$$C = B \log_2 \left(1 + \frac{P_s}{P_n} \right), \quad (1)$$

где C – максимально возможная пропускная способность канала (линии) связи; B – ширина полосы пропускания; P_s/P_n – соотношение существующего сигнала к шуму

В качестве примера можно привести обычный телефонный канал с тональной частотой, в котором максимальная пропускная способность может быть 33 Кбит в секунду. При условии, что для расчета пропускной способности канала (линии) связи мы использовали максимальные значения ширины пропускания ($B = 3.1$ кГц) и соотношения сигнала к шуму ($P_s/P_n = 30$ Дб).

Из **расчета пропускной способности** по закону Шеннона-Хартли можно сделать вывод, что надо использовать более широкий кабель, либо соотношение сигнала к шуму сделать в разы больше или увеличить наш сигнал или увеличить внешние шумы.

Но рассчитав пропускную способность, мы улучшим лишь один спектр инфосети – производительность. А так как инфосети – это современные технологии предоставления широкого спектра услуг связи, то необходимо учитывать и развивать качество всех показателей сети, улучшая характеристики различными методами.

Библиографические ссылки

1. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. СПб. : Питер, 2010.
2. Филлипс Д., Гарсиа-Диас А. /Методы анализа сетей. М. : Мир, 1984. С. 387–411.
3. Абилов А. В. Сети связи и системы коммутации : учеб. пособие для вузов. М. : Радио и связь, 2004. 288 с.
4. Теории массового обслуживания / Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича. URL: http://opds.sut.ru/electronic_manuals/oed/f03.htm. – 10.02.2010.

© Тютюник Ю. Н., 2013

УДК 004.056

Ю. А. Березовский
Научный руководитель – В. Г. Жуков
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА СОГЛАСОВАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ РФ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

Описывается алгоритм согласования требований нормативно-методических документов РФ при проектировании систем защиты информации автоматизированных систем.

Автоматизированная система (АС) представляет организационно-техническую систему, обеспечивающую выработку решений на основе автоматизации информационно-связанных процессов в различных сферах деятельности (управление, проектирование, производство и т. д.) или их сочетаниях, что отражено в п. 4 ГОСТ Р 51583–2000. АС реализует информационную технологию в виде определенной последовательности информационно-связанных функций, задач или процедур, выполняемых в автоматизированном или автоматическом режимах.

Одним из ключевых показателей любой АС является адекватность функционирования системы защиты информации (СЗИ).

Требования к СЗИ предъявляются при создании и модернизации АС. В соответствии с п.4.5 ГОСТ Р 51624–2000, защита информации (ЗИ) в АС должна быть: целенаправленной, комплексной, управляемой и гарантированной.

Несмотря на вышеперечисленный комплекс требований, предъявляемый к любой СЗИ, в настоящее время на практике отсутствует единый подход или методология, позволяющие достаточно четко определить последовательность действий, необходимую для их выполнения.

Существует множество стандартов (объект исследования), содержащих в себе требования и предписания по созданию (проектированию) систем защиты информации. Возникает вопрос (актуальная проблема) – какими требованиями руководствоваться, согласно какому стандарту? Автором был разработан алгоритм согласования требований нормативно-методических документов РФ при проектировании систем защиты информации. Актуальность и новизна алгоритма обусловлена недавно сформированным проектом государственного стандарта [1], результаты анализа которого также отражены в разработанном алгоритме.

Важным моментом при создании автоматизированных систем в защищённом исполнении (АСЗИ) является разработка модели безопасности. Она формируется по выполнению первых двух стадий создания: формирование требований к АС и разработка концепции АС. На протяжении всех стадий организуется обеспечение защиты информации, разрабатыва-

ется перечень информации, подлежащей защите, в том числе информация о самой АСЗИ.

Приведем описание мероприятий, которые необходимо выполнить на первой стадии при создании АСЗИ:

1) Формирование требований к АС:

1.1) Формирование требований к АСЗИ в соответствии с требованиями и рекомендациями ГОСТ Р 51624–2000. Результатом выполнения данного мероприятия является создание номенклатуры требований к АСЗИ.

1.2) Формирование конфигурации АС. Результатом выполнения данного мероприятия является определение состава, структуры, условий размещения проектируемой АС.

1.3) Определение факторов, воздействующих на информацию, в соответствии с рекомендациями ГОСТ Р 51275–2006. Результатом выполнения данного мероприятия является создание списка факторов.

1.4) Определение уязвимостей АС в соответствии с ГОСТ Р XXXX–20XX «Уязвимости информационных систем. Классификация уязвимостей информационных систем» и ГОСТ Р ИСО/МЭК 13335–2007. Результатом выполнения данного мероприятия является создание списка уязвимостей.

1.5) Формирование перечня угроз защищаемой информации в соответствии с рекомендациями ГОСТ Р ИСО/МЭК 13335–2007. Результатом выполнения данного мероприятия является создание модели угроз.

1.6) Формирование модели нарушителя в соответствии с требованиями и рекомендациями нормативно-методических документов ФСТЭК, ФСБ, Банка России. Результатом выполнения данного мероприятия является создание модели нарушителя.

1.7) Проведение анализа рисков в соответствии с рекомендациями ГОСТ Р ИСО/МЭК ТО 13335–3–2007. По выполнении данного мероприятия могут быть повторно проведены этапы 1. 5 и 1. 6, в соответствии с результатами выполнения этапа 1. 7.

1.8) Формирование списка сертифицированных средств ЗИ в соответствии с государственным реестром сертифицированных средств защиты информации. Результатом выполнения данного мероприятия является создание списка сертифицированных средств ЗИ.

1.9) Формирование списка сертифицированного ПО в соответствии с государственным реестром сертифицированных средств защиты информации. Результатом выполнения данного мероприятия является создание списка сертифицированного ПО.

Приведем описание мероприятий, которые необходимо выполнить на второй стадии при создании АСЗИ:

2) Разработка концепции АС:

2.1) Поиск путей реализации требований по ЗИ в АС. Для этого этапа необходимы следующие информационные ресурсы: состав, структура, условия размещения АС; модель угроз; модель нарушителя; перечень сведений, подлежащих защите, в том числе о самой АСЗИ; номенклатура требований к АСЗИ; список сертифицированных средств ЗИ; список сертифицированного ПО.

2.2) Оценка возможности реализации требований по ЗИ в АСЗИ. В соответствии с результатами данного мероприятия может быть повторно проведён этап 2. 1.

2.3) Разработка альтернативных вариантов концепции ЗИ в АС и облика СЗИ и процессов её создания. В соответствии с результатами данного мероприятия может быть повторно проведён этап 2. 2.

2.4) Выбор оптимального варианта концепции ЗИ в АС и СЗИ АС.

По окончании второй стадии формируется модель безопасности АСЗИ.

Таким образом, данный алгоритм представляет основные требования и рекомендации международных и национальных стандартов в области защиты информации, регламентирует последовательность действий при создании модели безопасности АСЗИ. Не имеет противоречий с рассмотренными в ходе анализа стандартами.

Библиографическая ссылка

1. ГОСТ Р 51583-201X Порядок создания автоматизированных систем в защищенном исполнении. Общие положения.

© Березовский Ю. А., 2013

УДК 004.056

А. В. Вашкевич

Научный руководитель – В. Г. Жуков

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

О ЗАДАЧЕ КОНФИДЕНЦИАЛЬНОГО МНОГОСТОРОННЕГО ВЫЧИСЛЕНИЯ В КЛАСТЕРНОМ АНАЛИЗЕ K-MEANS

Рассматриваются актуальные проблемы в разработке и применении протоколов конфиденциальных вычислений, в частности, конфиденциального кластерного анализа методом K-means, а также возможные пути решения этих проблем.

С развитием информационных технологий в коммерческой сфере возникла необходимость проводить совместный анализ данных, при этом сохраняя конфиденциальность своих данных, но получая некоторые общие выводы, необходимые для всех участников анализа. С этими целями разрабатывались различные протоколы конфиденциальных вычислений для простых функций, использующие так называемые криптографические примитивы – относительно простые криптографические преобразования [1]. Конфиденциальные вычисления были применены и к наиболее распространённому методу кластеризации – алгоритму k-means. Большинство работ по сохранению конфиденциальности данных для кластеризации с помощью k-means основаны на конфиденциальном вычислении данных с несколькими участниками.

В Российской Федерации работ по тематике конфиденциальных вычислений практически нет, а по обеспечению конфиденциального кластерного анализа методом k-means работы отсутствуют. Однако, учитывая высокие темпы роста количества данных, накапливаемых в электронном виде организациями и возрастающую необходимость анализа консолидированных массивов данных для успешного ведения биз-

неса – задача обеспечения конфиденциальности вычислений является актуальной.

С развитием компьютерных сетей и Интернета возросла необходимость проведения совместного анализа данных, принадлежащих разным пользователям (организациям) и являющихся конфиденциальными [2]. В таких случаях не всегда достаточно обеспечения той конфиденциальности и целостности передаваемых сообщений, которая достигается при помощи криптосистем шифрования и аутентификации, и необходимо обеспечить получение совместного результата без раскрытия исходных данных пользователей. Такого вида задачи называются конфиденциальными многосторонними вычислениями (КМВ); для их решения используются специальные криптографические протоколы, позволяющие нескольким участникам произвести вычисления на основе конфиденциальных входных данных каждого из них. После выполнения протокола КМВ каждый из участников получает результат вычисления, но ни один из них не должен получить никакую дополнительную информацию о данных других участников.

Тривиальным решением задачи КМВ является использование третьей доверительной стороны (Trusted

Third Party), которой пользователи передают свои данные, – она выполняет вычисления и отправляет результат обратно пользователям. Однако наличие такой доверительной стороны не всегда возможно и допустимо. Поэтому очевидна необходимость разработки криптографических протоколов, специально предназначенных для выполнения соответствующих вычислений в компьютерных сетях без помощи третьей доверительной стороны. Вопросам КМВ уделяется много внимания в современной научно-технической литературе, ежегодно проводятся конференции по данной тематике.

Задачу конфиденциальных вычислений можно описать в следующей постановке. Имеется n участников протокола (процессоров), соединенных сетью связи. Изначально каждому процессору известна своя «часть» некоторого входного значения x . Требуется вычислить $f(x)$, где f – некоторая известная всем участникам вычисляемая функция, таким образом, чтобы выполнились требования:

– корректности, когда значение $f(x)$ должно быть вычислено правильно, даже если некоторая ограниченная часть участников произвольным образом отклоняются от предписанных протоколом действий;

– конфиденциальности, когда в результате выполнения протокола ни один из участников не получает никакой дополнительной информации о начальных значениях других участников (кроме той, которая содержится в вычисленном значении функции).

Алгоритм k -means строит k кластеров, расположенных на возможно больших расстояниях друг от друга. Полное описание алгоритма можно найти в работе Хартигана и Вонга [3]. Основной тип задач, которые решает алгоритм k -means, – наличие предположений (гипотез) относительно числа кластеров, при этом они должны быть различны настолько, насколько это возможно. Выбор числа k может базироваться на результатах предшествующих исследований, теоретических соображениях или интуиции.

Формальное описание алгоритма: дан набор данных D из n элементов (объектов, точек и т. п.) в пространстве с m измерениями, а также целое число кластеров k . Алгоритм кластеризации k -means распределяет набор данных в k непересекающихся кластеров. Каждый кластер представлен центроидом (центром кластера).

Данные для кластеризации могут быть по-разному распределены между участниками. Существуют вер-

тикальное (участники содержат разные столбцы данных), горизонтальное (участники содержат разные строки данных) и арбитражное (произвольное) секционирования данных. В зависимости от распределения данных будут различаться и этапы кластерного анализа, в которых необходимо сохранять конфиденциальность данных.

Важными требованиями к конфиденциальному кластерному анализу также являются количество участников, требуемая скорость работы алгоритма и необходимость в сохранении конфиденциальности таких этапов алгоритма, как, например, центры кластеров и количество итераций. Все эти условия оказывают влияние на выбор алгоритма сохранения конфиденциальности в k -means.

Сформированы требования к протоколу обеспечения конфиденциальности данных при их кластеризации и определены этапы алгоритма, которые необходимо защищать при заданных условиях (секционирование данных и количество участников). Также определены возможные пути модернизации существующих протоколов обеспечения конфиденциальности данных при их кластеризации методом k -means. Прделанная работа позволяет в дальнейшем модернизировать существующие протоколы, а также распространить полученные сведения в Российской Федерации.

Библиографические ссылки

1. Meskine F., Bahloul S. N. *Privacy Preserving K-means Clustering: A Survey Research. The International Arab Journal of Information Technology. Vol. 9. No. 2. March 2012.*
2. Шутый П. С. *Рандомизированные протоколы, применяемые для выполнения конфиденциальных многосторонних вычислений в компьютерных сетях // С.-Петербург. гос. ун-т телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, 2009.*
3. Hartigan J. A.; Wong M. A. *Algorithm AS 136: A K-Means Clustering Algorithm // Journal of the Royal Statistical Society, Series C (Applied Statistics) 28, 1979.*
4. Samet S., Miri A., Orozco-Barbosa L. *Privacy-Preserving K-Means Clustering in Multi-Party Environment. Proceedings of International Conference on Security and Cryptography, Barcelona, Spain, 2007.*

© Вашкевич А. В., 2013

Я. А. Голуусов
Научный руководитель – В. Г. Жуков
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ АНАЛИЗА ОСОБЕННОСТЕЙ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ КЛАВИАТУРНОГО ПОЧЕРКА ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

Рассматриваются существующие алгоритмы анализа клавиатурного почерка легитимных пользователей автоматизированных систем.

Одним из главных недостатков большинства биометрических систем (БС) защиты информации является необходимость дополнительных устройств (и их стоимость), измеряющих биометрических характеристик (БХ). Из-за чего рядовым пользователям ПК или руководителям небольших организаций экономически не выгодно приобретать такие устройства и обеспечивать их постоянную техническую поддержку.

Данная проблема не актуальна для систем, использующих для измерения БХ устройства, входящие в базовую комплектацию любого ПК. Именно к таким системам относятся БС на основе клавиатурного почерка, ведь для того чтобы получить образец БХ любого пользователя нужна всего лишь клавиатура. Кроме того, пользователю не нужно дополнительно обучаться навыками работы с такой БС, так как он уже умеет набирать текст на клавиатуре, а это единственное требование. Получается, что на любой ПК можно установить программу, которая будет осуществлять идентификацию и аутентификацию пользователей, всего лишь на основании того, как он печатает текст.

Методы анализа клавиатурного почерка можно разделить на две группы:

1) методы анализа БХ при наборе «свободного» текста.

2) методы анализа БХ при наборе фиксированного текста;

В качестве фиксированного текста, в основном, используется некоторая парольная фраза небольшой длины [1, с. 5–6] от 8 до 10 символов [1, с. 7].

Методы первой группы более сложны в реализации, чем методы второй группы, хотя при наборе свободного текста можно измерить большое количество БХ, что повышает точность БС на основе данных методов. Стоит также сказать, что процесс сбора статистики для исследования данных методов значительно более трудоёмкий, чем в случае с методами второй группы.

Методы второй группы наиболее эффективно можно применять в комбинации с парольной защитой, т.е. при наборе пароля (парольной фразы) сразу же происходит анализ БХ. При такой реализации пользователь будет практически не замечать работы БС – он просто будет вводить свой пароль. И даже если злоумышленник заполучит логин и пароль пользователя, маловероятно, что он сможет пройти процедуру авторизации, так как он не будет обладать теми же БХ, что и легальный пользователь.

В рамках исследовательской работы рассматриваются методы первой группы, т.е. методы анализа БХ при наборе парольной фразы, так называемые методы анализа клавиатурной подписи или почерка пользователей.

В данный момент существует несколько основных групп методов анализа, и принятия решения на основе полученных результатов:

1) методы, использующие только базовые формулы математической статистики; в процессе анализа используются критерии Стьюдента [1, с. 6–11] [3, с. 5–7].

2) геометрические методы, использующие различные меры близости между входным вектором и эталоном (меры Хэмминга, Евклидова и др.); в процессе анализа БХ, как правило, используется критерий Стьюдента; [3, с. 3, 7–12][2, с. 13]

3) методы, основанные на применении искусственных нейронных сетей (ИНС); [3, с. 3]

Вышеперечисленные методы, в качестве входных параметров оперируют вектором входных БХ. В процессе регистрации ведётся сбор определённого числа входных векторов, на основании которых формируется эталонный вектор. В процессе сравнения входной вектор сравнивается с эталонным вектором, на основании чего принимается решение.

Методы формирования вектора входных БХ можно разделить на две группы:

1) методы формирования вектора с помощью формул теории цифровой обработки сигналов; [2, с. 9–13].

2) методы формирования вектора с помощью формул теории вероятности и математической статистики; [1, с. 6–11] [3, с. 5–7];

У методов формирования входного вектора БХ имеется один существенный недостаток – в них практически не учитывается влияние внешних факторов на полученные образцы БХ, таких как:

- занятость рук (ввод одной или двумя руками);
- временные задержки;
- совершение и исправление ошибок при вводе фразы.

Таким образом, основной целью исследовательской работы ставится изучение влияния внешних факторов на БХ пользователя и разработка метода, позволяющего исключить влияние всех факторов.

Для учета влияния внешних факторов необходимо поставить предварительный и основной эксперименты:

1) предварительный эксперимент необходим для того, чтобы, во-первых, определить параметры проведения основного эксперимента, во-вторых, подвергнуть полученные БХ подробному анализу, с целью выявления влияния внешних факторов; в предварительном эксперименте участвует небольшое число пользователей: от четырёх до шести.

2) основной эксперимент необходим для того, чтобы, во-первых, собрать большой объём образцов клавиатурного почерка разных пользователей, во-вторых, для разработки метода исключения или минимизации влияния внешних факторов на образцы; в-третьих, для тестирования разработанного метода на собранных образцах.

Разрабатываемый метод можно будет использовать для предварительной обработки БХ при анализе существующими методами. Предположительно, это должно значительно повысить точность последних. Кроме того полученные в ходе проведения экспериментов сведения и навыки можно будет использовать

и в дальнейших исследованиях, связанных с анализом клавиатурного почерка при наборе свободного и фиксированного текста.

Библиографические ссылки

1. Иващенко Т. Программная реализация контроля доступа на основе клавиатурного почерка. М., 2006. 67 с.

2. Брюхомицкий Ю. А., Казарин М. Н. Исследование биометрических систем динамической аутентификации пользователей ПК по рукописному и клавиатурному почеркам : учеб.-метод. пособие к циклу лабораторных работ. Таганрог : Изд-во ТРТУ, 2004. 38 с.

3. Ходашинский И. А., Савчук М. В., Горбунов И. В., Мецзяков Р. В. Технология усиленной аутентификации пользователей информационных процессов. Томск : Доклады ТУСУРа, 2011. 13 с.

© Голесов Я. А., 2013

УДК 004.056

Д. В. Калачев

Научный руководитель – И. А. Лубкин

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ АУТЕНТИФИКАЦИИ СУБЪЕКТА ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВАНИИ ПОДКЛЮЧАЕМОГО МОДУЛЯ USB ПАМЯТИ

Рассматривается создание методики двухфакторной аутентификации без использования специализированных устройств.

Разработка средства аутентификации для операционных систем Windows 7 на основе USB-диска является актуальной и может представлять интерес, как для широкого круга пользователей Windows 7, так и для современных организаций, в которых довольно остро стоит проблема аутентификации с помощью ввода пароля.

Один из альтернативных способов прохождения пользователем процесса аутентификации – это использование различных аппаратных аутентификаторов на основе сертификатов, примерами таких устройств являются токены и смарт-карты.

Такие устройства обеспечивают принцип двухфакторной аутентификации, когда для прохождения процесса аутентификации пользователю необходимо обладать определенным устройством (токеном или смарт-картой) и знать определенную комбинацию символов – PIN-код.

Устройства, типа токен и смарт-карта имеют в своем составе микропроцессор и небольшое количество памяти, для хранения защищаемой информации, таким образом, все вычисления производятся внутри устройства. Однако, так как большинство алгоритмов, поддерживаемых устройством, реализуются аппаратным образом, их набор достаточно ограничен, и использование устройства после введения новых стандартов и требований является невозможным.

В данной работе предполагается создания методики аутентификации пользователей в системах семейства Windows 7. Для этого будут использоваться стандартные механизмы системы и подключаемые компоненты, а также, USB-диск с файловой системой FAT32. USB-диск будет выступать в качестве хранилища учетных данных пользователя. Выбор FAT32 обусловлен тем, что данная файловая система, на сегодняшний день, используется в большинстве съемных носителей и разработанная в рамках ВКР программа поддерживает именно эту файловую систему. При дальнейшей модификации возможна поддержка других файловых систем.

Основная идея состоит в том, что необходимо записать на USB-диск учетные данные пользователя, и защитить данную информацию так, чтобы было затруднительно получить к ней доступ в случае утраты, а также полного или частичного копирования ключевого диска.

Для реализации данной методики требуется разработать программное средство создания ключевого диска и поставщик учетных данных Windows 7 [1].

Программное средство создания ключевого диска, добавляет серийный номер тома в базу ключевых, резервирует один кластер в таблице распределения файлов, и записывает в область данных этого кластера зашифрованные имя пользователя и пароль.

Шифрование осуществляется с помощью алгоритма ГОСТ 28147–89. Для выработки ключа шифрования используется связка глобально уникального идентификатора ключевого диска (GUID) и PIN-кода пользователя.

В поставщике учетных данных осуществляется отслеживание подключаемых съемных дисков к системе, после подключения съемного диска осуществляется его поиск в базе, и в случае его нахождения, после ввода верного PIN-кода, осуществляется чтение учетных данных пользователя с ключевого диска и их расшифровка ранее выработанным ключом.

Требование ввода PIN-кода необходимо для предотвращения доступа в систему пользователя, незаконно завладевшего ключевым диском. Таким образом, реализуется принцип двухфакторной аутентификации, однако все вычисления будут производиться непосредственно на компьютере, USB-диск будет выступать лишь в качестве хранилища учетных данных, что отличает данную систему от аналогов.

В силу особенностей разработанного поставщика учетных данных, во время прохождения процесса аутентификации, до подключения ключевого USB-диска нельзя предпринять никаких действий по входу в систему. После подключения ключевого диска, пользователю предлагается ввести PIN-код, при вводе верного PIN-кода происходит вход в систему. При вводе неверного PIN-кода более трех раз система блокируется на определенное время.

Разработанная методика повышает надежность и удобство использования подсистемы аутентификации

Windows 7. Пользователям больше не нужно запоминать длинные и сложные пароли или записывать их на материальный носитель, нужно лишь иметь при себе ключевой USB-диск и знать комбинацию из 4 цифр (PIN-код). Если отключить стандартный парольный поставщик учетных данных Windows 7, злоумышленник, даже сбросив пароль пользователя с помощью специального загрузочного диска, не сможет получить доступ к системе. Для этого ему потребуется получить ключевой диск пользователя и знать его PIN-код, либо провести значительное время за компьютером пользователя для проведения тотального перебора PIN-кода – что затруднительно, так как займет значительное время.

Используемый в методике алгоритм шифрования ГОСТ 28147–89 обеспечивает невозможность доступа к учетным данным пользователя, хранящимся на USB-диске, не имея ключа шифрования, это является возможным лишь при проведении тотального перебора.

Уникальный ключевой USB-диск и PIN-код, необходимый для входа в систему, обеспечивают точную идентификацию пользователей.

Библиографическая ссылка

1. Dan Griffin. *Desktop Security: Create Custom Login Experiences With Credential Providers For Windows Vista // MSDN Magazine, 2007.*

© Калачев Д. В., 2013

УДК 004.056.52

Р. В. Карцан

Научный консультант – И. Н. Карцан

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ДАКТИЛОСКОПИЯ. БИОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ИДЕНТИФИКАЦИИ НА РЕЖИМНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Рассмотрено техническое решение пропускного режима на объекте специального назначения с использованием биометрии человека.

На режимном объекте важной особенностью является сохранение режима секретности и обеспечение пропускного режима, но, несмотря на это при большом количестве сотрудников для обеспечения достаточной пропускной способности персонала к объекту надо либо большой штат охраны на самом пропускном пункте, либо установить техническое решение, обеспечивающее большую безотказность и помехоустойчивость.

Пропускной режим, как часть системы по обеспечению конфиденциальности персональных данных, коммерческой и государственной тайны создается предприятием самостоятельно, с целью обеспечить защиту секретной информации, описанную в Федеральном законе «Об информации, информационных технологиях и защите информации». [1–4]

Рассматриваемое мною техническое решение это идентификация по средством биометрии человека. При рассмотрении биометрических методов идентификации надо учитывать, что сама биометрическая идентификация является мат. статистикой и при рассмотрении частных решений необходимо учитывать ошибки 1-го и 2-го рода, которые не являются чем-то абстрактным, а имеют вполне логичное значение, которое должно быть минимально низким или сравнима с 0. Первой ошибкой является коэффициент FAR (False Acceptance Rate) значение которого соответствует процентному значению людей которые получили разрешение на вход, не имея оно. А второй ошибкой является коэффициент FRR (False Rejection Rate) значение которого является вероятностью отказа сотруднику имеющий допуск. Однако рассмотрении

технологических решений только лишь по этим параметрам нельзя, ибо самым оптимальным будет выбор идентификации по ДНК имеющие сравнимые с 0 процентные показатели FAR и FRR. Поэтому мы вводим некие эмпирические характеристики, по которым будет оптимальным сравнение технологических решений. Такими характеристиками являются:

- устойчивость к подделке;
- устойчивость к окружающей среде;
- простота использования;
- скорость системы
- стоимость системы.

Основными методами идентификации являются методы использующие статистически неизменные биометрические характеристики человека такие как:

- папиллярный рисунок на пальце;
- радужная оболочка глаза;
- сетчатки глаза;
- геометрия лица;
- геометрия руки;
- рисунку вен руки.

Некоторые методы также используют динамические методы идентификации такие как:

- голос;
- динамике рукописного ввода;
- сердечный ритм.

Для выбора определенного метода надо правильно соотносить параметры и предрасположенность к работе с большим числом людей нуждающихся в идентификации, но меньшей точностью, чем со способами, в которых нужна высокая точность при малом числе людей нуждающихся в идентификации.

Вероятность ошибки FAR равна значению $FAR \cdot N$, где N число людей находящихся в базе идентификации.

Дактилоскопия (распознавание отпечатков пальцев) Каждый человек имеет уникальный папиллярный узор на пальце. Особенность этого метода является тем, что папиллярный узор преобразуется в код и эти коды хранятся в таблице. Само время считывание кода обычно не превышает 1с, в зависимости от размера в таблице, время поднесения пальца к сканеру не учитывается.

Разные сканеры обычно имеют разные показатели FAR и FRR, которые отличаются в 10ки раз но средний показатель FAR = 0,001 %, а FRR = 0,6 %. Для наглядности этих цифр приведем пример: фирма имеет N сотрудников которые каждый день нуждаются в идентификации, $FAR \cdot N^2 = P$, где P количество ошибок в день. Сделаем условие, что допустима 1 ошибка в день то система будет работать стабильно при

$N = \sqrt{\frac{1}{FAR}}$. Откуда следует, что метод стабильно работает персонала до 1 000 сотрудников постоянно нуждающихся в идентификации.

Библиографические ссылки

1. Об информации, информационных технологиях и защите информации : федер. закон от 27 июля 2006 № 149-ФЗ.
2. О государственной тайне : Закон РФ от 21 июля 1993 № 5485-1 (ред. от 8.11.2011).
3. О коммерческой тайне : федер. закон от 29 июля 2004 № 98-ФЗ (ред. от 11.07.2011).
4. О персональных данных : федер. закон от 27 июля 2006 № 152-ФЗ (ред. от 25.07.2011).

© Карцан Р. В., 2013

УДК 51.004

А. С. Климина

Научный руководитель – О. Н. Жданов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ АЛГОРИТМА ПОЛЛАРДА

Рассмотрен алгоритм Полларда, методы выбора параметров для алгоритма, критерии выбора параметра k в зависимости от числа N , а также предложен метод для уменьшения времени работы алгоритма.

В настоящее время для защиты информации от несанкционированного доступа все большее распространение получают алгоритмы шифрования с открытым ключом. Одним из важных примеров является алгоритм RSA. Необходимым этапом в работе является анализ стойкости алгоритма шифрования. Это обуславливает актуальность задачи факторизации (нахождения простых делителей числа N). Для ее решения часто используется алгоритм Полларда.

Алгоритм Полларда состоит из следующих шагов:

Шаг 1. Выбираем число k .

Шаг 2. Выбираем произвольное a , $1 < a < N$.

Шаг 3. Вычисляем $d = \text{НОД}(a, N)$. Если $d > 1$, мы получили нетривиальный делитель N . Если $d = 1$, переходим к шагу 4.

Шаг 4. Вычисляем $D = (a^k - 1, N)$ и если $1 < D < N$, то D является делителем N . Если $D = 1$, возвращаемся к шагу 1, а при $D = N$ к шагу 2 и выбираем новое a [1].

В программе были реализованы следующие подходы к выбору числа k :

- 1) k – произведение нескольких случайных чисел
- 2) k – факториал некоторого числа
- 3) Перебор различных степеней простых чисел
- 4) k – наименьшее общее кратное нескольких чисел

сел

После анализа работы программы с этими подходами были отклонены первые два метода, поскольку в этих случаях факторизация числа занимала значительно больше времени (уже на 5–8-значных числах приблизительно в 100 раз больше чем на других методах) и давала меньшую эффективность нахождения делителей. Был отклонен и последний метод, поскольку давал меньше удачных разложений, чем метод перебора степеней простых чисел. Также в программу был добавлен модуль, проводящий тестирование на простоту разлагаемого числа по алгоритму Рабина–Миллера. Это увеличивает время обработки каждого числа, но существенно уменьшает время работы программы в целом при сборе статистики.

Рассмотрим три случая:

1) $k = p - 1$, т. е. k – произведение всех делителей $(p - 1)$ и не имеет больше никаких делителей. В этом случае программа находит делитель, не равный 1 или N .

2) $k = (p - 1) b_1 \neq (q - 1) b_2$, т. е. k содержит все делители $(p - 1)$, еще какие-то множители, но не содержит всех делителей $(q - 1)$. В этом случае программа так же находит делитель, не равный 1 или N .

3) $k = (p - 1) / b$, т. е. k содержит не все делители $p - 1$. При таком k результат работы программы равен 1, необходимо изменить параметры алгоритма.

Таким образом, для удачного нахождения делителя N параметр k нужно выбрать так, чтобы k являлся произведением всех делителей $(p - 1)$, и, возможно еще каких-то множителей. При этом k не должно содержать всех делителей $(p - 1)$ и $(q - 1)$ одновременно.

Можно оценить параметр k , исходя из значения N : максимальный простой множитель k будет равен $\frac{\sqrt{N}}{2}$. Такой подход хорошо работает на сравнительно небольших числах. Однако при увеличении числа N , число необходимых простых множителей k растет

слишком быстро, что приводит к увеличению времени работы программы.

Увеличение числа k может происходить в двух направлениях:

1) увеличения количества простых множителей, входящих в k ;

2) увеличение степеней простых множителей, с которыми они входят в k .

Предлагается следующий алгоритм выбора k в процессе работы программы:

Пусть k – функция от двух переменных: l – количество простых; α – максимальная степень каждого простого.

$$k = f(l, \alpha) = p_1^\alpha p_2^\alpha \dots p_l^\alpha.$$

Здесь рассматривается увеличение k только по одному из параметров – количеству простых (l); α пока будет одинаковой для всех простых, входящих в состав k .

Идея такого выбора k состоит в том, чтобы выбрать не слишком большое и не слишком малое k , исходя из результатов работы программы (при слишком малом значении результатом работы является 1, а при слишком большом – N).

Пока результат работы алгоритма равен 1, k с каждым шагом увеличивается вдвое. Как только результат работы становится равен N , k уменьшается. Далее, в зависимости от результатов может уменьшаться или увеличиваться, пока не будет найден делитель, не равный 1 или N .

Предложенный в данной работе способ оптимизации алгоритма Полларда значительно уменьшает время расчета.

Библиографическая ссылка

1. Маховенко Е. Б. Теоретико-числовые алгоритмы в криптографии. М.: Гелиос АРВ, 2006.

© Климина А. С., 2013

УДК 004.056

Н. А. Коромыслов
 Научный руководитель – В. Г. Жуков
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

О ВЫЯВЛЕНИИ АНОМАЛИЙ В СЕТЕВОМ ТРАФИКЕ ИСКУССТВЕННЫМИ ИММУННЫМИ СИСТЕМАМИ*

Рассматривается проблема выявления аномалий в сетевом трафике и возможность ее решения путем применения аппарата искусственных иммунных систем.

* Работа поддержана грантом Президента молодым кандидатам наук МК-473.2013.9.

Угрозы информационной безопасности, реализуемые по сети, как и другие угрозы информационной безопасности, можно разделить на две большие группы: известные и неизвестные. Системы, выявляющие аномалии в сетевом трафике, должны быть ориентированы на обнаружение угроз обеих групп.

Для успешного обнаружения угроз, встречавшихся ранее, система обнаружения должна иметь модуль, который, основываясь на предыдущем опыте, на обнаруженных ранее атаках, выявляет схожее поведение или сигнатуру во вновь поступающем сетевом трафике. Для обнаружения новых угроз, в системе необходимо использовать методы, обнаруживающие отклонения от «нормального», штатного поведения.

Иммунная система человека способна эффективно распознавать чужие клетки, как существующие в природе, так и выведенные в лаборатории. Системы, основанные на принципах функционирования иммунной системы человека, представляют большой интерес в тех областях, где необходима классификация «своей – чужой».

Одним из наиболее часто применяемых алгоритмов, основанных на принципах функционирования иммунной системы человека, является алгоритм отрицательного отбора для обнаружения аномалий, построенный на основе принципов распознавания своего и чужого в системе иммунитета, который можно формализовать следующим образом:

– Определим *свое* как совокупность S строк длины l над конечным алфавитом, которую необходимо защищать или контролировать. Например, в качестве S могут выступать программа, файл данных (любое программное обеспечение) или нормальная форма активности, подразделяемые на подстроки.

– Образует набор детекторов R , каждый из которых не должен соответствовать любой строке в S . Вместо точного, или идеального, соответствия используем правило частичного соответствия, при котором две строки соответствуют друг другу, если и только если они совпадают, по крайней мере, в r следующих друг за другом позициях, где r – некоторый целочисленный параметр.

– Проверим S на предмет изменений путем непрерывного сравнения детекторов из R с элементами S . Если хотя бы один из детекторов окажется соответствующим, значит, произошло изменение, поскольку детекторы по определению отобраны так, чтобы не соответствовать любой строке из S [1].

Однако, в таком виде алгоритм не подходит для систем, выявляющих аномалии в сетевом трафике в реальном времени. Это из-за того, что алгоритм является ресурсозатратным, т. е. требуется большое количество детекторов для эффективного обнаружения [2].

Для тестирования системы обнаружения сетевых аномалий предлагается использовать набор данных о состоянии сети «KDD Dataset» (каждая запись определена как соответствующая нормальному состоянию сети или какому-либо типу атаки), либо «NSL-KDD Dataset», содержащий меньшее число записей, однако сохраняющий количественные пропорции «нормальных» записей и записей об атаках.

Предлагается следующая система выявления аномалий.

1. Обучающий набор данных разбивается на два набора: набор, содержащий записи, соответствующие штатному состоянию сети и набор с записями о различных атаках.

2. Половина детекторов генерируется путем случайных изменений в наборе с записями об атаках, таким образом, получая детекторы, схожие с различными записями об атаках, причем количество детекторов каждого типа должно быть пропорционально количеству записей о каждом типе атак. Все детекторы проверяются на частичное соответствие записям о «нормальном» состоянии сети.

3. Вторая половина генерируется случайным образом и проверяется на частичное соответствие записям, соответствующим штатной работе сети. Это делается для того, чтобы итоговый набор детекторов был способен обнаруживать как уже известные угрозы, так и новые аномалии.

4. Все детекторы, среагировавшие на «нормальные» записи, удаляются из набора и заменяются новыми.

5. Готовый набор детекторов проверяется на тестовом множестве. Одновременно происходит как проверка количества обнаружений, так и проверка количества ложных срабатываний (когда детектор считает аномальной запись о штатной работе сети).

Это общее описание системы, возможны следующие модификации системы:

а) для избавления от избыточной информации, а, следовательно, и ускорения работы системы целесообразно использовать не все сорок один параметр, удалив из набора те, которые всегда принимают одно и то же значение, как неинформативные. Кроме того, в работе Муккамалы [3] показано, что 13 параметров являются наиболее значимыми.

б) для того, чтобы не было привязки к строгому формату записей в наборах, возможно использовать различные преобразования данных (как исходных строк, так и детекторов), например, хеширование.

в) возможно изменение исходного алгоритма за счет применения аппарата нечеткой логики, для уменьшения требуемого числа детекторов [4].

Применение детекторов, основанных как на «нормальном», так и на аномальном сетевом трафике, позволит обнаруживать не только известные атаки, но и аномалии, которые нельзя отнести к уже известным типам атак.

Библиографические ссылки

1. Forrest S., Perelson A. S., Allen L., Cherukuri R. *Self-nonsel self discrimination in a computer // In: Proc. of IEEE symposium on research in security and privacy, Oakland.*
2. Жукова М. Н., Коромыслов Н. А. *О применении нечетких искусственных иммунных систем в задаче построения адаптивных самообучающихся систем защиты информации // сб. тр. XV Междунар. науч. конф. «Решетневские чтения» ; СибГАУ. Красноярск, 2011.*

3. Mukkamala S., Janoski G., Sung A. *Intrusion Detection: Support Vector Machines and Neural Networks // Proc. of International symposium on applications and the internet technology, Orlando.*

4. Жуков В. Г., Жукова М. Н., Коромыслов Н. А. *Применение нечетких искусственных иммунных сис-*

тем в задаче построения адаптивных самообучающихся средств защиты информации // Вестник СибГАУ. Вып. 1(41) Красноярск, 2012.

© Коромыслов Н. А., 2013

УДК 004.056

М. В. Купрюхина

Научный руководитель – И. А. Лубкин

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ДИНАМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ЦЕЛОСТНОСТИ ПРОГРАММНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В АС КЛАССА 1А

Описывается методика динамического контроля целостности программной среды. Данная методика разрабатывается в соответствии с требованиями РД ГТК «Автоматизированные системы. Защита от несанкционированного доступа. Классификация автоматизированных систем и требования по защите информации», которые предъявляются к компоненту обеспечения целостности в АС класса 1А.

Для обеспечения безопасности информации необходимо использование комплексных мер, включающих в себя программные, аппаратные, программно-аппаратные средства защиты, а также организационные и правовые аспекты.

Согласно РД ГТК «Автоматизированные системы. Защита от несанкционированного доступа. Классификация автоматизированных систем и требования по защите информации» к подсистеме обеспечения целостности АС класса 1А предъявляется следующее требование: «должна быть обеспечена целостность программных средств СЗИ НСД, а также неизменность программной среды. При этом: целостность СЗИ НСД проверяется по имитовставкам алгоритма ГОСТ 28147–89 или по контрольным суммам другого аттестованного алгоритма всех компонент СЗИ как в процессе загрузки, так и динамически в процессе функционирования АС» [1, с. 13].

Различные варианты контроля неизменности программной среды, реализованные в ряде программных средств с помощью механизма ЗПС, позволяют осуществить проверку исполнимого файла только в момент запуска приложения и не обеспечивают контроль целостности в процессе функционирования программы. Это является существенным недостатком систем защиты, основанных на ЗПС.

Для контроля целостности программных средств в процессе их функционирования существуют эвристические методы, однако данные методы не обеспечивают неизменность программной среды. Реализованные эвристические механизмы, с помощью которых осуществляется контроль, не достаточно эффективны в борьбе с внедрением вредоносного кода в виртуальное адресное пространство процесса.

Таким образом, стоит задача разработки методики, удовлетворяющей требованию РД ГТК для компонента целостности в АС класса 1А, которое заключается в осуществлении контроля неизменности программной среды и контроля целостности процессов как в момент запуска, так и во время их функционирования.

Цель разработки методики – повышение эффективности программной защиты АС класса 1А.

Задачи, которые решаются при разработке методики:

- контроль целостности процессов при запуске;
- обеспечение неизменности программной среды;
- контроль целостности процессов во время функционирования приложений.

Поскольку СЗИ НСД работают непосредственно в АС, то существует необходимость контроля целостности не только всех компонент СЗИ, но и компонент самой АС.

Контроль целостности процессов в момент запуска реализуется с помощью механизма автоматической загрузки модуля, который получает контрольные характеристики текущего процесса и ищет информацию о нем в базе разрешенных процессов.

Контроль неизменности программной среды обеспечивается принятием решения о запуске либо завершении программы по результатам проверки контроля целостности и наличия приложения в базе разрешенных процессов во время запуска программы до момента передачи ей управления.

Контроль целостности процессов во время функционирования осуществляется в результате периодического получения контрольных характеристик содержимого памяти всех активных процессов и ее сравнения с контрольными параметрами в базе разрешенных процессов.

Контрольные характеристики включают в себя параметры процессов и их модулей, а также параметры секций кода, что позволяет отследить модификацию ВАП процессов во время их функционирования и усилить механизм контроля целостности.

Согласно РД ГТК «Автоматизированные системы. Защита от несанкционированного доступа. Классификация автоматизированных систем и требования по защите информации» целостность СЗИ НСД должна проверяться по имитовставкам алгоритма ГОСТ 28147–89 или по контрольным суммам другого аттестованного алгоритма [1, с. 13].

Для контроля целостности в качестве аттестованного алгоритма в методике используется алгоритм ГОСТ Р 34.11–94 «Информационная технология. Криптографическая защита информации. Функция хэширования». Получения значений хэш-функции происходит с помощью взаимодействия с криптопровайдером CryptoPro CSP через функции CryptoAPI. Данный криптопровайдер реализует алгоритм выработки значения хэш-функции в соответствии с ГОСТ Р 34.11–94.

В качестве практической реализации методики динамического контроля целостности программной среды выступает разработанное программное средство (ПС), которое состоит из библиотеки, сервиса и интерфейса для работы с базой контрольных характеристик разрешенных процессов.

В качестве средства разработки элементов ПС, реализующего разработанную методику, используется линейка продуктов Microsoft Visual Studio, включающая редактор исходных текстов, компилятор, компоновщик и отладчик. Функциональность ПС реализована с помощью функций WinAPI и CryptoAPI. ПС разработано для использования в ОС Windows XP.

Разработанная методика позволяет повысить уровень программной защиты АС в результате обеспече-

ния неизменности программной среды и осуществления динамического контроля целостности процессов, как во время запуска, так и во время их функционирования. Практическая реализация методики свидетельствует о ее применимости в АС.

Методика с реализованными в ней функциями удовлетворяет требованию РД ГТК «Автоматизированные системы. Защита от несанкционированного доступа. Классификация автоматизированных систем и требования по защите информации» для подсистемы обеспечения целостности и может применяться в АС класса 1А.

Библиографическая ссылка

1. Автоматизированные системы. Защита от несанкционированного доступа. Классификация автоматизированных систем и требования по защите информации: руководящий документ Государственной технической комиссии при Президенте Российской Федерации от 30.03.1992 г. // Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»: Послед. Обновление: 01.02.2013.

© Купрюхина М. В., 2013

УДК 004.056

А. Г. Пятков

Научный руководитель – В. В. Золотарёв
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

О ПРОБЛЕМЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В МАЛЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Рассматривается проблема информационной безопасности в малых инновационных предприятиях, ряд решений поднятой проблемы, а также предлагается вариант собственного решения с учетом особенности предприятий.

Под малым инновационным предприятием понимается «субъект малого предпринимательства, осуществляющий инновационную деятельность в научно-технической сфере, в том числе разработку и внедрение технических или технологических инноваций» [1]. Для предприятий такого типа свойственны гибкость, адаптивность к внешней среде, малый бюджет компании, готовность идти на риск, лучшая (по сравнению с более крупными компаниями) координация действий [2]. Зачастую такого рода компании выделяются особенными, инновационными идеями или подходами к решению некоторых задач. Кроме защиты собственных идей (ноу-хау) и других важных для компании сведений, предприятиям нужно выполнять требования законодательства РФ, к примеру, требования по защите персональных данных. При этом с одной стороны ресурсы малых инновационных предприятий весьма не велики (зачастую нет квалифицированных человеческих ресурсов и финансовых средств), с другой задачи информационной безопасности должны быть решены.

Для решения упомянутых задач для такого рода компаний среди зарубежных компаний можно выде-

лить такие методы, как применение патентной системы, технопарки и бизнес инкубаторы (инновационные центры), аутсорсинг информационной безопасности. Зарубежные организации по патентованию, к примеру, USPTO (United States Patent and Trademark Office – Бюро по патентам и торговым маркам США) [3] имеют хорошо развитую систему патентов (патенты на идеи, дизайнерские решения), применение торговых марок. Также система аутсорсинга на Западе развивается с 80-х годов XX века и получила широкое распространение, в то время как в России этот процесс начался лишь с середины 90-тых. Хотя можно заметить, что в последние годы существует тенденция к распространению аутсорсинга в области информационной безопасности [4], но стоимость услуг по аутсорсингу для малых инновационных предприятий весьма высока. Так только формирование в организации комплекта документации по персональным данным компаниями «GlobalTrust», «ДиалогНаука» оценивается в среднем в 75 тысяч рублей [5]. Инновационные центры появляются и в России (Казанский ИТ-парк), но число «резидентов» таких центров ограничено, как и время их нахождения в центре. Такие цен-

тры оказывают ряд услуг инновационным компаниям, в том числе и в области информационной безопасности. Также стоит отметить, что согласно законодательства РФ есть 3 вида объектов патентного права (изобретения, полезные модели, промышленные образцы), которые не предусматривают патентование дизайнерских решений (кроме одежды) [6].

Для малых инновационных предприятий в РФ услуги аутсорсинговых компаний могут оказаться слишком дороги, не все компании оказываются «резидентами» инновационных центров, а применение патентов ограничено, да и патенты не бесплатны, а предприятия ограничены в бюджеты. В случаях, когда инженерно-технические, программно-аппаратные средства оказываются слишком дороги или нецелесообразны для компании, применение административных (организационных) мер является «золотой серединой» для минимизации риска утечки информации до тех пор, пока компания не сможет дополнить систему защиты другими средствами, если это экономически целесообразно. Под системой организационных мер понимается совокупность комплекса организационно-распорядительной документации, регламентирующей вопросы информационной безопасности, и комплекса организационных мероприятий, закреплённых в плане защиты. В таких случаях применение методики построения системы организационных мер защиты информации, которая будет ориентирована именно на такие компании с учётом их особенностей, в частности структуры (согласно [7] для малых компаний такого типа подходят функциональная и матричная структуры), информационных потоков и пр. может послужить решением описанной проблемы. Кроме этого в методике построения такой системы следует учитывать обязательные требования законодательства РФ по защите информации (требования по защите персональных данных, коммерческой тайны), требования самой компании (с учётом её особенностей), её партнёров и клиентов.

Таким образом, для малых инновационных предприятий в условиях ограниченных ресурсов построе-

ние системы организационных мер защиты информации на основании некоторой методики представляется наиболее рентабельным. Для оценки принятых мер можно использовать методику OCTAVE (Operationally Critical Threat, Asset, and Vulnerability Evaluation) [8; 9].

Библиографические ссылки

1. План мероприятий о поддержке субъектов малого и среднего предпринимательства в инновационной сфере на 2010-2012 гг. : Постановление Правительства Москвы от 29 декабря 2009 г. № 1471-ПП. URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 27.03.13).
2. Особенности и значение малых инновационных фирм. URL: <http://libsib.ru/innovatsionniy-menedzhment> (дата обращения: 27.03.13).
3. USPTO. Types of Patent Applications/Proceedings. URL: <http://www.uspto.gov/patents/resources/types/index.jsp> (дата обращения: 27.03.13).
4. Башлыков В. Информационная безопасность: тренды 2013. URL: <http://www.computerra.ru/cio/1993> (дата обращения: 27.03.13).
5. Типовые документы и политики безопасности. URL: http://shop.globaltrust.ru/show_good.php?idtov=1071 (дата обращения: 27.03.13).
6. Патент на изобретения, полезные модели, промобразцы. Вопросы и ответы. URL: <http://subscribe.ru/archive/service.patent/200905/06131828.html> (дата обращения: 27.03.13).
7. Быковский В. В., Миценко Е. С., Быковская Е. В. и др. Управление инновационными проектами и программами : учеб. пособие. Тамбов : Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2011. 104 с.
8. Астахов А. М. Искусство управления информационными рисками. М. : LVR Пресс, 2010. 312 с.
9. Carnegie Mellon CERT, OCTAVE. URL: <http://www.cert.org/octave> (дата обращения: 27.03.13).

© Пятков А. Г., 2013

УДК 004.056

Т. А. Саламатова, С. С. Пугачев
 Научный руководитель – В. Г. Жуков
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

О ПРИМЕНЕНИИ ИСКУССТВЕННЫХ ИММУННЫХ СИСТЕМ В СИСТЕМАХ ПРЕВЕНТИВНОЙ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

Рассматривается исследование эффективности искусственных иммунных систем на основе алгоритма клональной селекции.

На сегодняшний день перспективными для разработки алгоритмического обеспечения систем превентивной защиты информации являются методы, основанные на принципах работы нейронной сети, имитационного моделирования с использованием нечетких когнитивных карт, иммунной системы. Использо-

вание последнего метода в системах обнаружения вторжений является наиболее актуальным, так как сам принцип работы иммунной системы и свойства, которыми она характеризуется, максимально ориентированы на решение задачи обнаружения инцидентов информационной безопасности [1].

Искусственные иммунные системы (ИИС) строятся по аналогии с иммунной системой живого организма, как правило, основываясь на двух центральных положениях: антиген – антитело (детектор) [2]. Схема ИИС на основе модифицированного алгоритма клональной селекции представлена на рисунке. Основным отличием данной реализации алгоритма от классической [3] является процедура мутации. В ИИС детекторы и антигены имеют формальное представление в виде множеств над конечным алфавитом. Без потери общности допустим, что мощность множеств детекторов D и антигенов A одинаковая и задана статично. В таком случае под аффинностью антигенов с детекторами понимается частичное соответствие элемента $\alpha_i \in A$ элементу $\beta_{ij} \in D$. Аффинность растет с увеличением количества идентичных элементов.

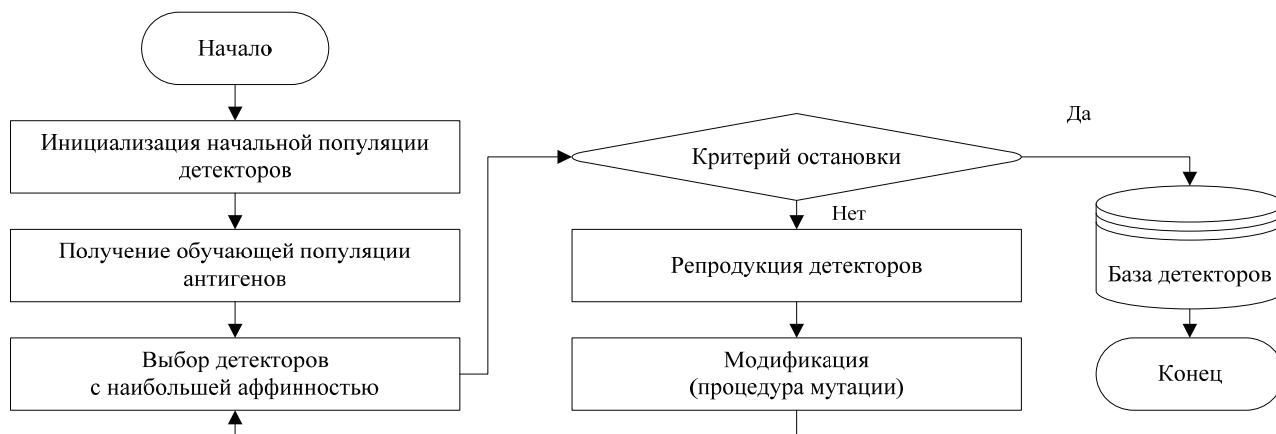
Обучающей выборкой называется такой набор $(\alpha_1, \beta_{1j}), (\alpha_2, \beta_{2j}), \dots, (\alpha_i, \beta_{ij})$, для которых $i \in [0, 19], j \in [0, 2]$. Выбор $j = 3$ для α_i обусловлен проведенными исследованиями, в ходе которых j изменялось в диапазоне от 2 до 19.

Аффинность антигена α_i к детектору β_{ij} рассчитывалась как $\sum_{x=1}^m \begin{cases} 1, & \text{if } \alpha[x] = \beta_{ij}[x], \\ 0, & \text{else,} \end{cases}$ где m – мощность множества α_i . Согласно рассчитанной аффинности происходит упорядочивание детекторов по убыванию. Затем осуществляется репродукция первых k детекторов с последующей перезаписью детекторов с низкой аффинностью. Количество наследников (кло-

нов) каждого детектора равняется количеству антигенов заданной обучающей выборки.

Модификация детектора осуществляется путем замены n элементов на элементы из конечного алфавита. Выбор элемента из конечного алфавита осуществляется с помощью генератора псевдослучайных чисел на основе алгоритма Блюма–Блюма–Шуба (Blum – Blum – Shub, BBS). Критерием остановки считается достижение 20%-ого порога аффинности детектора к каждому антигену.

Для исследования эффективности модифицированный алгоритм клональной селекции был реализован программно. Программа для ЭВМ состоит из двух модулей: Generetor и Analizator. Модуль Generetor создает обучающую выборку и записывает их для последующего анализа в базу данных (БД) антигенов. На основе сформированной БД антигенов с помощью модифицированного алгоритма клональной селекции вырабатываются детекторы, которые, в свою очередь, заносятся в БД детекторов. Модуль Analizator получает на вход антигены из БД антигенов и детекторы из БД детекторов. Входные антигены α_i подвергаются модификациям с разным количеством изменяемых элементов (период изменения $T = (1, 9)^{-}$). Модифицированные антигены α'_i обрабатываются алгоритмом поиска детекторов. Данный алгоритм осуществляет поиск детектора β_{ij} на этот антиген α'_i в БД детекторов. Для исследования эффективности алгоритма, были сгенерированы тестовые данные, с параметрами: алфавит $M = \overline{0, 9}$, размер α_i – 80 символов, размер частичного соответствия: 20 % от размера α_i . Результаты исследования приведены в таблице.



Модифицированный алгоритм клональной селекции

Результаты исследования эффективности алгоритма при $k = 3$

α_i	β_{ij}	Количество обнаруженных изменений при заданном периоде изменения T								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
40	6	40	34	34	30	29	31	23	15	20
120	18	113	109	100	94	77	84	73	76	63
200	30	182	169	156	148	139	123	121	106	94
280	42	256	233	210	198	172	168	156	151	138
360	54	335	289	271	238	227	220	197	189	174
440	66	385	358	342	291	292	250	238	202	218
520	78	450	414	370	332	318	273	261	233	232

Результаты проведенных исследований показывают, что ИИС с клональной селекцией позволяют обнаружить преднамеренные изменения в контролируемых данных. Таким образом применение ИИС в качестве эвристических методов анализа систем превентивной защиты информации позволит эффективно решать задачи выявления аномалий в действиях пользователя ИС и сетевого трафика.

Библиографические ссылки

1. Саламатова Т. А. *Об адаптивности систем обнаружения вторжений угрозам информационной*

безопасности // Решетневские чтения : материалы XVI Междунар. науч. конф. Ч. 2 ; СибГАУ. Красноярск, 2012. С. 680–681.

2. *Искусственные иммунные системы и их применение / под ред. Д. Дасгупты ; пер. с англ. под ред. А. А. Романюхи. М. : Физматлит, 2006. С. 19–56.*

3. Литвиненко В. И. *Искусственные иммунные системы как средство индуктивного построения оптимальных моделей сложных объектов // Проблемы управления и информатики, 2008. № 3. С. 43–61.*

© Саламатова Т. А., Пугачев С. С., 2013

УДК 004.056

И. С. Силина

Научный руководитель – М. Н. Жукова

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ВЛИЯНИЕ РЕПУТАЦИИ В ИНТЕРНЕТЕ НА ПОЗИЦИЮ БРЕНДА НА РЫНКЕ

Рассматривается процесс формирования репутации в глобальной сети и методы мониторинга важной, в том числе нежелательной, для компании информации в глобальной сети.

История Всемирной сети насчитывает более двадцати лет. За это время она эволюционировала от технической новинки до мощного канала коммуникаций. Сегодня Интернет является источником всевозможной информации, развлечений, эффективным инструментом продвижения разнообразных услуг. В то же время для бизнеса он открывает не только новые возможности, но и неожиданные риски. Интернет стремительно обрел статус мощного источника информации, охватывающего все сферы жизнедеятельности. Динамично растущая аудитория сети, отсутствие границ в передаче сведений помогли электронным СМИ стать влиятельными инструментами формирования общественного мнения.

В современном мире сложно представить компанию, которая еще никак не представлена в глобальной сети Интернет. Разные справочные ресурсы, независимые порталы, на страницах которых клиенты, конкуренты, бывшие недовольные сотрудники имеют возможность оставлять отзывы самого разнообразного содержания. Различные блоги, форумы, сервисы типа «вКонтакте», «Твиттер» и другие являются мощным и практически неуправляемым механизмом формирования контента. По статистике, всего 14 % пользователей социальных сетей доверяют рекламе, и 74 % пользователей социальных медиа доверяют рекомендациям, непосредственно, таких же, как они, пользователей интернета.

Негативная информация, наносящая вред репутации в сети, может быть различного происхождения. Условно выделяют три основные группы происхождения негативного контента.

1. Неумышленный: это могут быть как отзывы недовольных клиентов, которые не имеют помыслов нанести вред репутации компании, а просто не удовлетворены итогами сотрудничества, так и неосторож-

но размещенные в интернете фотографии с корпоративных праздников, высказывания сотрудников в адрес клиентов и т. п. Обычно такой негатив не представляет большой угрозы, но игнорировать его ни в коем случае нельзя, меры по его устранению или урегулированию следует принимать незамедлительно.

2. Умышленный, с целью ударить по репутации: в этом случае классический пример – конкуренты в смежной сфере деятельности, отрицательные отзывы уволенных или уволившихся сотрудников, недовольных концепцией компании.

3. Черная PR-кампания: самый опасный вид негативного контента, наносящий серьезный удар по репутации. Такие кампании проводят специалисты, которые тщательно изучают ваш бизнес. Организуются крупные рейдерские захваты, способные привести к полному краху не только репутации, но и всего бизнеса в целом. Данную услугу у PR-специалистов заказывают крупные серьезные конкуренты.

Основные места, в которых сконцентрированы отзывы и фигурирует информация о компании: личные блоги и микроблоги, социальные сети, тематические сообщества, сайты отзывов, форумы, видеохостинги, специализированные тематические порталы. Именно эти отзывы могут стать определяющим фактором при выборе компании или бренда. Как показывает статистика, именно мнение (или псевдомнение) других пользователей гораздо больше влияет на решение покупателя, нежели ценовая политика и прочие факторы.

Осознав необходимость работы с интернет-сообществами, начинать кампанию по управлению репутацией нужно с мониторинга поисковой выдачи и социальных медиа на предмет выявления всевозможной информации по заданному объекту поиска.

Существует несколько методов и инструментов мониторинга поисковой выдачи и социальных медиа:

1. Ручной мониторинг поисковых систем по основным ключам (трудоемкий, трудозатратный и не всегда удобный процесс)

2. Яндекс.Блоги (blogs.yandex.ru), Google Оповещения (google.ru/alerts): удобные и доступные системы отслеживания упоминаний об объекте в поисковых системах. Найденная информация поступает на электронную почту подписчика.

3. Специально разработанные программы, осуществляющие поиск по сайтам в интернете, среди которых, «Крибрум» (kribrum.ru), YouScan (youscan.ru), NetMind.Social Media (netmind.ru), IQBuzz (iqmen.ru), Wobot (wobot.ru), Babkee (babkee.ru) и др.

Для современной крупной компании сохранение положительного образа и заработанного имиджа крайне важно, как было показано выше, негативная информация, распространяемая через Интернет, мо-

жет нанести существенный ущерб репутации компании, а в некоторых случаях даже поставить ее существование под угрозу.

Для управления репутацией службы безопасности должны анализировать информацию для выявления случаев мошенничества, «черного PR», а также случаев злоупотребления служебным положением. Своевременный автоматизированный мониторинг информации позволяет оперативно обнаруживать источники распространения информации и, при необходимости, ее блокировать. Также с помощью мониторинга, происходит отслеживание неправомерного распространения корпоративной информации, а также быстрое обнаружение фактов ненадлежащего поведения сотрудников в Интернете.

© Силина И. С., 2013

УДК 004.056

М. М. Соколов

Научный руководитель – В. Г. Жуков
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФУНКЦИИ РАССТОЯНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ПРЕЦЕДЕНТНОГО ОБНАРУЖЕНИЯ И АНАЛИЗА ИНЦИДЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Рассматривается влияние функций расстояния на эффективность работы системы прецедентного обнаружения и анализа инцидентов информационной безопасности.

Задача обнаружения инцидентов [1] является задачей классификации – разбиения множества инцидентов на априорно заданные группы, внутри каждой из которых инциденты имеют примерно одинаковые свойства и признаки. Решение данной задачи возможно с помощью прецедентного анализа. В основе метода лежит оценка расстояния между всеми наблюдениями в n -мерном пространстве признаков. Для повышения эффективности алгоритма прецедентного анализа необходимо оценить влияние различных метрик определения расстояний между объектами на его работу.

В целом некоторые инциденты информационной безопасности могут характеризоваться одинаковым набором параметров, но для каждого инцидента он может быть уникален. Инциденты можно классифицировать по своей природе: несанкционированный доступ к информации, атака по сети передачи данных, физический доступ к носителям информации, нарушение целостности информации и т. д. Инциденты, находящиеся в одном классе, имеют определенные интервалы значений параметров. С помощью данных интервалов определяется, к какому классу принадлежит инцидент. Также не исключается вероятность появления аномального инцидента, значения параметров которого лежат в интервалах данного класса.

Для снижения вероятности возможной ошибки в расчетах, метод прецедентного анализа должен состоять в общем случае из двух этапов:

1) определение принадлежности инцидента к классу. С помощью метрики без весовых коэффициентов, рассчитывается расстояние до всех классов инцидентов, и выбирается наиболее близкий.

2) определение наиболее близких прецедентов. С помощью метрики с весовыми коэффициентами, определяется набор похожих прецедентов. Так как класс инцидента известен, использование метрики с весовыми коэффициентами позволяет более точно определить круг близких прецедентов, так можно увеличить или уменьшить значимость конкретных параметров инцидента.

Большое количество функций нахождения расстояния, не позволяет с уверенностью утверждать, что одна конкретная метрика является наилучшей для прецедентного анализа. Так же нельзя утверждать, что классы инцидентов информационной безопасности не могут иметь схожие интервалы параметров инцидента.

Выбор метрики, основывается на результатах статистического анализа. Исходными данными для анализа выступает «KDD Dataset», содержащая в себе описание инцидентов информационной безопасности. Схема эксперимента представлена на рисунке.

Так как нельзя утверждать, что в базе, содержатся минимальные и максимальные значения всех параметров прецедента, во избежание ошибок используется метод минимаксной нормализации. Для каждого инцидента, рассчитывается расстояние до остальных инцидентов в классе.



Схема эксперимента

Результаты исследования влияния функции расстояния на эффективность работы прецедентного анализа

Класс атаки (количество прецедентов в классе)	Количество аномалий, %		
	Функция Евклида	Функция Миньковского	Функция Хеминга
back; (715)	28,81	34,83	35,10
buffer_overflow; (30)	10,00	20,00	10,00
guess_passwd; (53)	7,55	5,66	5,66
imap; (12)	8,33	8,33	8,33
ipsweep; (630)	11,59	12,06	12,06
land; (13)	23,08	30,77	30,77
nmap; (156)	21,79	22,44	21,79
pod; (170)	27,65	8,82	17,65
portsweep; (353)	30,03	32,58	28,61
rootkit; (10)	30,00	30,00	30,00
satan; (326)	11,35	29,45	15,03
smurf; (614)	14,17	15,64	13,19
teardrop; (685)	34,16	16,20	25,26
warezclient; (791)	20,35	19,34	20,86
warezmaster; (20)	10,00	20,00	10,00

Посчитав все расстояния для каждого инцидента в классе, рассчитывается среднее расстояние по классу. На основе среднего расстояния высчитывается стандартное отклонение, которое используется при построении верхней и нижней границ расстояния по классу. Далее определяется количество инцидентов входящих в данный интервал – прецедентов. На основе этих данных составляется статистика для каждой метрики, по количеству прецедентов в классе, и количеству инцидентов, не попавших в класс – аномалий. Фрагмент результатов исследования приведены в таблице.

Таким образом, статистический анализ данных об инцидентах информационной безопасности позволит решить проблему выбора метрики для алгоритма прецедентного анализа. Очевидно, более подходящей метрикой считать ту, для которой процентное соот-

ношение аномальных прецедентов в классе минимально по отношению к другим метрикам. Так, выбранная метрика может являться динамическим параметром алгоритма, меняющимся в зависимости от анализируемого класса.

Библиографические ссылки

1. Вагин В. Н., Головина Е. Ю., Загорянская А. А., Фомина М. В. *Достоверный и правдоподобный вывод в интеллектуальных системах. 2-е изд.* // под ред. В. Н. Вагина, Д.А. Поспелова. М. : Физматлит, 2008.
2. Жуков В. Г., Шаляпин А. А. *О прецедентном анализе инцидентов информационной безопасности // Решетневские чтения : материалы XVI Междунар. науч. конф. Ч. 2 ; СибГАУ. Красноярск, 2012. С. 657–658.*

УДК 004

А. П. Стефаров
 Научный руководитель – М. Н. Жукова
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

О ПРОБЛЕМЕ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАЩИЩЕННОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ*

Рассмотрены проблемы применения математического и сценарного подходов к построению модели оценки защищенности автоматизированной системы. Описана задача построения модели, отвечающей установленным требованиям. Приведены основные принципы применения интеллектуальных технологий при построении модели.

Теоретические и практические подходы в области управления информационной безопасностью, хоть и изучаются активно отечественными учеными (например, в Институте системного анализа РАН, Московском инженерно-физическом институте (Национальном исследовательском ядерном университете), Южном федеральном университете, Томском государственном университете связи, управления и радиоэлектроники и др.), в практических руководствах и теоретико-практических изданиях в основном изданы за рубежом. Это объясняется разрывом в исследовании этой области риска и в целом вопросов информационной безопасности между США и Великобританией (с 1970-х годов) и Россией (с конца 90х гг.), несовершенством стандартов и нормативной базы, выбором в качестве основной области деятельности отечественных ученых анализа технологического риска и предотвращения катастроф, в которой достигнуты выдающиеся результаты.

Эффективность защиты информации определяется классом защищенности автоматизированной системы (АС). Класс защищенности, в свою очередь, определяет набор механизмов защиты (МЗ), которые должны быть реализованы в АС. Такой подход к оценке эффективности защиты информации не позволяет учитывать ни качество самих МЗ, констатируя лишь факт их наличия или отсутствия, ни изменение условий функционирования систем защиты информации (СЗИ). Примерами таких изменений могут служить модификация аппаратной и программной среды, изменение условий информационного взаимодействия объектов и субъектов защиты, числа пользователей системы, возникновение информационных конфликтов в АС [1].

Разработаны методы и методики, позволяющие выполнять количественную оценку защищенности информации при использовании СЗИ [1]. Количественно защищенность информации оценивается, как правило, рядом вероятностных показателей, основным из которых является некий интегральный показатель. Для обоснования методики оценки защищенности информации разработана теоретическая модель СЗИ от несанкционированного доступа (НСД) [2]. Однако, данная модель построена на вероятностном подходе с привлечением теории марковских процес-

сов. Данный подход требует знания априори всех возможных состояний АС, что невозможно на практике.

Использование только лишь стандартизированного подхода при проектировании и оценке СЗИ существенно ограничивает их практическую реализацию [3]. Таким образом, современные исследования в данной области перешли к разработке и внедрению новых математических методов моделирования, анализа и оценки СЗИ. Достаточно успешно применяются интеллектуальные технологии при проектировании и оценке подсистем защиты информации, такие как: эволюционные алгоритмы, нечеткая логика, адаптивные поисковые методы моделирования и оптимизации [2; 4]. Данные подходы позволяют учесть свойства объектов, часто встречающихся в области информационной безопасности: они плохо формализованы, обладают свойствами, плохо известными априори и изменяющимися в процессе функционирования. Нарботанный классический математический аппарат, как было отмечено выше, оказался недостаточным для описания поведения информационных систем и СЗИ. Таким образом, вопрос создания математической модели СЗИ остается открытым, требует привлечения новых: современных подходов к своему решению, новых математических инструментов.

Процесс построения адекватной математической модели СЗИ на практике является весьма непростой задачей, а зачастую и нерешаемой. Поэтому в большинстве случаев речь идет о разработке алгоритмических моделей СЗИ [3; 5; 6]. Данные модели позволяют учесть множество различных по своей природе факторов, сочетать в себе различные подходы и не требуют строгого математического доказательства. Однако, не существует единой методологии построения подобных моделей и, в каждом конкретном случае, разработчики решают подобную задачу самостоятельно. На протяжении нескольких последних лет появляются публикации, посвященные вопросам разработки методологии построения алгоритмических моделей оценки защищенности СЗИ [4]. Проведенные патентные исследования показывают отсутствие единого подхода к построению данных моделей.

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, соглашение № НК 13-07-00222 от 09.04.2013.

Таким образом, целью исследования является повышение эффективности систем защиты информации автоматизированных систем, за счет разработки модели оценки защищенности СЗИ, сочетающей в себе в рамках единого подхода сценарный подход к проектированию СЗИ и интеллектуальные технологии, применяемые на этапе оценки защищенности АС.

Библиографические ссылки

1. Домарев В. В. *Безопасность информационных технологий. Методология создания систем защиты* (2-е изд. перераб.). Киев : ООО «ТИД «ДС», 2008. 86 с.
2. Гончаров М. М., Борисов В. В. *Разработка модели анализа рисков информационной безопасности компьютерных систем на основе нечеткой логики* // *Научно-технический журнал «Защита информации», 2011. № 1 (18).*

3. Стефаров А. П., Жуков В. Г., Жукова М. Н. *Модель нарушителя прав доступа в автоматизированной системе* // *Прогр. продукты и системы. 2012. № 2. С. 51–54.*

4. Арьков П. А. *Комплекс моделей для поиска оптимального проекта системы защиты информации* // *Изв. ЮФУ. Технические науки. 2008. № 8. С. 30–36.*

5. Криштофик А. М., Анищенко В. В. *Методология построения систем защиты информации* // *Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2008. № 8.*

6. Бородакий Ю. В. *Интеллектуальные системы обеспечения информационной безопасности* // *Изв. Таганрог. гос. радиотехн. ун-та. 2005. Т. 48. № 4. С. 65–69.*

© Стефаров А. П., 2013

УДК 004.056

В. С. Фейгин

Научный руководитель – В. А. Терсков
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОБ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОЙ КОНФИГУРАЦИИ МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ

Приводится обоснование необходимости разработки системы автоматизированного поиска оптимальной конфигурации многопроцессорных систем.

Функционирование современного общества уже давно неразрывно связано с применением информационных технологий во всех его сферах от производственной деятельности до быта. Их использование повлекло за собой необходимость в постоянной разработке все более совершенных, надежных и производительных аппаратных средств. Особенно остро вопрос надежности и производительности стоит в сферах, так или иначе связанных с обеспечением безопасности. В областях, связанных с безопасностью функционирования критически важных систем, сбои в выполнении информационного процесса, вызванные недостатком производительности, могут привести к катастрофическим последствиям [1]. Все это выдвигает вопрос обеспечения заданной производительности и повышения надежности в число главных.

С момента появления ЭВМ их производительность повышалась за счет повышения тактовой частоты, что достигалось путем уменьшения размеров составляющих их логических элементов. Однако бесконечно уменьшать элементы очевидно невозможно. Размеры транзисторов современных микропроцессоров составляют менее 50 нм, что всего на 3 порядка превышает размер атома кремния. Очевидно, что современная технология уже вплотную подошла к минимально возможному размеру элементной базы.

Другой подход к повышению производительности, лишенный данного недостатка, организация параллельных вычислений – многопроцессорность. Многие производители предлагают свои решения в данной об-

ласти, например, компания ALTERA предлагает программируемую логическую интегральную схему NIOS2, представляющая из себя мягкую многопроцессорную систему, позволяющую логически реализовывать несколько процессоров в рамках одной платы.

При проектировании таких систем разработчик сталкивается с задачей выбора типов элементов, количества типов и количества элементов каждого типа. Данная оптимизационная задача не может решаться классическими методами, поскольку в существующих моделях целевые функции для вычисления производительности заданы алгоритмически, а значит, могут решаться только методами прямого поиска. Наличие системы позволяющей автоматизировать процесс поиска оптимальной конфигурации многопроцессорных систем в соответствии с заданными требованиями поможет ускорить процесс разработки, сделать его более точным, повысив надежность разрабатываемых систем. Эта задача является актуальной в настоящее время, поскольку акцент в разработке аппаратных средств все более смещается в сторону организации параллельных вычислений.

Библиографическая ссылка

1. Липаев В. В. *Основные факторы, определяющие технологическую безопасность информационных систем.* URL: http://www.info-system.ru/security/security_pr_tech_security.html (дата обращения 29.03.2013).

© Фейгин В. С., 2013

УДК 004.056

Д. Н. Яковлев
Научный руководитель – В. Г. Жуков
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОБ ОБЕСПЕЧЕНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ЛОКАЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ IPv6

Рассмотрены особенности обеспечения информационной безопасности в локальных вычислительных сетях IPv6.

Стандартизация протокола IPv6 и его поддержка производителями ОС и сетевого коммуникационного оборудования привела к возможности его применения в корпоративных сетях и сети Интернет. Однако, одновременный переход с протокола сетевого уровня IPv4 на протокол IPv6 в масштабах сети Интернет невозможен. Данное ограничение создает необходимость одновременной поддержки обеих версий протокола и организации их совместной работы между собой на период перехода. Сложившаяся ситуация может потенциально привести к возникновению угроз информационной безопасности в корпоративных сетях.

Анализируя возможные проблемы совместимости обоих протоколов на базе туннелирования или трансляции можно сказать, что данные направления развития изначально были не востребованы, из-за большего числа проблем и ограничений, если сравнивать с технологией двойного стека [1]. Разница в протоколах по ключевым параметрам является причиной пересмотра политик безопасности организации.

Практические исследования нового протокола с точки зрения защиты трафика и его одновременном использовании с IPv4, позволяют сформулировать следующие рекомендации для сети, в которой будет осуществляться обмен информацией с использованием обоих протоколов [2]:

1. Протокол IPv6 должен поддерживаться всеми сетевыми устройствами.

2. Тщательное планирование процессов перехода и совместного использования.

3. Использование межсетевых экранов не только на границе сетей, но и на каждом устройстве в сети.

4. Использование аутентификации.

Разработка протокола, который должен будет заменить IPv4, проходила в то время, когда он сам еще активно развивался. Это является причиной схожести проблем связанных с безопасностью. Однако, в виду его направленности, решить архитектурные проблемы IPv4, существует разница обеспечения безопасности сетей, построенных на базе протокола IPv6. Используя новый протокол, необходимо уделить больше внимания тем компонентам, обеспечивающих защиту, которым в сетях IPv4 не придавали особого значения, например, межсетевому экрану.

Библиографические ссылки

1. Проблемы безопасности механизмов совместимости IPv6 и IPv4 // RFC 4942. 2007. Сентябрь. URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc4942.txt> (дата обращения: 11.04.2013).

2. Рекомендации по настройке межсетевого экрана. RFC 4890. 2007. Май. URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc4890.txt> (дата обращения: 12.04.2013).

© Яковлев Д. Н., 2013

УДК 004.91

Н. А. Безъязыкова
Научный руководитель – Т. Г. Долгова
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ КАНАЛЫ СВЯЗИ В НАЛОГОВОЙ СИСТЕМЕ

Работа посвящена применению телекоммуникационных каналов связи в налоговой системе Российской Федерации. Рассмотрены положительные и отрицательные черты их применения.

Информатизация налоговой системы Российской Федерации – необходимый шаг в развитии социально-экономической сферы страны. Ряд преобразований происходит и в процессе сдачи и приема налоговой отчетности. Изначально налоговая отчетность подавалась в налоговую инспекцию на бумажных носителях. С увеличением количества индивидуальных предпринимателей и юридических лиц все более длительным становился процесс приема и обработки документов. Начиная с 1999 года, Налоговым кодексом РФ была предусмотрена возможность сдачи отчетности на магнитных носителях (дискетах). Но при этом магнитный носитель не освобождал плательщиков от сдачи налоговых деклараций на бумаге. Это позволяло сократить время на прием и обработку данных, но не решало проблему по существу.

В течение последних лет одной из приоритетных задач Федеральной налоговой службы России является совершенствование условий и повышение качества обслуживания налогоплательщиков, оказание им информационных услуг. Значительное влияние на повышение эффективности работы оказывает система поступления налоговой и бухгалтерской отчетности в электронном виде по телекоммуникационным каналам связи (ТКС) [1].

Телекоммуникационным каналом связи можно назвать средство передачи данных на большие расстояния. Система поступления налоговой и бухгалтерской отчетности в электронном виде по телекоммуникационным каналам связи подразумевает передачу данных через Интернет.

Сдача отчетности по ТКС имеет свои положительные и отрицательные отличительные черты.

Можно выделить ряд существенных преимуществ:

1. Экономия рабочего времени, поскольку отпадает необходимость посещения налогоплательщиками налоговых инспекций, вся информация практически в любое время суток может быть отправлена из офиса налогоплательщика.

2. Отсутствие дублирования: представление отчетности по ТКС не требует дублирования этих документов на бумажных носителях.

3. Возможность избежать ошибки путем формирования информации для отчетов в специализированных программах с использованием средств выходного контроля.

4. Конфиденциальность: При сдаче бухгалтерской и налоговой отчетности в налоговые органы в электронном виде по ТКС применяются средства криптографической защиты информации (шифрование и электронная цифровая подпись), обеспечивающие защиту информации в соответствии с утвержденными стандартами и сертифицированные в соответствии с действующим законодательством.

5. Гарантия оперативного обновления форматов представления информации в электронном виде.

6. Возможность получения информационной выписки и подтверждение доставки отчетности.

7. Повышение оперативности обработки информации, исключение технических ошибок. Отчетность, направленная в инспекцию в электронном виде по ТКС проходит входной контроль и разносится по лицевым счетам [2; 3].

Минус же заключается в том, что отчетность нельзя сдать как приложение файлов с декларациями к письму, отправляемому по электронной почте. При представлении электронной отчетности нельзя связываться с налоговой инспекцией напрямую: по закону это можно сделать только через «посредника» – специализированного оператора связи, оказывающие услуги налогоплательщикам на коммерческой основе [2].

Организации, в которых среднесписочная численность сотрудников за предыдущий год (во вновь созданных или реорганизованных организациях – за месяц создания или реорганизации) превысила 100 человек, должны сдавать налоговую отчетность только по телекоммуникационным каналам связи. Такой способ является единственным возможным для них способом сдачи отчетности в электронном виде. Это касается и организаций, которые отнесены к категории крупнейших налогоплательщиков. Организации, в которых среднесписочная численность сотрудников за предыдущий год (во вновь созданных или реорганизованных организациях – за месяц создания или реорганизации) не превышает 100 человек, могут передавать налоговую отчетность по телекоммуникационным каналам связи только по своей инициативе. Требовать от таких организаций передачи деклараций (налоговых расчетов) по телекоммуникационным каналам связи налоговые инспекции не вправе [4].

Число сдающих налоговую отчетность по телекоммуникационным каналам связи растет: в третьем

квартале 2012 года 75,8 % организаций и 69,4 % индивидуальных предпринимателей предоставили налоговые декларации (расчеты) по ТКС [5].

Таким образом, в настоящее время все большее число руководителей организаций и индивидуальных предпринимателей положительно оценивают преимущества безбумажной технологии. Однако, введение новой формы подачи документов, как и любые изменения, имеют неоднозначную оценку.

Библиографические ссылки

1. *Отчетность по ТКС – это удобно! : статья ; УФНС по Калужской области // Российский налоговый портал. <http://taxpravo.ru/novosti/statya-158235-otchetnost-po-tks-eto-udobno> (дата обращения: 23.11.2012).*

2. Мельников М. М. – *Пособие для начинающих предпринимателей «Основы бизнеса, налогообложения и учёта» // Центр содействия бизнесу «Петроград». URL: http://www.petrograd.biz/business_manual/index.php (дата обращения: 25.11.2012).*

3. *Представление отчетности по ТКС – просто и удобно : Информационное сообщение отдела работы с налогоплательщиками УФНС России по Иркутской области // Сайт «Информационного центра «ЮНОНА». URL: (дата обращения: 1.04.2013).*

4. *Налоговый кодекс Российской Федерации.*

5. *Официальный сайт Федеральной налоговой службы (дата обращения: 20.11.2012–26.11.2012).*

© Безъязыкова Н. А., 2013

УДК 330.43

А. С. Бондаренко
 Научный руководитель – Е. В. Филошина
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ЗНАЧЕНИЙ ИНДЕКСА РТС-СИБИРЬ ЗА ПЕРИОД С 04.08.2011 г. ПО 27.12.2012 г.

Рассмотрены и проанализированы статистические показатели выборки значений индекса РТС-Сибирь, произведен анализ остатков на наличие автокорреляции.

Индекс РТС – фондовый индекс, который является основным индикатором фондового рынка России и отражает текущую суммарную рыночную капитализацию (выраженную в долларах США) акций некоторого списка эмитентов в относительных единицах. Разновидностью этого индекса является индекс РТС-Сибирь – региональный индикатор, отражающий динамику капитализации предприятий, значительная доля деятельности которых связана с Сибирским федеральным округом. Расчет Индекса начат 25 мая 2010 г. ОАО «Фондовая биржа РТС» в рамках сотрудничества с Межрегиональной ассоциацией экономического взаимодействия субъектов РФ «Сибирское соглашение». Первоначальное значение индекса – 1000 пунктов (по состоянию на 9 января 2008 г.).

Рассмотрим основные статистические показатели для данной выборки значений индекса РТС-Сибирь. Статистический анализ проводился на основании временного ряда, включающего 360 значений.

В приведенных данных мода значений индекса в исследуемом периоде равна 835,74. Среднее значение составляет 703,44. Медиана принимает значение 688,065.

Дисперсия для данной выборки равна 4153,58. Соответственно, коэффициент вариации равен 0,092, что меньше 30 %. Данный факт свидетельствует об относительной однородности данных.

Экссесс равен 0,28 > 0. Положительный эксцесс означает относительно остроконечное распределение.

Асимметрия, показывающая смещение данных, равна 0,85, что указывает на то, что значения больше среднего имеют несколько больший вес в выборке.

Длительная тенденция изменения экономических показателей называется трендом. Тренд является основной составляющей прогнозируемого временного ряда, на которую уже накладываются другие составляющие (как например, сезонные колебания). Среди способов выявления тренда, наибольшее распространение имеет метод наименьших квадратов.

Линейный тренд имеет вид

$$y_t = a + bt,$$

где t – время; a и b – параметры, которые можно выявить методом наименьших квадратов. График такой функции – прямая [1].

В данном конкретном случае, коэффициенты a и b оказались равны 786,41 и -0,46 соответственно. Функция тренда приняла вид:

$$y_t = 786,41 - 0,46t,$$

где y_t – прогнозируемое значение индекса, а t – номер дня.

После того, как уравнение тренда составлено, осуществляется проверка его адекватности. Для этого необходимо сравнить коэффициенты F и $F_{табл}$: $F(439,26) > F_{табл}(3,87)$, следовательно, полученное уравнение адекватно опытным данным.

Полученное значение $R^2 = 0,5509$ означает, что 55,09 % данных описывается уравнением регрессии. Следовательно, такая оценка является допустимой и более или менее корректно отражает действительность.

Коэффициент корреляции R , равный 0,9896, указывает на высокую степень зависимости данных зна-

чений по времени. Этот факт говорит не только о наличии корреляции со временем, но и о том, что другие факторы, от которых зависят значения индекса, помимо фактора времени, вносят ощутимый вклад в изменение этих значений.

Так как наблюдается сильная корреляция последующего остатка с предыдущим ($R = 0,9896$), строится регрессия для остатков, которая по методу наименьших квадратов выглядит следующим образом: $e_t = 0,09761 e_{t-1}$. На основании этого строится новая линия тренда, учитывающая автокорреляцию:

$$y_t = 786,41 - 0,46t + 0,09761 e_{t-1}.$$

Повторный тест остатков на автокорреляцию дал отрицательный результат.

Для корректировки метода наименьших квадратов требуется также проверка остатков на гомоскедастичность. Тест Голдфелда-Квандта показал, что среди остатков наблюдается однородность рассеивания, то есть гомоскедастичность.

На основании экстраполяции данных по полученному уравнению линии тренда можно сделать прогноз значений индекса РТС-Сибирь. Прогноз показывает, что за месяц исследуемый показатель сократится на 13 %.

Важно учитывать, что для проведения корректного анализа и прогнозирования необходимо принимать во внимание ряд других факторов, например факторы цикличности экономики. Учет данных факторов в рамках проведения данной работы не представляется возможным.

Библиографическая ссылка

1. Лопатников Л. И. *Экономико-математический словарь : словарь современной экономической науки. 5-е изд., перераб. и доп. М. : Дело, 2003. 520 с.*

© Бондаренко А. С., 2013

УДК 004.457

А. Ю. Буланкин

Научный руководитель – А. П. Багаева

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Производится анализ существующих геоинформационных систем, используемых в России и зарубежом, с целью выявления наилучшей ГИС для повседневного использования потребителями.

В настоящее время большое значение играет развитие геоинформационных систем. Геоинформационные системы являются классом информационных технологий. Информационная технология – процесс, использующий совокупность средств и методов сбора, обработки и передачи данных (первичной информации) для получения информации нового качества о состоянии объекта, процесса или явления (информационного продукта). Неразрывно с геоинформационными системами связаны геоинформационные технологии.

Геоинформационные технологии можно определить, как совокупность программно-технологических средств получения новых видов информации об окружающем мире.

Технология ГИС применима везде, где необходимо учитывать, обрабатывать и демонстрировать территориально распределенную информацию. Пользователями ГИС-технологии могут быть как организации, чья деятельность целиком базируется на земле, владельцы нефтегазовых предприятий, экологические службы, жилищно-коммунальное хозяйство, так и многочисленные коммерческие предприятия – банки, страховые, торговые и строительные фирмы, чья успешная работа во многом зависит от правильного и своевременного учета территориального фактора.

Теперь перейдем к рассмотрению ГИС, используемых в России и зарубежом.

Начнем исследование данного вопроса с изучения

американской ГИС. Microsoft Virtual Earth – новый продукт Microsoft, позволяющий путешествовать по нашей планете с помощью фотоснимков высокого разрешения. Главная особенность по сравнению с основным конкурентом ([Google Earth](#)) заключается в реалистичности трехмерных изображений зданий и сооружений; главный недостаток – действительно высокое разрешение и 3d-просмотр возможны только по отношению к местности на территории США. Это происходит потому, что программа создана недавно и ориентирована на внутренний рынок.

Рассмотрим еще одну американскую ГИС, прямого конкурента Microsoft Virtual Earth. Google Earth представляет собой виртуальное изображение Земли 3d, на котором вы можете увидеть общие панорамы стран, городов, найти карты дорог, посетить местные достопримечательности в своем виртуальном путешествии. Google Earth представлена в виде трехмерной визуализации на основе картографических спутниковых 3d технологий Google (Гугл), которые предоставляются любому пользователю бесплатно.

Google Earth – уникальная программа, которая на основе спутниковых карт Земли (Гугл maps/ Google maps), предоставляет 3d версию спутниковых снимков в форме интерактивной программы, которой можно пользоваться онлайн. Спутниковые карты Гугл отличаются красочностью, четкостью, точностью, а также простотой и удобством использования.

Самая новая американская ГИС – это Apple maps.

Карты от Apple выглядят прямолинейно. Но в этом и проблема: на них слишком мало полезной информации. При масштабировании на картах Google появляется еще больше информации, чего не происходит с новыми картами Apple.

Здесь Apple уже не чувствует себя столь бессильной, поскольку и Apple, и Google Maps отлично справляются с созданием маршрутов: вы обязательно попадете в нужное место. Правда, здесь победа все же достается картам от Apple. Дело в том, что Siri превращает приложение Карты в полноценный GPS навигатор с голосовым оповещением о движении по маршруту. К сожалению, в Google Maps на iOS такого нет и не было. Google Maps выигрывает за счет своего опыта и долгого времени развития.

Теперь рассмотрим российские ГИС.

Одной из самых распространенных социально-направленных ГИС является ДубльГИС. ДубльГИС – бесплатный электронный справочник предприятий с интерактивной картой города. Выпускается одноименной фирмой в 35 городах России и Украины. Цвет зданий обозначает назначение, в псевдо-трехмерном виде показывается их этажность. Карта интерактивна: нажав на любой объект, пользователь получает всю известную программе информацию о нем.

ДубльГИС бесплатно размещает информацию о предприятиях и организациях в справочнике. Информация включает все адреса представительств предприятия, телефоны, факс, адрес сайта и электронной почты, а также категорию в каталоге. Нажав на адрес в информационной карточке, можно перейти к зданию на карте.

При нажатии на остановку в правом окне программы показывается список проходящих через нее маршрутов. Есть функция поиска маршрутов проезда на машине и на общественном транспорте между двумя любыми точками, включая пересадки.

ДубльГИС продает рекламные места в интерфейсе программы, на карте и в контексте справочника (баннер, высокое место в списке, дополнительный текст).

Прямым конкурентом ДубльГИС является российская ГИС – Яндекс.Карты.

Яндекс.Карты – поисково-информационный картографический сервис Яндекса. Наиболее точно и полно представлены карты России, Украины, Белоруссии и Казахстана. На картах Западной и Центральной Европы, представлены все крупные населенные пункты, железные дороги, автомобильные магистрали. На картах остальных стран мира представлены только крупнейшие города и междугородние шоссе. На картах имеется возможность измерять расстояние и прокладывать маршруты. Для ряда городов доступен сервис «Яндекс.Пробки»: индикатор автодорожных заторов. Показания этого сервиса могут учитываться при автоматической прокладке маршрутов. Имеется возможность в реальном времени просматривать изображения с веб-камер. В заключении стоит упомянуть, что по состоянию на март 2012 года российская аудитория ресурса достигла 16,2 миллиона пользователей.

На основе выше перечисленного можно сделать вывод о том, что каждая из рассмотренных мной геоинформационных систем имеет свою «плюсы» и «минусы», но обладают общей целью, это обеспечение определения местоположения человека в пространстве и координация его маршрутов. В Красноярском крае рациональнее всего будет использовать ГИС под названием ДубльГИС и Яндекс.Карты, так как эти системы спроектированы российскими учеными и ориентированные преимущественно на внутренний рынок, содержат в себе более точную информацию о месте положении объектов, минимизировав погрешности при прокладке маршрутов, это подтверждают многочисленные тесты на практике и отзывы пользователей.

© Буланкин А. Ю., 2013

УДК 0004.9:331.103

Ю. В. Галкина

Научный руководитель – А. П. Багаева

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Дана оценка эффективности управлению как одному из важнейших критериев успешного функционирования компаний и предприятий в современной экономике. Проанализированы виды информационных систем. Рассмотрено применение информационных технологий в малом бизнесе.

Управленческий труд – важнейший элемент в системе управления организацией. Необходимость изучения влияния информационных технологий (ИТ) на эффективность управленческого труда и организаций определяется тем, что внедрение информационных технологий управления требует адекватных изменений в содержании, качестве, характере, условиях управленческого труда.

Информационные технологии позволяют оперативно получать информацию, принимать решения, вызывать структурные изменения. Однако автоматизация деятельности предприятий, в том числе управленческой деятельности, требует значительных затрат.

Качество и обоснованность принимаемых управленческих решений в значительной степени опреде-

ляется эффективностью методов экономического анализа.

Связь между аналитическими и учетными программами очевидна, поэтому построение программных продуктов по экономическому анализу в независимости от существующих программ по бухгалтерскому учету невозможно.

Основными элементами информационной системы являются учетные и аналитические процессы и принципы организации работы на предприятии: система внутреннего и внешнего документооборота, система оперативного, управленческого и бухгалтерского учета, система планирования и контроля.

Выделяют ИС эксплуатационного уровня, ИС уровня знания, ИС уровня управления, ИС стратегического уровня.

Для того, чтобы правильно понять, оценить, грамотно разработать и использовать информационные технологии в управлении организацией необходима их предварительная классификация. ИТ с избирательной интерактивностью принадлежат все технологии, обеспечивающие хранение информации в структурированном виде. ИТ с полной интерактивностью содержит технологии, обеспечивающие прямой доступ к информации, хранящейся в информационных сетях или каких-либо носителях, что позволяет передавать, изменять и дополнять ее.

В практике управления важное значение приобретает выявление и изучение основных факторов, которые определяют интенсивность использования информации менеджерами. Первым из таких факторов является организационная культура. Будут ли содержащиеся в информационных потоках данные правильно восприняты, поняты и воплощаются ли в практические действия менеджера, в существенной мере зависит от его организационной культуры. В системах оценки работников управленческой сферы чаще всего используются такие критерии, как пунктуальность, ответственность и умение сотрудничать, а не способность быстро и квалифицированно отыскать и использовать новую информацию, необходимую для успешного решения задач, стоящих перед данной организацией.

Вторым фактором, влияющим на использование менеджером полученных данных, выступает содержание информации, поступающие в сферу управления, так как она должна направлять и концентрировать внимание управленцев на насущных проблемах управленческого труда, тем самым мотивируя их более активную и эффективную деятельность.

Малый бизнес представляет собой важнейший сектор современной рыночной экономики. Как из-

вестно, доля предприятий этого типа в экономически развитых странах мира составляет более 50 % от внутреннего валового продукта (ВВП). Проанализируем ИТ, применяемые в малом бизнесе (МБ).

1. Информационные системы управления, или так называемые «промышленные приложения». Особый рост спроса в сегменте МБ показывает концепция ERP (Enterprise Resource Planning System), позволяющая просчитать приемлемые и обоснованные решения, без сложных длительных доработок, быстро адаптироваться и реагировать на любые внешние и внутренние изменения, использовать все наличные ресурсы и получать от них максимальную отдачу, автоматизировать всю деятельность по управлению предприятием и мн. др.

2. Использование ИТ-аутсорсинга. Применение любых технологий аутсорсинга дает возможность предприятиям МБ сфокусироваться на собственном бизнесе, не отвлекаясь на организацию и поддержку деятельности ИТ-структуры, высвободить средства на развитие производства, получить максимальную отдачу, существенно снизить постоянные и переменные издержки.

3. Технология «облачных вычислений». Предприятия МБ могут найти отличное решение своих проблем в использовании услуг «Cloud computing», сэкономив средства, необходимые для развития бизнеса. Внедрение этой инновации может дать возможность использовать новейшие ИТ-системы без необходимости приобретения дорогого серверного оборудования и получить существенные конкурентные преимущества при относительно невысоких затратах.

Наряду с основными проблемами МП, такими как недоступное кредитование, высокая налоговая нагрузка, запретительный уровень цен на аренду, высокая цена рабочей силы, можно выделить низкую эффективность при создании и использовании ИТ-инфраструктуры. Большинство малых предприятий в провинции практически не внедряют новые технологии, если и внедряют, то эффективность их использования остается под большим вопросом.

В результате проведенного анализа рассмотрены информационные технологии в секторе малого бизнеса, выявлены барьеры, препятствующие развитию малого бизнеса. Внедрению современных информационных технологий препятствуют такие факторы как недостаток собственных средств и недостаток квалифицированного персонала.

© Галкина Ю. В., 2013

УДК 004.03

А. А. Елистратова, И. С. Коршакевич
Научный руководитель – Д. В. Тихоненко
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПРИМЕНЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКИХ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Рассматривается основная информация о геоинформационных системах, развитии ГИС в России, областях их применения и перспективах развития.

Геоинформационная система (ГИС) – система сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных (географических) данных и связанной с ними информацией о необходимых объектах. ГИС использует современные средства хранения информации, обеспечивает регламентированный доступ, редактирование и ввод новых данных.

В настоящее время в России ГИС работают в ряде городов, при этом используется, как импортное, так и отечественное программное обеспечение. Российские геоинформационные системы получают все большее распространение не только в радиционных областях применения, таких как управление природными ресурсами, сельское хозяйство, экология, кадастры, городское планирование, но также и в коммерческих структурах, таких как телекоммуникационные системы и системы розничной торговли. В качестве систем поддержки принятия решений ГИС помогают улучшить обслуживание клиентов, сохранять высокий уровень конкурентоспособности, повышать прибыльность как коммерческим организациям, чья деятельность зависит от пространственной информации, так и тем, которым анализ геоинформации дает заметные преимущества. ГИС являются эффективным инструментом для выбора мест и определения зон торговли, размещения наружной рекламы и производственных объектов, диспетчеризации и маршрутизации средств доставки, а также информатизации риэлторской деятельности [1].

Широкое распространение получили геологическое и коммерческое направления развития ГИС:

– Геологическое. Общие принципы построения ГИС, и создание конкретных проектов ориентированы на геологическую практику, на создание удобной среды геологических исследований

– Коммерческое. Сегодня коммерческое ГИС-обеспечение составляет заметную и очень динамичную часть российского рынка программного обеспечения. По оценке консорциума компаний Data+ и Esri CIS, в 2012 г. рынок геоинформационных технологий в России вырос на 20 % до 1,5 млрд долл. [2].

Среди коммерческих ГИС наиболее распространены такие геоинформационные системы как: Яндекс карты, Дубль ГИС, ЯрМат. Также наблюдается тенденция к созданию независимой карты, на которую потребитель смог бы наносить собственные (только ему необходимые) данные.

ГИС в настоящее время широко применяются во всем мире и России во многих областях знаний и промышленности. Для решения большинства задач

решаемых в этой области знаний необходимо создание единого информационного пространства, включающего в себя графические (пространственные) и описательные (атрибутивные) компоненты. Атрибутами графических объектов (аппаратов, трубопроводов, цехов и т. п.) могут выступать не только их характеристики, но и их детальные чертежи, схемы и т. п. Задачи анализа эффективности эксплуатации производств, планирования развития требуют учета очень многих характеристик окружающей среды, а также знания социально-демографической, промышленной, градостроительной, экономической ситуации района их размещения. Для их решения необходимо использование информационной базы данных, картографическое представление данных и изучение методов: геоинформатики, пространственно-временных связей явлений, процессов, действий субъектов рынка. Эти задачи также целесообразно решать с использованием подходов ГИС-технологий.

ГИС-технологии хорошо удовлетворяют потребности многих секторов рынка, в том числе и в области инженерных сетей. Они активно используются уже длительное время, но в первую очередь в системах сбора данных о состоянии сетевых объектов, где рассматривались не только сети сами по себе, но их взаимодействие с окружающей средой.

По сравнению с прошлым годом наблюдаются сдвиги в области создания российской инфраструктуры пространственных данных, которая представляет собой территориально распределенную систему сбора, обработки, хранения и предоставления потребителям пространственных данных от различных ведомств, начиная с федерального и регионального уровней и кончая районным и муниципальным уровнями. Применение ГИС позволяет на качественно новом уровне обеспечить информационной базой практически все службы и на этой основе обеспечить решение технических, технологических, экономических и целого ряда других задач.

За 2012 год рынок геоинформационных систем вырос на 20 %, а его общий объем в денежном выражении составил 1,5 млрд долл. 15 % этого объема пришлось на разработку, внедрение и сопровождение геоинформационных систем, 40 % составила доля сектора спутниковой навигации, 25 % ушло на сбор, обработку и генерирование пространственных данных.

Подводя итоги можно сказать, что геоинформационные технологии постепенно завоевывают российский рынок. Создание земельного кадастра позволит

на основе его карт строить другие, предметно ориентированные, карты и дополнять их соответствующим атрибутивным наполнением. К факторам роста следует отнести максимальное упрощение пользовательского интерфейса профессиональных ГИС-решений, благодаря которому, произошло расширение круга людей, применяющих это программное обеспечение в повседневной работе. В числе обстоятельств мешающих развитию ГИС находится недостаточная финансовая и законодательная поддержка со стороны государства, ввиду высокой дороговизны ГИС проектов. Проблема безопасности является еще одной проблемой для развития рынка ГИС [3]. Это объясняется тем, что детальные данные о рельефе с разрешением до метра являются секретной информацией. В прошлом году был отменен запрет на все виды аэро- и космической фотосъемки территории РФ, а также сняты ограничения на составление и использование подробных карт. Сейчас Росреестр работает над проектом покрытия

всей территории России крупномасштабной спутниковой картой с метровым разрешением [4].

Библиографические ссылки

1. *Географическая информационная система // Глоссарий.ru. URL: [http://www.glossary.ru/cgi-bin/gl_sch2.cgi?RDluot\(uwsg.outt!!xoxyls](http://www.glossary.ru/cgi-bin/gl_sch2.cgi?RDluot(uwsg.outt!!xoxyls)*
2. *Яремчук Л. Государственные ориентиры // Открытые системы. URL: <http://www.osp.ru/news/articles/2013/03/13033529/>*
3. *Гореткина Е. Что двигает и тормозит российский рынок ГИС // Pсweek.ru. URL: <http://www.pcweek.ru/business/article/detail.php?ID=146319>.*
4. *Перспективы развития ГИС в России. URL: <http://www.gaps.tstu.ru/win-1251/lab/gis/perspekt.html>.*

© Елистратова А. А., Коршакевич И. С., 2013

УДК 004.9

А. В. Еролик

Научный руководитель – А. П. Багаева
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СОЗДАНИЕ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА

Рассматриваются описание этапов создания интернет магазина, а так же его преимущества, недостатки и основная классификация.

Интернет-магазин – сайт, торгующий товарами в интернете. Позволяет пользователям сформировать заказ на покупку, выбрать способ оплаты и доставки заказа в сети Интернет.

Существует классификация электронных магазинов по модели бизнеса: чисто онлайн-магазин. По отношению к поставщикам: имеют собственный склад (наличие реальных товарных запасов) и работают по договорам с поставщиками (отсутствии значительных собственных запасов).

Классификация по товарному ассортименту – книги, аудио, видеокассеты, CD, DVD, компьютерная, бытовая техника, мобильные телефоны.

Среди методов розничной продажи товаров в Сети можно выделить: интернет-магазины (автоматические магазины), web-витрины, а также торговые автоматы. «Интервью, аналитика, статистика».

Интернет-магазин имеет ряд преимуществ: экономия времени, неограниченный ассортимент и информативность, а так же позволяет экономить средства.

Что касается недостатков: нельзя «пощупать» товар (нельзя узнать больше, чем написано. Пример: мебель, одежда), проблемы гарантии, зачастую долгая доставка (до 6 недель), а также огромное количество подделок.

Если вы не желаете быть покупателем в электронном магазине, то возможно, вы хотите стать его владельцем. Для этого необходимо знать примерную стоимость его создания.

Создание собственного интернет магазина с администраторскими и пользовательскими интерфейсами к базе данных и другими «возможностями» будет стоить от 700 евро, а в большинстве других компаний-разработчиков стоимость такого продукта начинается от 2000–2500 евро. Во всех случаях цены приведены для решений начального уровня, т. е. для интернет-магазинов с минимумом необходимых функций, требующихся большинству начинающих розничных продавцов. Если же компания ориентирована на серьезную Интернет-коммерцию и планирует реализовать в магазине широкие возможности по оплате и автоматизации процессов, то стоимость разработки и обслуживания такого решения может составить десятки тысяч долларов. Стоит отметить, что подобные решения применяются не часто. Заказывая разработку интернет-магазина, в каких-либо студиях, необходимо учесть стоимость размещения (хостинга) будущего сайта. В зависимости от выбранной технологии и программной платформы провайдеры предлагают тарифные планы от 20 до 50 долл. в месяц. Это означает, что вам нужно определиться какой именно интернет магазин вы хотите открыть, малый, покрупнее, либо огромный интернет магазин с широкими возможностями по оплате и автоматизации процессов. Учитывайте материальную возможность, и количество вашего времени.

Как только вы узнали стоимость его создания, необходимо знать основные этапы создания интернет-

магазина: этапа составления технического задания на разработку интернет-магазина, этапа разработки программной составляющей интернет-магазина и этапа заполнения товарных позиций. Предварительная работа по созданию интернет-сайта состоит из нескольких основных этапов:

Определиться с задачами, которые планирует выполнять создаваемый интернет-ресурс. Четко сформулированные самому себе цели и задачи необходимы для того, чтобы определиться со сроками и объемом финансирования интернет-проекта;

Не стоит браться за создание интернет-магазина самостоятельно, особенно, если в этом деле вы не являетесь профессионалом. Разработка интернет-магазина – это особая специальность веб-разработки. В создании сайта подобного типа участвует масса народа: программист, веб-дизайнер, копирайтер и т. д.;

обратитесь за помощью в создании сайта в компанию, для которой это является основным видом деятельности;

тщательно продумайте, какие разделы и подразделы вы хотите видеть на своем интернет-магазине;

обсудите с исполнителем вашего проекта сроки конкретных работ;

после окончания всех работ необходимо провести тестирование сайта. Этот этап, как правило, занимает несколько дней. Проверьте – насколько беспрепятственно

сайт загружается, насколько он доступен из разных удаленных точек, проверьте грамотность контента и его соответствие поставленным задачам.

Если вы желаете стать покупателем в интернет-магазине, важно помнить некоторые нюансы по выбору электронного магазина:

– не обращайтесь в магазины, которые находятся на бесплатном хостинге narod.ru и другие;

– не покупайте телефон в интернет-магазине, цена в котором подозрительно ниже, чем в обычном магазине в 2 и более раз;

– не покупайте в магазине, где нет контактов и условий гарантии, а также условий доставки;

– также не плохо, когда есть [faq](#) и другая документация;

– проверяйте возраст интернет-магазина;

– смотрите репутацию магазина.

Перед тем как создавать интернет-сайт либо делать покупки, нужно взвесить все плюсы и минусы данной сферы и после этого сделать выбор, создавать интернет-сайт, либо быть потребителем со всеми его положительными и отрицательными сторонами или заняться другой деятельностью, найти другой способ покупки нужного вам товара.

© Ермолик А. В., 2013

УДК 669.713.7

Л. Ю. Жданович

Научный руководитель – А. П. Багаева

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

БЕСПРОВОДНАЯ СЕТЬ 4G – БУДУЩЕЕ СОВРЕМЕННОСТИ

Рассматривается поколение новой беспроводной мобильной сети 4G, перспективнее будущего носителей, которые представлены на данный момент в нашей стране.

Новое поколения 4G стали разрабатываться совсем недавно, в 2000 году, а начиная с 2010 года, сеть стала использоваться во многие страны.

Для максимальной скорости передачи в сети 4G используется технология передачи данных с помощью N антенн и их приёма M антеннами – MIMO, которая и позволяет увеличить полосу пропускания канала, а передающие и приёмные антенны разнесены настолько, чтобы достичь слабой корреляции между соседними.

Общий мировой тренд показывает, что крупнейшие WiMAX-операторы по всему миру рассматривают технологию TD-LTE в своей стратегии как приоритетную, «заморозив» развитие сетей WiMAX.

Основными факторами, сдерживающими развитие WiMAX в мире, являются ограниченный ряд абонентских устройств, фактическое отсутствие роуминга, отказ крупнейших вендоров и мобильных операторов от инвестиций в эту технологию в пользу LTE.

На сегодня нет существенных технологических ограничений на использование технологии TD-LTE, в частности, операторам WiMAX, которые располагают соответствующим частотным ресурсом. Однако в ря-

де стран, включая Россию, существуют законодательные ограничения, например, не работает принцип технологической нейтральности.

Несмотря на то, что технология TD-LTE уступает по разнообразию абонентских устройств технологии FD-LTE, можно ожидать дальнейшего увеличения ассортимента устройств TD-LTE, благодаря, прежде всего, ориентации на этот стандарт крупнейших азиатских (Китай, Индия и пр.) и других стран, включая Россию и США.

Если мобильные операторы сделали ставку на LTE, то относительно небольшие операторы продолжают продвигать WiMAX как альтернативу проводному DSL-доступу и в специализированных вертикальных приложениях.

Основным трендом на рынке WiMAX в настоящее время является ориентация вендоров и операторов на построение гибридных сетей WiMAX/LTE, которые способны обеспечить сосуществование в своих сетях нескольких технологий 4G с перспективой слияния в LTE-Advanced.

© Жданович Л. Ю., 2013

УДК 004.8

Ф. А. Капустин
 Научный руководитель – Т. Г. Долгова
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ДВУХЭТАПНАЯ АУТЕНТИФИКАЦИЯ В ИНТЕРНЕТ-СЕРВИСАХ

Рассмотрена проблема защиты персональных данных в интернете посредством двухэтапной (двухфакторной) аутентификации, а так же методы защиты своих данных и способы получения дополнительного пароля.

Двухэтапная аутентификация значительно повышает безопасность персонального аккаунта. Для доступа к нему требуется не только то, что вы знаете – ваше имя пользователя и пароль, но и то, что есть только у вас – код, присланный на ваш мобильный телефон.

Двухэтапная аутентификация значительно уменьшает вероятность того, что личная информация из аккаунта будет украдена. Для доступа к аккаунту с двухэтапной идентификацией злоумышленникам понадобятся не только имя пользователя и пароль, но и ваш телефон.

Двухэтапная аутентификация похожа на систему защиты в интернет-банке. Включив двухэтапную аутентификацию, вы будете получать на телефон короткие цифровые коды – это коды подтверждения. Их следует указывать вместе с именем пользователя и паролем при входе в свой аккаунт с не безопасного устройства [1].

Различные сервисы предлагают вам определить, надёжен ли компьютер, за которым вы находитесь в данный момент. Смысл в том, что для надёжных компьютеров ввод кода для входа в аккаунт достаточно делать раз в тридцать дней. Под надёжностью здесь понимается факт того, имеют ли другие люди доступ к этому компьютеру. Пожалуй, надёжным компьютером в этой ситуации можно назвать только домашнюю машину, и лишь при условии, что никто кроме вас за неё не садится.

Можно использовать смартфон на iOS, Android или мобильное устройство от RIM, которое заменяет SMS с кодами. Для этого необходимо установить специальное приложение (у сервиса Google – Google Authenticator), которое заменит собой входящие SMS с кодами [2].

В дальнейшем возможно развитие методов защиты персональных данных, но на сегодняшний день этот метод по праву можно назвать лучшим. Так как данный метод прост тем, что у каждого человека, у которого есть электронная почта, есть телефон, следовательно, он без излишних сложностей может в наиболее короткие сроки получить код доступа для доступа к данным своей почты без серьезных угроз конфиденциальности персональных данных.

Библиографические ссылки

1. Как повысить безопасность своего аккаунта. О двухэтапной аутентификации и не только. URL: <http://habrahabr.ru/company/google/blog/124122/> (дата обращения: 21.12.2012).
2. Принципы работы двухэтапной аутентификации в онлайн сервисе Google. URL: <http://support.google.com/accounts/bin/answer.py?hl=ru&answer=180744> (дата обращения: 21.12.2012).

© Капустин Ф. А., 2013

УДК 004

Е. А. Карлова
 Научный руководитель – А. П. Багаева
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

OLAP-ТЕХНОЛОГИИ

Рассмотрены виды аналитической обработки, преимущества информационно-аналитических систем на базе OLAP-анализа, итоги внедрения. Показано практическое применение OLAP-систем в Красноярском крае, а также для IC.

OLAP представляет собой программную технологию, которая позволяет разобраться в данных через быстрый, последовательный, интерактивный доступ к широкому спектру различных видов информации.

В основе OLAP-анализа лежит многомерная модель данных. С помощью данной модели можно удобно

представить процесс работы с информационными объектами, описать основные аналитические операции, оптимальным образом построить физическую модель данных для хранения и обработки запросов.

Выделяют два вида аналитической обработки данных: MOLAP и ROLAP. Основное отличие – в какой

базе данных хранятся данные. В MOLAP данные содержатся в многомерной базе данных, а в ROLAP – в реляционной базе.

Системы, построенные с помощью OLAP-технологий, интегрируют уже существующие системы учёта, предоставляя пользователю инструменты для прогнозирования ключевых бизнес-показателей, динамического конструирования отчётов, мониторинга и анализа больших объёмов данных в реальном времени. Оперативное нахождение ответов на возникающие вопросы, проведение постоянного мониторинга состояния бизнеса – все это возможно при работе с использованием OLAP-системы. Кроме того, существует достаточно большая вероятность того, что используемая информация актуальна в настоящий момент.

OLAP-системы активно внедряются в Красноярском крае.

В 2009 году была разработана система «Аналитик», с помощью которой была реализована возможность быстрого построения специализированных OLAP-ориентированных приложений. В результате, было выполнено OLAP-моделирование в задачах анализа медико-демографических данных, планирования медицинской помощи, моделирования сети медицинских учреждений, охраны здоровья матери и ребенка, в задачах оперативного анализа пожарной обстановки в сельских районах Красноярского края. Применение технологии OLAP-моделирования обеспечило поддержку оперативного анализа данных реестров муниципального заказа, показателей организации муниципального заказа и эффективности проведения торгов, а также подготовку сводных отчетных документов.

При помощи OLAP-технологий была построена OLAP-модель для анализа показателей работы станции медицинской помощи на базе данных по всему объему вызовов в городе Красноярске, содержащая сведения о вызовах скорой медицинской помощи.

В 2010 г. был разработан и реализован проект создания автоматизированной системы мониторинга кадровых потребностей системы образования Красноярского края (АСМКП). Для организации распределенного сбора данных было решено использовать OLAP-систему «СтатЭкспресс». Кроме того, эта сис-

тема была внедрена в здравоохранении Красноярского края, в сфере социальной защиты населения. Средства автоматизации сбора и оперативной обработки данных также были внедрены в деятельность органов ГОЧС края.

В 2011 г. заказчиком продукта «NorkomAnti-MoneyLaundering» компании IBM выступил «ВТБ Банк». В данном продукте помимо других технологий также используется OLAP-технология.

Красноярский машиностроительный завод и компания Интеллект-груп объявили в сентябре 2012 г. о начале проекта по внедрению корпоративной системы управления производством IT-Enterprise. Эта информационно-аналитическая система создана на базе многих технологий, в том числе и OLAP-технологий.

Кроме того, OLAP-технологии применяются и в 1С. Лидерами рынка OLAP-решений для 1С являются: Deduktor (компания BaseGroup) и С.М.А.Р.Т. (компания «М-Лоджикс»).

Deduktor представляет собой аналитическую платформу, состоящую из ряда компонентов и ориентированную на решение бизнес-задач с помощью методов DataMining.

С.М.А.Р.Т. – система многомерного анализа реляционных таблиц. Данный продукт построен на основании собственного серверного и клиентского программного обеспечения, также он может работать по трехуровневой модели через Web-модуль [1].

OLAP-технологии – актуальная и востребованная тема исследований, её практические результаты имеют широкое применение. Растущие объёмы корпоративных данных повышают значимость средств анализа, большая часть которых построена на OLAP-принципах, в связи с чем актуальны проблемы выбора оптимальных схем хранения и обработки OLAP-кубов. Интеграция различных источников информации для анализа порождает новые применения аналитических технологий.

Библиографическая ссылка

1. URL: <http://www.intalev.ru/library/articles/article.php?ID=5537> (дата обращения: 18.03.2013).

© Карлова Е. А., 2013

УДК 004.55

М. В. Мазай

Научный руководитель – Т. Г. Долгова
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

«ОБЛАЧНЫЕ» ТЕХНОЛОГИИ В БИЗНЕСЕ

Облачные технологии имеют свои плюсы и минусы, и они все больше внедряются в бизнес, становясь его неотъемлемой частью.

Облачные технологии (cloud computing) – активно продвигаемая и очень модная в последнее время область автоматизации и виртуализации ИТ-процессов.

Суть облачных технологий заключается в предос-

тавлении пользователям удаленного доступа к услугам, вычислительным ресурсам и приложениям через Интернет. Развитие этой сферы хостинга было обусловлено возникшей потребностью в программном

обеспечении и цифровых услугах, которыми можно было бы управлять изнутри, но которые были бы при этом более экономичными и эффективными. Хотя внедрение облачных технологий в России идет недостаточно активно, все больше предприятий делают выбор именно в их пользу [1].

Выделяют три наиболее крупных типа «облачных» технологий:

– Software-as-a-Service (SaaS; программное обеспечение как услуга) – это предоставление в аренду программного обеспечения, которое разработано поставщиком услуги, а доступ к нему пользователя осуществляется через Интернет.

– Platform-as-a-Service (PaaS; платформа как услуга) – подразумевает предоставление платформы как услуги, например для разработки или тестирования программного обеспечения.

– Infrastructure-as-a-Service (IaaS; инфраструктура как услуга). – в качестве услуги предоставляются аппаратные ресурсы (инфраструктура).

Важно еще различать «облака» по типу «собственности» – **public clouds** и **private clouds**. Так, если компания арендует «облако» у стороннего провайдера, то она работает и хранит свои данные в public cloud. Если компания создает собственный центр обработки данных (ЦОД), то это уже private cloud [2].

Нет никакого сомнения, что сервисы, предлагаемые по различным моделям «облачных» технологий будут развиваться и дальше. Об этом можно судить

даже по тому, что уже сегодня их существует множество. Например:

– **Документы Google (GoogleDocs)**. Онлайн инструмент для просмотра, создания и редактирования документов, электронных таблиц, презентаций, хранения файлов и обмена ими с другими пользователями.

– **MS Office 365**. Облачная версия классического Office от Microsoft.

– **Диск Google (Google Drive)**. Проект, запущенный 24 апреля 2012 года призван заменить собой Документы Google, которые теперь являются частью сервиса и др. [3].

Мы считаем, что использование облачных решений является общемировой тенденцией и дает многочисленные преимущества. И в будущем все больше компаний будут использовать Облачные технологии взамен дорогостоящего ПО.

Библиографические ссылки

1. URL: <http://triaservice.com.ua/services/cloud-solutions/cloud-for-business.html> – Применение облачных технологий в бизнесе (дата обращения: 17.12.2012).

2. Чивин А. Облачные технологии в бизнесе URL: http://blog.i-oblako.ru/2012/09/blog-post_27.html.

3. URL: <http://webcloudnews.com/> – Облачные системы и технологии.

© Мазай М. В., 2013

УДК 004:658.51

М. С. Митина

Научный руководитель – А. П. Багаева

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИННОВАЦИИ В СФЕРЕ ЛОГИСТИКИ

Рассматривается положение информационных технологий в логистической системе, определяется их необходимость и значимость. Частично сравниваются крупные русские и зарубежные фирмы по оказанию логистических услуг.

В век, когда в каждой из сфер жизни и работы человека ключевую роль играет информация, технический прогресс уступает место развитию информационных технологий. Не является исключением и сфера логистических услуг. Каждый шаг должен подтверждаться соответствующим документом. Если изначально решающим было усовершенствование техники, так как сама форма оказания логистической услуги была сравнительно проста, то сейчас техника отходит на второй план, так как способы и формы усложняются. Кроме того, изменения касаются не только качества, но и количества услуг. Чтобы не запутаться и обеспечить эффективную работу всей системе, в первую очередь необходимо организовать информационные потоки.

Проблемы управления логистическими информационными потоками в России и за рубежом решается

по-разному. Вернее сказать так, общий смысл инструмента решения один и тот же, а вот техническая реализация отличается, и в некоторых случаях разница весьма ощутима. Первым большим шагом на пути к оптимизации процессов являются логистические информационные системы. Представляя собой автоматизированную систему управления логистическими процессами, она позволяет быстрее и с меньшими затратами использовать информацию, поступающую от всех составляющих процесса, осуществляя их, процессов, управление. Таким образом, весь массив разнородной информации собирается, анализируется и эффективно используется для достижения управленческих целей.

В настоящее время существует относительно большое количество информационных систем в логистике. Рассмотрим две из них: основанную на западных технологиях и российского производства.

Microsoft business Solutions-Ахарта – относится к ERP-системам и представляет собой автоматизированную систему управления предприятием. Она построена по модульному принципу, с объединением в контуры. К основным модулям можно отнести такие, как «Расчеты с Поставщиками», «Расчеты с Клиентами», «Управление Запасами», «Управление Складом», «Маршруты».

Комплексная информационная система «ГАЛАКТИКА», так же как и MS Ахарта, состоит из крупных самодостаточных модулей. Она позволяет автоматизировать планирование и управление материальными и финансовыми потоками, обеспечивает полный информационный контроль. Использует архитектуру «клиент - сервер». Контур логистики включает в себя следующие основные модули: «Управление договорами», «Управление сбытом», «Управление снабжением», «Складской учет», «Расчеты с поставщиками и покупателями». Кроме этого, система является ответственным продуктом, что говорит о существующих возможностях развития «нашего» логистического обслуживания.

Следующим серьезным шагом на пути к оперативному получению информации об объекте стала технология бесконтактной идентификации. В этом направлении так же существуют различия между технологией отечественных компаний и зарубежных.

На отечественном рынке зачастую используют технологию штрихового кодирования, где каждому предмету присваивается уникальный код. Штриховой код представляет собой символ, состоящий из определенного рисунка полос и пространств между ними. Компьютер считывает информацию, которая представлена в виде кода букв и чисел двоичной системы, со штрихового кода и преобразует ее в данные. С одной стороны, это увеличивает скорость ввода данных и снижает вероятность ошибок. С другой стороны, данная система вынуждает пользователя производить сканирование каждого объекта отдельно. Кроме того, данные, поступающие в компьютер весьма ограничены по размеру, т. е. невозможно отобразить всю необходимую информацию об объекте используя штрих-код, только основные ее составляющие.

Зарубежная компания DHL предлагает использовать технологии радиочастотной идентификации (RFID технологии, Radio Frequency Identification). Система RFID работает почти так же, как и система штрихового кодирования, но является скорее ее усовершенствованной моделью. Она позволяет получить информацию одновременно от нескольких товаров. Кроме того, информации может вместиться намного больше, по сравнению со штриховым кодом, так как используется микро чип, размером до нескольких килобайт, что может сэкономить время для полной проверки груза.

Компания FedEx использует устройство SenseAwareSM, сделанное на базе радиопередатчика.

Данная система дает возможность контролировать процессы, происходящие с грузом на всем пути его перевозки почти в реальном времени. Используя мультидатчики, SenseAware собирает информацию прямо из пакетов, коробок, контейнеров, складов и передает ее контрольному центру, используя радиосвязь. В центре контроля информация разбивается на пять категорий: непосредственное место нахождения, температура, световое воздействие, относительная влажность и атмосферное давление. Так же существует система тревожного сигнала, который позволяет заказчику задать оптимальные параметры для каждой категории.

Таким образом, наши компании, в отличие от зарубежных, пока еще не могут обеспечить полный контроль над грузом. Поэтому, на рынке товарооборота российские компании проигрывают, так как не имеют возможности предоставить заказчику и его клиентам полные сведения о состоянии груза.

Тем не менее, информацию о контрольном местоположении заказчик может получить как на сайтах зарубежных компаний, так и на сайтах отечественных, например «Деловые линии», Express.ru. Кроме того, существуют так называемые «калькуляторы», с помощью которых можно рассчитать примерную стоимость груза определенного веса и на определенное расстояние. Такая возможность легко находится на сайте «Деловые линии» и сайте DHL.

Большим недостатком российских компаний является колоссальное количество бумажного информационного потока. Не смотря на то, что заявку можно оформить on-line, основную часть документов приходится распечатывать и заполнять вручную. Существуют проблемы и в передаче всех документов, некоторые из них, не связанные с основной проверкой, не доставляются получателю груза, и их надо высылать специальным курьером.

Используя EDI (Electronic Data Interchange, электронный обмен данными), компания в разы сокращает время запроса/ответа и снижает возможные затраты времени и денег на внесение изменений и дополнений. С помощью автоматизированной системы создания, отправки, получения и обработки любых электронных документов увеличивается производительность рабочих, что положительно влияет на работу всего предприятия.

К сожалению, на сегодняшний момент разница между качеством отечественных услуг и зарубежных весьма заметна. Хотя, наши компании, как на уровне технической поддержке, так и на уровне работы с клиентами, постоянно развиваются и улучшаются. Что положительно воспринимается клиентами, так как некоторые зарубежные услуги могут обойтись для русского человека намного дороже, чем отечественные.

Е. С. Морозевич
 Научный руководитель – А. П. Багаева
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ВЛИЯНИЕ КОММУНИКАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ СЕТИ ИНТЕРНЕТ НА ЧЕЛОВЕКА

Рассматриваются основные типы общения в сети Интернет посредством различных видов коммуникационных ресурсов, а также его влияния на человека.

Сегодня коммуникация является необходимым и всеобщим условием жизнедеятельности людей, основой существования общества. В последнее время широкое распространение среди людей получил Интернет. Интернет располагает огромным количеством информационных и коммуникационных ресурсов, которые созданы специально для общения между людьми, получения необходимой для них информации.

Актуальность данной тематики объясняется необходимостью изучения коммуникационных ресурсов сети Интернет, потому что виртуальное общение приобретает большую значимость и становится одним из основных видов коммуникации людей в современном мире.

Интернет – это глобальная социально-коммуникационная компьютерная сеть, которая предназначена для удовлетворения коммуникационных потребностей за счет использования телекоммуникационных технологий.

Причиной обращения к сети Интернет как инструменту общения может быть: недостаточное насыщение общением в реальной жизни; возможность реализации качеств личности, проигрывания ролей, переживания эмоций, по тем или иным причинам фрустрированных в реальной жизни.

Интернет-общение же можно свести к трем основным типам:

– *Деловое.* Одной из причин, по которой Интернет так быстро развивается, является его служение деловым целям и задачам.

– *Неформальное.* Неформальное Интернет-общение в настоящее время занимает огромную долю нашей жизни.

– *Игровое.* Онлайн-игры – это огромный пласт современной культуры.

В настоящее время существует много способов общения в Интернете при помощи различных коммуникационных ресурсов глобальной сети. К данным ресурсам относятся: электронная почта, интернет-телефония, форум, чат, телеконференция, сетевые игры, блог, IP-телевидение, социальные сети (самыми популярными в России являются следующие социальные сети: ВКонтакте, Facebook, Twitter, Одноклассники).

Что касается преимуществ общения в сети Интернет, то можно выделить следующие:

– Общение посредством Интернет дает нам возможность расширить свой круг общения, да и просто отдохнуть с приятным собеседником.

– Свобода выбора. Мы сами решаем с кем и о чем будем разговаривать.

– Интернет-коммуникация позволяет нам существенно сохранить свое личное время.

– Материальные затраты на общение посредством Интернет гораздо меньше, чем при использовании обычных средств коммуникации.

Что же касается недостатков, то можно назвать следующие:

– *Расстояние.* Люди могут общаться годами, но никогда не увидятся в реальной жизни из-за их местоположения.

– *Обман.* В последнее время при помощи коммуникационных ресурсов сети Интернет, особенно социальных сетей, совершается огромное количество различных правонарушений.

– *Разочарование.* Даже в реальной жизни многие из нас склонны наделять мифическими достоинствами людей, которых имели честь узнать совсем недавно.

– *Психические расстройства.* Нередко, когда люди проводят много времени в сети Интернет, общаясь с нереальными собеседниками, они начинают отстраняться от реального мира, что плохо сказывается на их психике.

Таким образом, интернет дает нам много преимуществ в общении. Однако каждая медаль имеет и обратную сторону. Отсюда вытекает вопрос: каково будущее у Интернет-коммуникации?

Процессы развития коммуникационных технологий в настоящее время очень динамичны, а их возможности для общества и экономики еще только начинают масштабно использоваться. В настоящий «коммуникационный» этап развития главной задачей сети Интернет является помощь в поиске желаемых партнеров для всевозможного общения и предоставление определенных средств для организации такого общения.

К тому же, в настоящее время Интернет быстро становится мобильным. Существует много различных приложений для мобильных устройств, с помощью которых люди могут общаться в сети Интернет. С каждым годом их количество увеличивается в десятки, а то и в сотни раз.

Интернет-коммуникация постоянно совершенствуется, упрощается, становится удобнее и быстрее из года в год. И на этом процесс развития коммуникационных ресурсов не заканчивается: в дальнейшем будут появляться все более новые и новые информационные технологии, которые позволят человеку минимизировать свои физические, материальные, временные затраты на общение посредством Интернет. Ни что никогда не стоит на месте, жизнь меняется, вместе с ней меняются и потребности людей, и кто знает,

что будет представлять собой Интернет-коммуникация через несколько десятков лет.

Многие люди часто задаются вопросом: что бы было, если бы не было возможным общение посредством коммуникационных ресурсов сети Интернет? Проанализировав различные виды коммуникационных ресурсов, их функции, плюсы и минусы, можно сказать, что человечеству сейчас было бы очень не просто, не имея таких средств, ведь численность населения растет, города увеличиваются, строятся новые, поэтому необходимы и новые технологии в общении между ними. Так или иначе, Интернет-коммуникации проникли бы в нашу жизнь, будь то даже на несколько десятков лет позже.

На сегодняшний день Интернет-общение очень быстро развивается, однако это имеет как положительные стороны, так и отрицательные. Так одной из самых острых проблем Интернет-общения сегодня является замена реального общения виртуальным. Зачастую, это очень плохо сказывается на поведении человека, его развитии: люди выдумывают себе ту жизнь, в которой они хотели бы жить, а на самом деле все обстоит гораздо печальнее... Многие газеты, журналы и другие средства массовой коммуникации не раз затрагивали данную проблему, однако как такового выхода из этой ситуации не предложили.

© Морозевич Е. С., 2013

УДК 00.1082

А. М. Мухаметшина
Научный руководитель – А. П. Багаева
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СЕРВИСНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ИНТЕРНЕТА

Представлен анализ сервисных возможностей для пользователей интернета в различных сферах обслуживания и в социокультурной сфере.

Интернет – всемирная система объединённых компьютерных сетей. Часто упоминается как Всемирная сеть и Глобальная сеть, а также просто Сеть. Построена на базе протокола IP и маршрутизации IP-пакетов. На основе Интернета работает Всемирная паутина и множество других систем передачи данных. Система сетей Интернет не имеет владельца и не управляется из единого центра какой-либо компании или иной организации, т. е. она представляет собой беспрецедентный технический, социальный, а ныне еще и коммерческий феномен: это открытый для всех полигон для обкатки новых информационных технологий, на котором ученые всех стран мира, а теперь и менеджеры могут опробовать свои перспективные идеи.

Наибольшего развития в сфере услуг, предоставляемых через Интернет, получили финансовые услуги, к которым относятся следующие виды деятельности: банковские услуги, сектор услуг по работе на валютном и фондовом рынках и интернет-страхование.

Если говорить о банковском обслуживании через Интернет, то оно предоставляет возможность совершать все стандартные операции, что в физическом офисе банка, за исключением операций с наличными.

Более того, использование систем банковского обслуживания через Интернет дает ряд преимуществ: экономится время, имеет возможность 24 часа в сутки контролировать собственные счета, любое списание средств с карточного счета оперативно отражается в выписках по счетам.

Возможность работы через Интернет на валютном и фондовом рынках является второй составляющей сектора финансовых услуг в Интернете. К ней отно-

сятся услуги, предоставляемые инвестиционными посредниками, позволяющие клиенту осуществлять покупку/продажу ценных бумаг и валюты через Интернет.

Что касается Российского рынка интернет-страхования, то в настоящее время в Интернете представлено более 100 российских страховых компаний. Возможности Интернета для организации интерактивных продаж в полной мере используются пока только несколькими страховыми компаниями.

Если рассматривать туристическую сферу деятельности, то поставщиками туристического интернет-сервиса используется ряд коммуникационных технологий, способных обеспечить прямое спутниковое освещение международных событий, ведение бизнеса посредством телеконференций с подвижных средств сообщения.

Вместе с тем многие туристические компании Европы видят в широком распространении Internet угрозу своему бизнесу. Открытие в Internet систем бронирования гостиниц, авиабилетов и других составляющих тура позволит клиентам самостоятельно организовывать свой отдых, не прибегая к услугам агентств. Уже многомиллионная армия пользователей Internet может самостоятельно с домашних компьютеров не только просматривать и выбирать, но и бронировать все сегменты тура.

Углубившись в коммуникативную среду нашей жизни через сеть, то выяснилось что, в настоящее время в мире довольно много различных средств и способов общения, и колоссальную роль в этом процессе играет Интернет. Такие средства общения как: электронная почта, форумы, чаты, IP телефония и многое другое, уже ни для кого не являются новшест-

вом, а наоборот, стали незаменимой вещью в жизни каждого.

Также у людей появилась возможность осуществлять практически мгновенный перевод денежных средств с помощью платёжных систем. Имеющиеся финансовые средства данной платёжной системы можно потратить на покупку товаров, сервисов или услуг в интернет – т. е. без вывода из системы. Одна из самых популярных на данный момент платёжная система - Webmoney Transfer в русскоязычном секторе интернета. Быстро развивается: появляется множество новых сервисов, активно действуют уже существующие.

Основная задача Internet – предоставление необходимой информации. Чтобы найти нужную информацию необходимо знать адрес Web-страницы, на которой эта информация находится. Лучше всего искать в Сети необходимую информацию с помощью поисковых систем. Поисковая система представляет собой специализированный Web-узел.

Что касается сферы образования, то для студента, школьника, вообще любого человека, занимающегося самообразованием, Интернет предоставляет уникальные возможности. Невозможно перечислить все об-

ласти знаний, от самых распространенных до очень специфических и даже экзотических, нашедших свое отражение в Интернете. Скорее всего, вам не удастся отыскать предмет, которому не нашлось места в Сети.

Говоря об интернет - рекламе, можно сказать, что она имеет в большей степени демократичный характер. В основном реклама представлена в Сети рекламными плакатами (баннерами) – небольшими графическими изображениями, щелчок на которых вызывает переход к страницам с подробными описаниями предлагаемых товаров и услуг.

Интернет–реклама, зарубежные аналитики признают ее высокую эффективность и предвещают значительный рост рекламных услуг в Сети.

Благодаря умелой рекламе в последние годы наблюдается неплохой рост числа покупок, сделанных с помощью Интернета.

Сервисные возможности Интернета, в современное время, охватывают практически все сферы жизни общества, делая жизнь каждого человека намного мобильней и комфортабельней, внедряя свои новые технологии.

© Мухаметшина А. М., 2013

УДК 004.8

Ю. В. Никитина

Научный руководитель – Т. Г. Долгова
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

КОРПОРАТИВНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В УПРАВЛЕНИИ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Рассматриваются корпоративные информационные систем (КИС), играющих значительную роль в финансовой деятельности предприятия, их виды, достоинства и недостатки, результаты использования КИС в управлении предприятием.

Важными факторами успеха в современном бизнесе помимо продуманной стратегии бизнеса и наличия квалифицированных трудовых ресурсов являются также и информационные системы. КИС выступают как связующее звено при выработке стратегии бизнеса, изменении управления, организации целенаправленной работы с персоналом, играют значимую роль в успешной реализации стратегии предприятия в целом.

С развитием компьютерной техники, программных средств, методов управления информацией менялся и смысл, вкладываемый в это понятие – сейчас КИС обеспечивает не только формирование отчетов, но и ведение учета одновременно по российским и международным стандартам (ISA и GAAP).

Современные КИС являются сложными интегрированными комплексами, которые включают в себя модули, отвечающие практически за все направления работы современного предприятия. Они предназначены для автоматизации бизнес-процессов на предприятии, в том числе для автоматизации оперативного и управленческого учета. На Западе такие системы называются MIS (Management Information System – управленческая информационная система) [1].

КИС могут быть различными и зависят от масштаба и сложности процессов, которые требуется автоматизировать. Исторически, по мере усложнения решаемых задач, появления необходимой технической базы (в первую очередь развития компьютерной техники) возникали и соответствующие стандарты КИС: MRP, MRPII, ERP, CSRP.

Для финансового директора внедрение КИС – это, прежде всего, инвестиционный проект. При наличии свободных средств финансовый директор всегда решает, во что их вложить. Внедрение КИС - один из способов вложения средств.

В отчете *Boston Consulting Group* (BCG) (2010) исследовалась проблема удовлетворенности предприятий результатами внедрения у них КИС. Результаты опроса 100 высших должностных лиц ведущих компаний свидетельствуют, что только каждое третье предприятие удовлетворено результатами внедрения КИС при оценке по критериям ценообразования, ценовой эффективности, реального финансового воздействия и достижения поставленных целей. В частности, компания *Hershey Foods*, потратившая 112 млн долларов на внедрение комплексной системы автома-

тизации, очень недовольна значительным отклонением процесса внедрения от плана (в эту систему входит ПО, оборудование и услуги компаний SAP AG, Siebel Systems, Manugistics и IBM). В то же время по данным Gartner Group, соответствие проектов внедрения плановым показателям оценивается для ERP-систем в 60 % (из них «досрочные» внедрения – около 3 %), а полностью провалившиеся проекты – в 10 % [2].

Чтобы корпоративная информационная система принесла необходимый эффект, а деньги предприятия не были потрачены впустую, перед выбором программного продукта и тем более перед непосредственной покупкой и внедрением, можно выделить следующие основные причины необходимости внедрения КИС на предприятии:

1. Замена существующих систем, не удовлетворяющих требованиям современного бизнеса (не поддерживающих многовалютность и многоязычность, не масштабирующихся под задачи развивающегося бизнеса предприятия, фрагментированных и не позволяющих сформировать полную картину деятельности предприятия, обеспечивающих неудовлетворительную скорость выполнения основных бизнес-процессов и недостаточную оперативность получения и обработки информации, необходимой для принятия решений).

2. Необходимость расширения контактов (и их постоянной поддержки) с партнерами и клиентами.

3. Достижение желаемого уровня конкурентного преимущества.

При внедрении КИС предприятие любого размера и профиля деятельности получает следующие преимущества:

1. Появляется возможность принимать более обоснованные решения;
2. Улучшается качество обслуживания клиентов;
3. Совершенствуются взаимоотношения с поставщиками;
4. Повышается производительность труда;
5. Снижается себестоимость продукции;
6. Совершенствуется учет финансовых и товарно-материальных ценностей (и, следовательно, уменьшается число их хищений или потерь);
7. Улучшается оборачиваемость товаров и, соответственно, увеличиваются доходы и прибыль предприятия.

Библиографические ссылки

1. Методы повышения эффективности внедрения корпоративных информационных систем // Сайт Информационного агентства «Ламинфо». URL: <http://corpsite.ru/Resources/CreateSystem/Create/> (дата обращения: 20.12.2012).

2. Конопляник Т. М. Влияние корпоративных информационных систем на устойчивость предприятий. URL: <http://referent.mubint.ru/8/5217?try> (дата обращения: 20.12.2012).

© Никитина Ю. В., 2013

УДК 004.91

К. О. Плотко

Научный руководитель – Т. Г. Долгова

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АНАЛИЗ ПРОГРАММ ГИС КЛАССА В ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКЕ

Существуют множество продуктов рынка автоматизированных геоинформационных систем. Для их сравнения, приводятся основные компании-разработчики программного обеспечения ГИС, и их анализ на зарубежном и отечественном рынках.

Геоинформационная система (geographic(al) information system, английская аббревиатура GIS) – автоматизированная информационная система, предназначенная для сбора, хранения, обработки, доступа, отображение и распространение пространственно-временных данных, основой интеграции которых служит географическая информация [1].

ГИС различаются предметной областью информационного моделирования [2]. Наиболее популярными среди ГИС являются программные продукты, разработанные Институтом исследований систем окружающей среды – ESRI.

Специалисты компании Eagle Technology на базе пакета Arc View GIS разработали собственное приложение View/NZ. Многофункциональное приложение View/NZ – это средство анализа сведенных воедино табличных, текстовых и картографических бизнес-

данных, демографической, статистической, земельной, муниципальной и адресной информации.

Компания Castillo Company, Inc. (г. Феникс, штат Аризона, США), применяя пакет ARC/INFO, осуществляет последнее десятилетие успешное консультационное обслуживание бизнеса в США и других странах. Она проводит аналитические логистические и маркетинговые исследования на базе этой ГИС.

Компания Equifax National Decision Systems (г. Сан-Диего, штат Калифорния, США) объединила средства пакетов ARC/INFO, ArcView GIS и собственного продукта компании, разработав геоинформационную систему Infomark-GIS, специально предназначенную для логистических и маркетинговых приложений и обеспечения процесса принятия решений по этим задачам.

В России применение ГИС в сфере предпринимательства, по сравнению с развитыми рыночными странами, только начинает развиваться [3].

Однако крупные компании уже приступили к эффективному использованию возможностей ГИС-продуктов.

Компания Ariston, владеющая в Москве сетью магазинов бытовой техники, стремясь к тому, чтобы товары поставлялись покупателю оптимальным способом, проверила с помощью Геоцентр-Консалтинг эффективность размещения своих магазинов. Оказалось, магазины в существующей сети расположены не оптимально. В результате ГИС-анализа были найдены те магазины, которые необходимо переместить, а также определены места, перспективные для открытия новых торговых точек.

Российская компания МВ, являющаяся третьей по популярности на рынке копировальной техники России и поставляющая помимо копировального оборудования принтеры и факсы, стала широко применять в своей деятельности ГИС-продукты.

Разработанная система позволяет планировать маршруты по доставке клиентам необходимых расходных материалов и комплектующих частей, обслуживание и ремонт техники, организовывать работу курьерской службы [4].

Для каждого отдела в программе заложены возможности показа местонахождения клиентов данного

отдела, информации о запланированных встречах с клиентами, что позволяет спланировать поездки и оптимизировать работу сотрудников отделов.

В заключение можно сказать, что рынок ГИС постоянно растет и развивается, и в период экономического подъема, и в период кризиса. Данная технология позволяет улучшать производственный процесс, при принятии решения, повышает эффективность и расширяет взаимодействия внутри и между организациями.

Библиографические ссылки

1. Сергеев В. И., Григорьев М. Н., Уваров С. А. *Логистика. Информационные технологии*. М. : Альта-пресс, 2008 (дата обращения: 14.12.2012).

2. *Информационные технологии в управлении / под ред. Ю. М. Черкасова*. М. : Инфра-М, 2007 (дата обращения: 14.12.2012).

3. Гаджинский А. М. *Логистика : учебник*. 19-е изд. М. : Дашков и К, 2010 (Дата обращения: 14.12.2012).

4. Светличный А. А., Андерсон В. Н., Плотницкий С. В. *Географические информационные системы: технология и приложения*. Одесса, 2007 (дата обращения: 15.12.2012).

© Плотко К. О., 2013

УДК 004

Е. А. Расторгуева

Научный руководитель – Т. Г. Долгова

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МОБИЛЬНЫЙ БАНКИНГ

Сегодня рынок банковских услуг в России достаточно насыщен. Банки предлагают частным клиентам широкий спектр своих продуктов. Однако на повестке дня розничного банка всегда стоит вопрос о налаживании удобных и эффективных каналов предоставления своих услуг потребителям. Банкам требуются новые технологические решения, делающие банковские услуги понятнее, доступнее для широких слоев населения. Такими направлениями является использование дистанционной работы с клиентами – мобильный банкинг.

Сегодня, в условиях жесткой конкуренции, банкам необходимо не только пополнять ассортимент финансовых и информационных услуг, но и активно осваивать новые перспективные сервисы, позволяющие быстро и качественно предоставлять услуги, делать их максимально простыми и доступными для клиентов [4].

В отличие от Интернет-банкинга, дистанционное обслуживание с помощью мобильного телефона не требует выхода в Интернет, а только счет в банке и мобильный телефон. Управлять банковским счетом при помощи мобильного сервиса можно из любой точки мира, где действует сотовая связь стандарта GSM. Дистанционная работа с клиентами при помощи мобильного телефона позволяет банку значительно сократить издержки на обслуживание клиентов. Чем меньше клиентов придет непосредственно в

офис, тем дешевле это обойдется кредитной организации. Самым «дистанционным» и «мобильным» банкам не нужны большие операционные залы, множество сотрудников и т. д. Обслуживание клиентов посредством электронных и мобильных сервисов обходится банкам значительно дешевле привычных телефонных центров. Кроме того, мобильные сервисы позволяют увеличивать оборот безналичных платежей, остатки на счетах клиентов, а также получать дополнительную прибыль от абонентской платы, комиссий с торговых точек и операций клиентов [3].

SMS-банкинг представляет собой управление средствами на банковском счете посредством отправляемых на специальный номер банка SMS-сообщений, составленных с помощью типовых шаблонов.

Для обеспечения информационной безопасности система запрашивает у пользователя его ID в системе, постоянный пароль и переменный код. Услуги SMS-банкинга оказываются клиентам, зарегистрировавшим свой номер сотового телефона при личном обращении в банк [1].

Так же одним из видов мобильного банкинга является **Java-банкинг**.

Java-приложение – более «продвинутое» вид мобильного банкинга, работающий на большинстве современных телефонов и представляющий собой написанное на языке Java приложение, устанавливаемое на мобильный телефон.

Решение проблем взаимодействия банка с клиентами через мобильные телефоны потребовало разработки соответствующих приложений – различных Java-апплетов, приложений под Windows Mobile и др. Они представляют собой набор функций, представленных прямо на экране мобильного телефона (их не надо долго искать и выводить на экран).

Программное обеспечение вначале создавалось информационными службами самих банков, затем появились «коробочные версии» программного обеспечения и мобильный банкинг стал составной частью автоматизированной банковской информационной системы.

С помощью мобильного банкинга возможно осуществление двух основных типов операций – *получение и передача информации и проведение платежей* [5].

Проблема безопасности. Одной из главных возможных проблем при использовании мобильного банкинга считается рост случаев мошенничества.

Хотя системы мобильного банкинга можно реализовать с очень надежными средствами защиты, чрезвычайно устойчивыми к действиям мошенников, все

упирается в удобство их эксплуатации для «среднего» пользователя. Ведь далеко не все захотят изучать длинные инструкции и проходить многоуровневые процедуры идентификации, занимающие иногда больше времени, чем дорога в ближайшее банковское отделение.

Подводя итоги можно сделать вывод, что на сегодняшний день мобильный банкинг является одним из наиболее развивающихся направлений дистанционного банковского обслуживания. При этом особенно перспективным выглядит такой сервис, как дистанционное управление банковскими счетами с помощью мобильного телефона. В связи с динамичным развитием аппаратной и программной части мобильной связи банкам следует постоянно проводить мониторинг этой области и внедрять инновационные решения [2].

Библиографические ссылки

1. Дистанционное банковское обслуживание. Итоги десятилетия. URL: <http://www.infobank.by/2072/Default.aspx> (дата обращения: 18.12.2012).
2. Мобильный банкинг : статья. URL: <http://bankir.ru/publikacii/s/mobilnyi-banking-10000394/> (дата обращения: 18.12.2012).
3. Институт экономики и права Ивана Кушнера. URL: <http://be5.biz/index.htm> (дата обращения: 18.12.2012).
4. Матусевич Р. Мобильный банкинг – эффективное решение для розничного бизнеса // Банки и инновации.
5. Мобильный банкинг : статья. Сайт Альфа Банк. <http://www.alfabank.ru/press/monitoring/2011/8/31/2.html> (дата обращения: 18.12.2012).

© Расторгуева Е. А., 2013

УДК 004.43

О. С. Рябоконе

Научный руководитель – В. В. Кукарцев

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

НОВЫЙ ЯЗЫК СТРУКТУРНОГО ВЕБ-ПРОГРАММИРОВАНИЯ DART

Рассмотрен язык веб-программирования Dart, его преимущества по отношению к существующим, новшества, проблемы, которые решаются с помощью данного языка и перспективы его развития.

Google предложила Dart в конце 2011 года в качестве языка для веб-разработки, лишенного недостатков JavaScript, которые связаны, в частности, с неудобством структурирования программ, когда их размеры выходят за рамки несложных веб-приложений. Основной целью данной инициативы является создание максимально удобной среды программирования, специально предназначенной для разработки веб-контента. При всей своей простоте для написания маленьких скриптов, с помощью Dart можно будет создавать и сложные модульные веб-приложения, использовать библиотеки, дебаггеры, редакторы кода и другой инструментарий.

Новый проект Dart имеет перед собой три основные цели. Первой целью является создание гибкого, но полностью структурированного языка, удобного для разработчиков. Второй целью является создание естественной среды, условий, которые покажутся программистам простыми и естественными. Третьей является обеспечение высокой производительности при исполнении приложений на Dart, при этом могут быть задействованы любые современные среды и браузеры. Dart сможет использоваться для проектов различного масштаба: и для маленьких ресурсов с ограниченной аудиторией, и для крупных порталов класса Gmail и Google Docs.

Новые функции языка будут добавляться по ходу его развития. Код Dart может исполняться в двух видах. Во-первых, это виртуальная машина, которая запускается в среде JavaScript и создает для Dart безопасную среду. Во-вторых, это компилятор, который переводит код Dart в JavaScript. И, конечно, присутствуют все стандартные инструменты вроде проверки написания, компиляции и запуска кода Dart [2].

Использовать Dart можно разными способами:

1. Трансляция в JavaScript, что поддерживается некоторыми современными браузерами (Chrome, Safari 5+, Firefox 4+);

2. Исполнение кода напрямую в виртуальной машине на серверной стороне;

3. Использовать встроенный редактор Dartboard для написания, редактирования и исполнения простых скриптов в окне браузера [3].

Преимущества языка Dart :

1. Классы и интерфейсы, которые обеспечивают простой и понятный механизм для четко определённых API. Эти конструкции также обеспечивают инкапсуляцию и повторное использование методов и данных;

2. Дополнительные типы (optional types), благодаря которым можно переходить от самых простых приложений к сложным модульным системам, а также использовать дебаггеры для проверки типов;

3. Инструментарий. Планируется создать множество дополнительных программ в помощь разработчику [3].

Новшеством языка будет необязательное указание типов, использовать или нет статические типы, решает разработчик. Указание типов позволит упростить отладку и выявление ошибок, сделает код более ясным и читаемым, упростит его доработку и анализ сторонними разработчиками. Набор готовых инструментов для поддержки разработки на языке Dart будет включать реализацию средств динамической разработки и отладки с исправлением кода на лету («edit-and-continue»). Также будет реализована возможность создавать однородные системы, охватывающие как клиентскую, так и серверную часть. Использование одного языка и инструментария для клиентских и серверных компонентов упростит процесс кодирования и избавляет от постоянной смены контекста.

Проблемы web-разработки, которые решены в Dart:

1. Небольшие скрипты, часто используемые в больших web-приложениях в неструктурированном виде, трудно поддерживать и отлаживать. Монолит-

ные приложения проблематично разбить на части и поручить разработку каждой из частей отдельной команде программистов. Чем больше становится web-приложение, тем труднее его развивать и поддерживать;

2. Скриптовые языки популярны в основном в силу своей легкости в написании и возможности очень быстро создать работающий код. Ценой такого подхода является проблема с восприятием логики работы по структуре самого кода, что требует написания комментариев для некоторых вещей, очевидных в строго типизированных языках. В итоге, сторонним разработчикам трудно разобраться с чужим кодом, обеспечить его поддержку и доработку;

3. Для существующих языков разработчик вынужден выбирать либо языки со статической типизацией, либо с динамической. Традиционные языки со статической типизацией требуют использования тяжелого инструментария и жесткого соблюдения стиля кодирования, из-за чего программист может чувствовать себя слишком ограниченным, а язык ощущаться как лишенный гибкости.

Создание и переход на новый язык программирования - это сложная и масштабная задача, потому что обучение многих программистов и создание справочников требует немало времени. Программисты Google считают, что Dart заинтересуются программисты, которые работают с такими языками программирования как JavaScript, Java и C#.

Предполагается, что поддержка Dart будет встроена во все браузеры как основной клиентский язык (вместо Javascript). Он будет использоваться на серверах фронтэнда, а также в кросс-компиляторах [1].

Библиографические ссылки

1. *Появились подробности о Google Dart.* URL: http://wargot.com/web_development/google_dart/podrobnosti_o_google_dart_or_google_dash.
2. *Google Dart: альтернатива JavaScript?* URL: <http://ldpr.su/page/google-dart>.
3. *Официальная презентация языка Google Dart.* URL: <http://www.kv.by/content/ofitsialnaya-prezentatsiya-yazyka-google-dart>
4. *Представлен первый релиз языка Dart, развиваемого компанией Google.* URL: <http://unix.uz/news/471-predstavlen-pervyy-reviz-yazyka-dart-razvivaemogo-kompaniey-google.html>.

© Рябоконе О. С., 2013

А. С. Титов
Научный руководитель – Т. Г. Долгова
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПРИКЛАДНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Сфера применения нейронных сетей очень обширна, в том числе в экономике. Разумеется у них есть свои особенности использования, плюсы и минусы. Так же существует множество пакетных решений с использованием нейронных сетей, созданных для коммерческой реализации.

Нейросетевые прикладные пакеты, разрабатываемые рядом компаний, позволяют пользователям работать с разными видами нейронных сетей и с различными способами их обучения. Они могут быть как специализированными (например, для предсказания курса акций), так и достаточно универсальными.

Нейронную сеть можно применять в ситуации, когда имеется определенная известная информация, и вы хотите, из нее получить некоторую пока не известную информацию. К типовым задачам решаемыми нейронными сетями можно отнести [1]:

- прогнозирование;
- принятие решений;
- управление;
- кодирование и декодирование;
- классификация;
- предсказание;
- аппроксимация функций (научный метод, состоящий в замене одних объектов другими, в том или ином смысле близкими к исходным, но более простыми);
- другие задачи.

Нейронные сети являются одним из самых последних научных подходов к изучению поведения рынка. Идея нейросетей заключается в моделировании поведения различных процессов на основе исторической информации.

Достоинством нейрокомпьютинга является единый принцип обучения нейросетей – минимизация эмпирической ошибки. Далее сеть начинает постепенно модифицировать свою конфигурацию. В итоге, в процессе обучения сеть все лучше справляется с возложенной на нее задачей [2].

В экономической сфере нейросети применяются для решения при помощи нейрокомпьютеров следующих задач:

- прогнозирование временных рядов на основе нейросетевых методов обработки (валютный курс, спрос и котировки акций и др.);
- страховая деятельность банков;
- прогнозирование банкротств на основе нейросетевой системы;
- определение курсов облигаций и акций предприятий с целью вложения средств в эти предприятия;
- применение нейронных сетей к задачам биржевой деятельности;

– прогнозирование экономической эффективности финансирования экономических и инновационных проектов.

Имея такой продукт, вы его устанавливаете, затем обучаете и запускаете. Сами пакеты обновляются по несколько раз в год, поэтому все они достаточно современные.

В частности имеется пакет «Statistica Neural Networks». Заметным преимуществом данного пакета является то, что в него естественно встроен огромный арсенал методов статистического анализа и визуализации данных, который представлен в системе «Statistica».

«Neuroshell DayTrader» - самая известная программа для создания нейронных сетей для анализа рынка. Помимо нейронных сетей, содержит и классические инструменты и индикаторы технического анализа. Понимает формат Metastock.

«Excel Neural Package» - российская программа для создания нейросетей и анализа их в «Microsoft Excel».[3]

Однако стоит подчеркнуть, что применение нейросети возможно только в том случае, если существует возможность обучить ее, то есть имеется набор данных, включающий входные параметры и правильный ответ.

Подводя итог, можно заключить, что нейронные сети имеют огромный потенциал к практическому применению, хотя и, пока что, мало реализованный. В силу сложности разработки и дороговизны, нейронные сети пока что применяются в исключительных целях, а не повсеместно.

Библиографические ссылки

1. Круг П. Г. *Нейронные сети и нейрокомпьютеры*. М. : Изд-во МЭИ, 2002. 176 с.
2. *Нейронные сети: на пороге будущего*. URL: <http://www.compress.ru/Article.aspx?id=9663> (дата обращения: 16.12.2012).
3. *Нейронные сети – современный искусственный интеллект, его применение в экономике* : URL: <http://www.be5.biz/ekonomika1/r2010/00895.htm> (дата обращения: 9.12.2012).

© Титов А. С., 2013

Е. С. Фомкина
Научный руководитель – В. В. Кукарцев
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ВИЗУАЛЬНЫЙ ЯЗЫК ПРОГРАММИРОВАНИЯ GOOGLE BLOCKLY

Рассмотрен новый язык программирования имеющий ряд преимуществ относительно существующих и может быть использован как начинающими, так и продвинутыми программистами.

Компания Google выпустила новый визуальный язык программирования Google Blockly, который позволяет создавать программы без ввода каких-либо символов или текста, манипулируя только набором типовых логических блоков.

Разработка программ осуществляется из широкого набора типовых лево-блоков, логическая композиция и соединение которых позволяет реализовать заданную алгоритмическую функциональность программы [2].

Google Blockly – это открытый OpenSource-проект, который выпущен под лицензией Apache License 2.0 [5].

В данном языке имеет два принципиальных момента, отличающих его от множества других VPL-языков.

Во-первых, это сильный акцент на визуальной составляющей разработки; по аналогии с высокоуровневыми языками предложено называть подобный тип языков «сильно-визуальными». Такой подход востребован для новых сенсорных устройств, где ввод традиционного текста затруднен.

Во-вторых принципиальный момент в нем – это возможность компиляции на более традиционный язык программирования на выбор, что создает условия для реализации самых разных подходов по дальнейшему программированию.

Отдельные части программы могут быстро создаваться на Google Blockly, затем после компиляции, например в Python, исходный код такой программы может быть доработан уже на Python, или даже вставлен в уже готовый проект в целях его расширения.

Логику программы можно перевести в JavaScript, Dart, Python, XML [1].

Разработка программы осуществляется непосредственно в браузере, в процессе работы ее промежуточные результаты сохраняются и вновь загружаются в формате XML, JavaScript, Python [3].

Google Blockly является преемником App Inventor и поддерживает не только обычные циклы и ветвления, но и рекурсию [2].

На данный момент имеется временное ограничение языка- он не предназначен для создания больших приложений.

Область применения Google Blockly – небольшие сервисные скрипты, содержащие сложную логику и многократно вложенные логические и циклические конструкции.

Цель разработчиков этого языка состоит в попытке подняться на еще более высокий уровень абстракции, чтобы лишить программирование кастовости и закрытости, сделать его более естественным и доступным для как можно широкого круга лиц.

Google Blockly имеет уникальные функции для программ своего рода- возможность экспорта своих блоков в виде реального кода, то есть написания в Google Blockly настоящих программ [1].

Google Blockly может быть полезен не только для начинающих, но и для продвинутых программистов для написания макетов и мини-программ в незнакомом интерфейсе программирования или на непонятном языке [4].

В планах у разработчиков реализовать: элементы отладки, поддержку мобильных устройств, работу с курсором для лучшего удобства работы, генерация кода для устройств на базе Arduino.

Произойдет добавление элементов событийно-ориентированного программирования - вызов обработчиков при возникновении определенных ситуаций.

Планируется существенно улучшить документацию, одновременно добавив множество новых блоков. Также планируется над логическими блоками обеспечить набор стандартных операций: drag & drop, cut и paste [2].

В настоящее время данный визуальный язык программирования может быть востребован начинающими программистами. Интерфейс и логика очень понятны и при работе с этим языком будет возникать меньше вопросов, чем при работе с другими языками программирования. В будущем, после проведения всех планируемых добавлений Google Blockly может стать востребованным у продвинутых программистов.

Библиографические ссылки

1. OpenNET. URL: <http://www.opennet.ru/opennews/art.shtml?num=34087>.
2. Эксклюзивные ИТ-новости, обзоры и интервью. URL: <http://bloggerator.ru/page/sovremennoe-vizualnoe-programmirovanie-google-blockly-vpl>.
3. Caïm Blockly. URL: <https://code.google.com/p/blockly/>.
4. CYBERSTYLE. URL: <http://www.cyberstyle.ru/newslines/13775-google-blockly-programmirovanie.html>.
5. Википедия. URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/App_Inventor.

УДК 330.43

Т. В. Худяева
 Научный руководитель – С. И. Сенашов
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ПОСТУПЛЕНИЯ НАЛОГОВ И СБОРОВ ПО УФНС РОССИИ ПО КРАСНОЯРСКОМУ КРАЮ

Рассматриваются поступления в консолидированный бюджет РФ (без ЕСН, зачисляемого в федеральный бюджет) с территории Красноярского края за период с января 2010 г. по август 2012 г. Построено уравнение описывающее поступление налогов в зависимости от номера месяца.

Структура доходов консолидированного бюджета РФ по УФНС России представлена следующим образом, она состоит из поступлений налогов на прибыль, платежей за пользование природными ресурсами и платежей по налогу на имущество, налоги на доходы физических лиц, поступлений по акцизам и по налогу на добавленную стоимость, прочие налоги. По истечению налогового периода УФНС России подводит анализ данных с предшествующим отчетным годом. Для анализа данных с помощью математических и статистических методов и моделей необходимо сгруппировать данные за исследуемый период (с января 2010 г. по август 2012 г.) с нарастающей тенденцией.

Проведен анализ данных за исследуемый период и представлена тенденция нарастающих данных за весь период. Рассмотрим основные статистические показатели для данной выборки поступления налогов и сборов с территории Красноярского края [1].

Среднее значение количества поступления налогов и сборов на территории Красноярского края составляет 1795 млн руб.

Медиана равна 1229 млн руб. Поскольку медиана меньше среднего значения, следовательно, большая часть данных меньше среднего значения.

Дисперсия характеризует разброс данных относительно среднего. Дисперсия для данной выборки равна 3212792305. Коэффициент вариации характеризует однородность данных. Здесь коэффициент вариации равен 99.82 %. Так как коэффициент вариации больше чем 33 % то это означает, что данные не однородны.

Экссесс является показателем отражающим остроту вершины. Экссесс равен 2,54. Так как экссесс положительный, то распределение плосковершинное, а

это значит, что имеется достаточно большой разброс в данных относительно среднего.

Линия тренда имеет экспоненциальную зависимость по времени. По методу наименьших квадратов уравнение линии тренда имеет вид:

$$y_t = 2 \cdot 10^8 \cdot e^{0,112t}$$

где y_t – поступления налог в бюджет РФ по УФНС по Красноярскому краю; t – номер месяца.

Произведенные расчеты позволили выявить, что более 96 % данных описывается уравнением регрессии.

Анализируем автокорреляцию остатков. С коэффициентом корреляции равны 0,9 (Столбец остатков e_t коррелирует со столбцами $e_{t-19}, e_{t-20}, e_{t-21}$), что указывает на высокую степень зависимость остатков.

Строим авторегрессию остатков по этим столбцам. Построенное уравнение авторегрессии показало, что первый столбец зависит только от 21 столбца.

Окончательно получаем уравнение:

$$y_t = 2 \cdot 10^8 \cdot e^{0,112t} + 0,213e_{t-20},$$

которое можно использовать для прогнозирования поступления налогов в бюджет РФ по Красноярскому краю.

Библиографическая ссылка

1. Информация об итогах работы по сбору налогов и других обязательных платежей по Управлению ФНС России по Красноярскому краю. URL: <http://www.r24.nalog.ru/statistic/pn24/1.html>.

© Худяева Т. В., 2013

УДК 330.43

А. В. Шарапова
 Научный руководитель – Е. В. Филюшина
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ПЛАТЕЖЕЙ ЗА ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНЫЕ УСЛУГИ В 2011 ГОДУ

Проведен анализ динамики платежей за жилищно-коммунальные услуги в ТСЖ за период с 01.01.2011 по 31.12.2011 г., в ходе которого была выявлена тенденция к увеличению платежей за жилищно-коммунальные услуги к концу года, и последующее их сокращение в первые месяцы следующего года.

Для анализа взяты данные о ежедневном количестве осуществляемых платежей в одном из ТСЖ г. Красноярск за 2011 г. В ходе работы были рассмотрены основные статистические показатели для данной выборки.

В среднем количество осуществляемых платежей в день за исследуемый период приблизительно равно 8, при этом минимальное количество составило 1, а максимальное – 20. Медианное значение равно 7, это свидетельствует о том, что преобладает количество осуществляемых платежей, меньшее среднего значения.

Мода данной выборки равна 6, это означает, что чаще всего в день осуществляется 6 платежей за жилищно-коммунальные услуги.

Стандартное отклонение приблизительно равно 4, т. е. разброс вокруг среднего значения составил 4. Коэффициент вариации равен 51,62 %, что говорит о неоднородности данных, так как значение больше 33 %.

Коэффициент асимметрии положительный. Это подтверждается графически, так как более пологий «спуск» полигона вариационного ряда наблюдается справа. Т. е. имеет место правосторонняя асимметрия.

Экссесс также положителен, это говорит о том, что полигон вариационного ряда более крутой по сравнению с нормальной кривой.

При построении и сравнении пяти различных линий тренда (экспоненциальной, полиномиальной, линейной, логарифмической и степенной) было выявлено, что наиболее ближе к вариационному ряду подходит полиномиальная линия тренда второй степени, так как в данном случае коэффициент детерминации (R^2) наибольший и равен 0,0303.

Далее анализировалась стационарность данных временного ряда.

Для этого использовался двухвыборочный F -тест для дисперсии, который показал, что $F > F_{\text{крит}}$, таким образом, гипотезу о равенстве двух дисперсий генеральной совокупности можно отклонить.

Двухвыборочный t -тест для средних показал, что t -статистика $> t_{\text{крит}}$ (двухстороннее). Однако вероят-

ность того, что t может принять значение 2,26 или больше мала (2,5 %), следовательно, гипотезу о равенстве средних можно отвергнуть.

Результаты тестов позволяют сделать вывод о не стационарности временного ряда. Поэтому следует сделать его стационарным по линии тренда с линейной зависимостью по времени. Уравнение линейного тренда по методу наименьших квадратов имеет вид:

$$\hat{y}_t = 6,53 + 0,006 \cdot t, \quad (1)$$

где \hat{y}_t – количество осуществляемых платежей; t – номер дня.

Значение коэффициента детерминации (R -квадрат) 0,03 показывает, что лишь 3 % общей вариации \hat{y}_t объясняется вариацией t . Это означает, что количество осуществляемых платежей не зависит от их количества в предыдущем дне.

По критерию Стьюдента, в данном уравнении свободный член значимым, поскольку P -значение (2,15E-43) меньше 0,05, а t -статистика (15,9) попадает в критический интервал $(-\infty; -1,97) \cup (1,97; +\infty)$, поэтому его следует исключить из уравнения. Коэффициент регрессии 0,006 является значимым и показывает предельное изменение зависимого параметра \hat{y} при изменении объясняющей переменной t на 1.

Таким образом, уравнение тренда остается таким же (1).

Проверка остатков выявила наличие гетероскедастичности, так как дисперсия остатков растет по мере увеличения t .

Был проведен анализ остатков на наличие автокорреляции. Для этого была построена матрица автокорреляции, которая показала, что автокорреляция первого порядка отсутствует, т. е. нет коэффициентов больше 0,3.

В целом, наблюдается тенденция к увеличению платежей за жилищно-коммунальные услуги к концу года, и последующее их сокращение в первые месяцы следующего года.

© Шарапова А. В., 2013

УДК 004.9

В. А. Шорохова

Научный руководитель – А. П. Багаева

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИНТЕГРАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Рассматриваются информационные технологии используемые в государственном управлении. Дается понятие электронного правительства, основы формирования и его особенности.

Современные системы государственного управления представляют собой комплекс, развитие которого происходит в условиях постоянного возрастания степени наукоемкости информационной инфраструктуры.

В процессе становления информационного общества осуществляется формирование и развитие информационной экономики, создается ряд относительно самостоятельных рыночных структур. В их числе рынок знаний (РЗ) как часть рыночной системы, опе-

рирующей со спросом и предложением на такие виды продуктов как данные, информация, знания.

Рынок знаний – это форма взаимодействия совокупности субъектов хозяйственной деятельности и специфика социально-экономических отношений.

Электронное правительство – в самом полном смысле этого слова, – это та инфраструктура, которую сегодня создают государственные органы, чтобы изменить способы выполнения своих задач.

Основой работы электронного правительства является создание внутренней правительственной сети, объединяющей все органы государственной власти на территории страны, а также их отделения за рубежом. Следующим шагом после создания информационной правительственной сети является формирование в рамках этой сети единой правительственной базы данных, где аккумулируется вся правительственная информация, включая базу данных о гражданах и организациях, функционирующих на территории страны.

Основные задачи электронного правительства: оказание услуг для граждан и организаций, построение информационно-аналитических систем для повышения эффективности государственного управления, мониторинг социально-экономического развития, управление ходом выполнения приоритетных национальных задач.

Особое место в концепции электронного правительства занимает возможность прямого обращения ко всем государственным чиновникам через Internet. Для этого существует несколько основных способов. Наиболее распространенные из них – это либо предоставление публичного адреса электронной почты, либо создание на сайте ведомства специальной формы для отправки сообщения в государственное учреждение. Посредством подобной формы или по электронной почте любой гражданин может написать пожелания и замечания по деятельности конкретного ведомства, а также задать интересующие его вопросы. При этом предполагается, что ответ будет дан либо по электронной почте, либо выложен на ведомственном сайте в специальной рубрике.

Концепция электронного правительства была утверждена 6 мая 2008 года Правительством России.

Согласно этой концепции «электронное правительство» будет создаваться в два этапа: 1) 2008 год – разработка и утверждение необходимых документов; 2) 2009–2010 годы – практическое внедрение.

Проекты в области электронного правительства, которые осуществляются правительствами разных стран, предусматривают следующие типы стандартов: стандарты данных, стандарты межведомственного обмена информацией, стандарты метаданных (и поиска информации), стандарты безопасности.

Список стран, разработавших и продолжающих работу над стандартами данных и межведомственного взаимодействия, достаточно обширен, и практически все они имеют в своей архитектуре аналог правительственного шлюза: Великобритания: правительственный шлюз, правительственный интранет и стандарт e-GIF; Дания: инфраструктура Infostructurebase; Швеция: Government Elink (GeL); Австралия: FedLink – правительственный шлюз и защищенный правительственный интранет; Гонконг: Government System Architecture (GSA) и Electronic Service Delivery (ESD) Scheme; США: Федеральная корпоративная архитектура информационных технологий государственных организаций.

Новые технологии вынуждают Правительство быть особенно внимательным к такой категории, как время. В связи с этим, было создано электронное правительство, которое определяет новый способ взаимодействия на основе активного использования информационно-коммуникационных технологий в целях повышения эффективности предоставления государственных услуг.

Возможно, в будущем электронное правительство «одного окна» станет еще более эффективно, чем сегодня. Эта тенденция будет являться следствием развития социальных сетей web 2.0. Данные технологии существенно расширяют возможности политической коммуникации и позволяют достичь новых форм интеграции между правительством, бизнесом и гражданами.

©· Шорохова В. А., 2013

УДК 004.8

М. С. Яковлева

Научный руководитель – Т. Г. Долгова

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА ФОНДОВОЙ БИРЖЕ

Рассматриваются плюсы и минусы применения искусственного интеллекта на фондовой бирже, его влияние на фондовый рынок в целом.

Применение электронных технологий является одной из характерных особенностей развития современного российского фондового рынка: они обеспечивают высокую динамику операций, существенно

ускоряют расчеты, расширяют круг участников и уменьшают риски.

Фондовая биржа – это организованный, регулярно функционирующий рынок ценных бумаг. Фондовые

биржи призваны: мобилизовать временно свободные денежные средства предприятий и населения посредством продажи им ценных бумаг, способствовать перемещению денежного капитала между разными экономическими субъектами [1].

Искусственный интеллект – это раздел информатики, включающий разработку методов моделирования и воспроизведения с помощью ЭВМ отдельных функций творческой деятельности человека, решение проблемы представления знаний в ЭВМ и построение баз знаний, создание экспертных систем, разработку, так называемых, интеллектуальных роботов [2].

История использования искусственного интеллекта в работе с инвестиционными проектами началась в 1970-х годах в Америке. В наше время с развитием мощностей компьютеров развивается и сфера их использования: теперь часто машины совершенно самостоятельно принимают те или иные инвестиционные решения во многих управляющих компаниях.

Нейронная сеть, на технологии которой основана работа робота-сотрудника управляющей компании, развивается на реально полученных ранее исторических данных о работе фондового рынка и об уже осуществленных инвестиционных проектах. Каждая ситуация с портфельными инвестициями математически представляет собой обычный набор переменных, и именно так робот воспринимает те или иные события и цифры. Перебирая в своей памяти похожие события, он находит ту модель поведения, которая максимально соответствует «правильному курсу» и реализовывает ее. Таким образом, инвестиционные решения, принимаемые машиной, складываются из анализа реальных данных и опыта предшественников. Робот способен обработать абсолютно все индикаторы рынка, информация о которых поступила в систему, при этом он может найти взаимосвязи между событиями, которые человек даже при очень богатой фантазии связать никак не может.

Недостатков у искусственного интеллекта на фондовой бирже практически не существует: он формирует оптимальный на данный момент портфель, который приносит максимальную выгоду. Человеческий фактор в управлении инвестициями при этом исключается, доходы повышаются.

Единственный недостаток машины – она не может догадываться, интуитивно принимая то или иное нелогичное, но удачное решение. Это прерогатива человека. При этом человек рискует, а машина стремится минимизировать риски [3].

Многие эксперты абсолютно уверены, что скоро «человеческая торговля» сойдет на нет, потому что уже сейчас скорость совершения сделок перестает быть доступной человеческому разуму, не говоря уж о руках. Это вполне может случиться, чему подтвер-

ждение – действия некоторых бирж, которые не только вводят сертификацию роботов и вводят плату за превышение лимита транзакций, но и создают специальные инструменты: на бирже ММВБ за 2011 г. доля роботов в общем числе заявок на фондовом рынке биржи превысила 55 %, а Российская площадка РТС уже ввела сертификацию, и также предусмотрела повышенные комиссии для активных роботов.

Но в среде российских профессиональных участников рынка нередко встречается скептическое отношение к автоматической торговле. Как правило, трейдеров смущают три вещи:

1. Человек не в состоянии постоянно контролировать правильность данных, которые выдает механическая торговая система или биржевой робот;
2. При сбое в системе, программа может долгое время генерировать некорректные сигналы на совершение сделок, что приведет к убыткам;
3. Многие игроки считают, что интернет-трейдинг должен сочетать в себе системный подход и личную интуицию, то есть субъективную оценку.

Общенировая тенденция позволяет говорить о том, что торговых роботов на фондовых площадках будет становиться все больше. При этом не исключено, что долгосрочная торговля уступит место краткосрочной, в рамках которой позиции будут открываться даже не на секунды, а на миллисекунды. Не стоит опасаться, что фондовые биржи превратятся в большие залы с компьютерами без людей, – роботы эффективны только при торговле высоколиквидными бумагами, но беспомощны на рынках с небольшим оборотом средств, ведь за любой «программой-роботом» стоит все-таки человек [4].

Библиографические ссылки

1. *Бизнес-словарь // Электронное периодическое издание «Ведомости». URL: http://www.vedomosti.ru/glossary/econ_dict/ Фондовая биржа (дата обращения: 17.12.2012).*
2. *Искусственный интеллект // Большой Энциклопедический словарь. URL: <http://www.slovoedia.com/2/200/228780.html> (дата обращения: 17.12.2012).*
3. *Искусственный интеллект управляет инвестициями // Журнал «ИнвестЛига». URL: <http://www.investliga.ru/stati/investitsii/iskusstvennyj-intellekt-upravlyaet-investitsiyami.html> (дата обращения: 26.11.2012).*
4. *Роботы атакуют биржу: строгий расчет против человеческого фактора // Газета «Виртономика». URL: <http://virtonomica.ru/newspaper/93/roboty-atakuyut-birzhi-strogij-raschet-protiv-chelovecheskogo-faktora.html> (дата обращения: 02.12.2012).*

**СООБЩЕНИЯ
ШКОЛЬНИКОВ**

УДК 002

И. В. Анисимов, В. В. Ульянов, А. А. Сиротинин
 Научные руководители – В. А. Долгошеев, В. В. Филиппов
 МБОУ Лицей № 2, Красноярск

ТРЕХМЕРНАЯ СРЕДА ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ХИМИЧЕСКИХ И ФИЗИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ

Цель данного проекта заключается в разработке программного обеспечения, функцией которой является помощь в исследовании химических и физических явлений, благодаря использованию программной среды, основанной на трехмерных электронных таблицах.

Проблемы. На данный момент существуют специализированные программы для 3d-моделирования физических и химических явлений, но они являются узкоспециализированными и ресурсозатратными, как в вычислительных мощностях, так и в уровне знаний исследуемой области. При этом присутствует большое количество трехмерных движков, которые располагают только визуальной частью, без возможности точных вычислений. Таким образом, в данный момент отсутствуют доступные не ресурсоемкие программные среды для моделирования физических и химических процессов [1–3].

Достигнутый уровень процесса исследования. В программе реализованы основные функции стандартных электронных таблиц, создание трехмерных таблиц с функцией расцветки ячеек, загрузка xml файлов с записанными таблицами и скриптом. В самой программе работает минимальный интерпретатор языка Basic, при помощи которого в дальнейшем будет проходить создание скриптов, макросов и других вспомогательных программ. На данном этапе программы реализованы несколько рабочих моделей физических явлений.

Область применения. В отличие от узкоспециализированных программ, созданных на основе научно-исследовательских институтов, или прочих профес-

сиональных учреждений, требующих больших вычислительных мощностей, высоких знаний в программировании и в сфере, в которой будут проводиться исследования, наша программа предназначена для домашних персональных компьютеров и для неспециалистов, которым не требуются точные расчеты. Программа помогает при использовании маломощного персонального компьютера смоделировать некоторые химические и физические явления такие как: распределение газообразных и жидких веществ в среде, температур и прочее. Трёхмерная среда помогает наглядно показать модели этих процессов.

Библиографические ссылки

1. Irrlicht Engine Documentation © 2003–2012 by Nikolaus Gebhardt. URL: <http://irrlicht.sourceforge.net/docu/>.
2. © cplusplus.com, 2000–2013. URL: <http://www.cplusplus.com/>.
3. wxDev-C++ – Guru Kathiresan, Tony Reina, Esteban Aguilar, Malcolm Nealon, Edward Toovey, Kin Ming, Nuklear Zelph. 2003–2013.

© Анисимов И. В., Ульянов В. В.,
Сиротинин А. А., 2013

УДК 531 (075.3)

П. В. Анпилогова, П. М. Ипатьева
 Научный руководитель – М. В. Сысолина
 Аэрокосмический лицей имени Ю. В. Кондратюка, Новосибирск

ВЯЗКОЕ ТРЕНИЕ И КОСМИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ

Исследование причин, от которых зависит торможение космических аппаратов в атмосфере Земли.

При движении твердого тела в жидкости или газе, возникает сила, тормозящая движение – это сила жидкого трения или сила сопротивления, которую называют вязким трением [1–3].

Искусственные спутники не вечно крутятся вокруг планеты. В конце концов, атмосфера Земли, как бы ни была она разрежена на большой высоте, тормозит их движение.

Линейная скорость спутника, движущегося по круговой орбите, иногда увеличивается из-за сопротивления воздуха. Спутник на орбите начинает двигаться с положительным ускорением, как будто сила сопротивления воздуха вдруг поменяла знак и начала

«толкать» спутник вперед. В работе исследуется момент, когда наступает такое необычное явление и причины его возникновения.

При запуске космического объекта необходимо учитывать трение воздуха. Когда тело движется в сплошной среде, сила трения увеличивается с ростом скорости – для тел, имеющих размеры, близкие к размерам человека. Когда приложенная сила только начинает разгонять тело, скорость мала и, следовательно, мала сила сопротивления воздуха. По мере разгона тела его скорость становится все больше и больше и это приводит к изменению сил вязкого трения. Эта зависимость была изучена на практических примерах

движения шарика в различных жидкостях. Зная, что при определенных условиях результирующая сила обращается в нуль, ускорение отсутствует, и скорость тела остается постоянной, что и пытались определить в работе.

У некоторых планет атмосфера очень плотная, например, у Венеры она плотнее атмосферы Земли в 90 раз, поэтому необходимо проводить тщательные расчеты, чтобы космические аппараты, такие как «Магеллан», не сгорели, а смогли работать на её орбите четыре года. А советские космические станции серии

«Венера» смогли совершить мягкую посадку на её поверхность и обогатить науку ценной информацией.

Библиографические ссылки

1. Соурц Кл. Э. Необыкновенная физика обыкновенных явлений. М. : Наука, 1986.
2. Уокер Дж. Физический фейерверк. М. : Мир, 1989.
3. Цветков В. Космос полная энциклопедия. М. : Эксмо, 2012.

© Анпилогова П. В., Ипатьева П. М., 2013

УДК 52(15)

В. В. Арзыев, Д. С. Ложников
 Научный руководитель – И. Г. Гудин
 Центр дополнительного образования детей «Аэрокосмическая школа», Красноярск

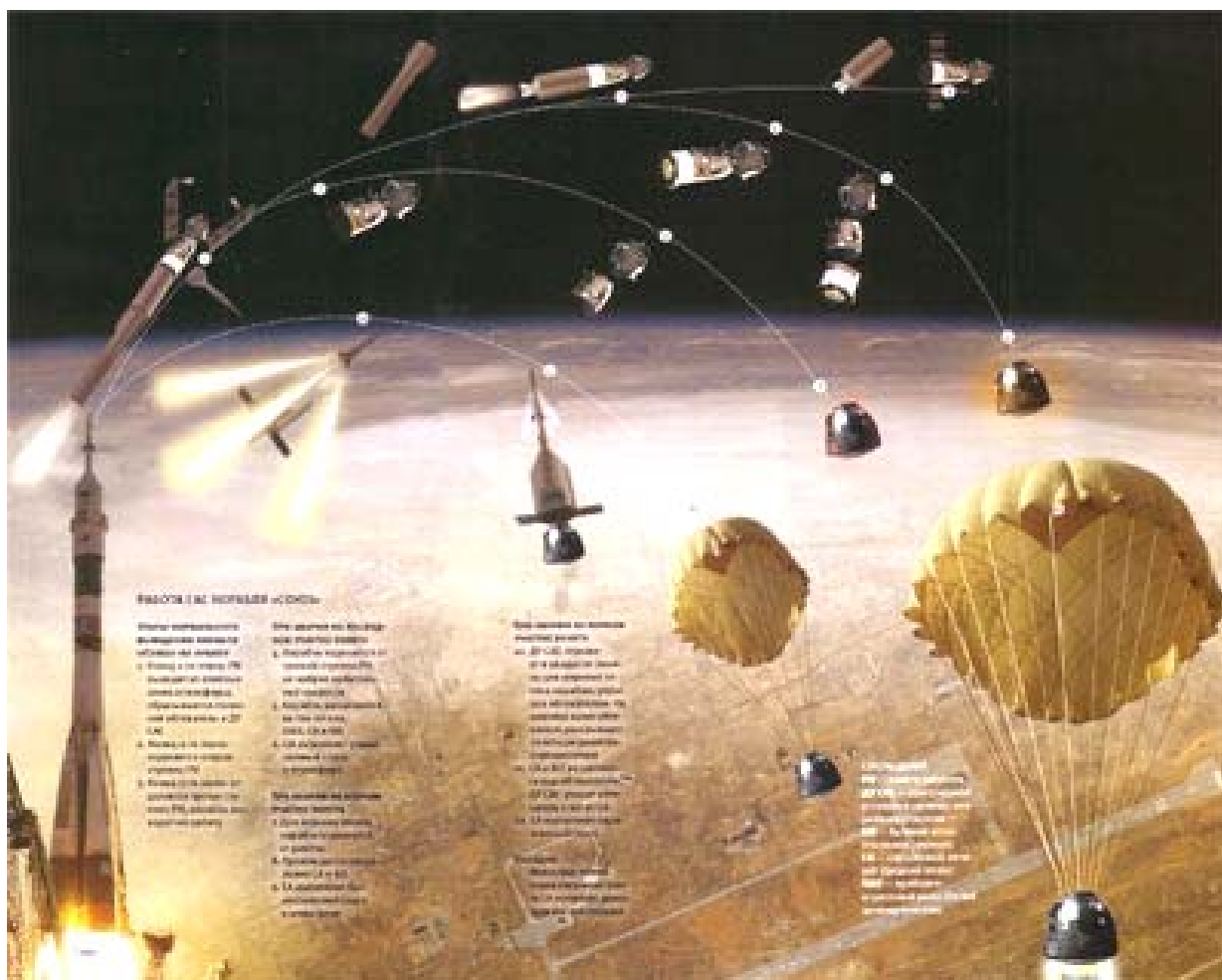
СИСТЕМА СПАСЕНИЯ

Предлагаются авторские методы отделения модуля от ракетносителя и приземления модуля.

Система аварийного спасения (САС) нужна для спасения экипажа при аварийной ситуации: возгорании ракетносителя, отклонении от заданного курса, при «неудачном старте» [1]. При штатном полете САС отделяется от ракетносителя после достижения безопасной высоты.

В настоящий момент САС выглядит в виде штанги, прикрепленной к обтекателю ракетносителя и отделяется от ракетносителя с помощью твердотопливных двигателей. САС может срабатывать как при «неудачном старте», так и в полете:

- при возгорании ракетносителя;



– отклонении от заданного курса.

Суть данного проекта состоит в предложении авторских методов отделения модуля от ракетносителя и приземления модуля.

При приземлении модуля будет использоваться, кроме купольного парашюта, роторный и крылья для приземления модуля, то есть приземление в виде «планера».

Для отделения модуля от ракетносителя будет использован двигатель, находящийся в самом модуле.

Этапы выполнения проекта:

1. Лабораторные испытания. Мы построим наглядный макет модуля Аполлон-11, а также ракету, и будем проводить испытания при отделении модуля от ракетносителя. Попутно мы будем проводить опыты с видами приземления модуля. Как мы уже говорили выше, мы будем использовать 3 варианта приземления:

- 1) купольный парашют;
- 2) роторный парашют;

3) «планер».

2. Стационарные испытания. После лабораторных испытаний, мы подготовим оптимальную, на наш взгляд, САС, которую мы испытаем на стартовой площадке, создавая аварийную ситуацию. Если наши испытания пройдут удачно, то мы поменяем систему приземления модуля на другую.

3. Испытания в полете. При удачном срабатывании САС при стационарных испытаниях, мы проведем опыт срабатывания САС в полете, создавая аварийную ситуацию с отклонением от траектории или возгорании ракетносителя.

Библиографическая ссылка

1. Феодосьев В. И., Синярев Г. Б. Введение в ракетную технику. М. : Гос. техн.-теоретич. изд-во, 1961, 509 с.

© Ложников Д. С., Арзыев В. В., 2013

УДК 002

О. Б. Асташев

Научный руководитель – Т. С. Дольникова
МБОУ Лицей № 28, Красноярск

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИДОВ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ РОБОТА NXT

Обычно, при программировании Lego-робота для участия в соревнованиях школьники либо пользуются методом проб, либо чаще всего, заранее строят трассу подобную той, что будет на соревнованиях, и прокатывают робота по этой трассе, одновременно записывая параметры движения в память робота.

В последнее десятилетие в нашей стране растет интерес к детскому техническому творчеству. Все больше школьников занимается робототехникой. В этой области регулярно проводятся соревнования, в которых неоднократно приходилось участвовать и автору. При этом, при подготовке к соревнованиям постоянно приходится сталкиваться со следующей проблемой: как запрограммировать робота так, чтобы он мог пройти заданную трассу.

Программирование робота осуществляется следующим образом. Программа для робота пишется на компьютере, в специальной программной оболочке, а затем, через USB-порт передается в память управляющего блока робота. Данный блок, исполняя программу, управляет работой исполнительных сервомоторов, которые, в свою очередь, приводят в движение в определенном порядке колеса, в результате чего робот и проходит заданную трассу.

Для программирования робота используют языки программирования NXTG и RobotC. Диск с NXTG входит в комплект поставки LEGO-робота. Как известно, основные способы задания функции – графический, аналитический, табличный и словесный. Для программирования робота можно использовать либо табличный способ (когда функция задается в виде таблицы), либо аналитический – с помощью математического выражения [1; 2].

В программе движения робота длина того или иного участка может быть описана опосредованно, через

число оборотов сервомотора (и связанного с ним колеса). Прямой участок траектории реализуется за счет того, что колеса робота с обоих бортов вращаются с одинаковой скоростью. Длина прямых участков обычно известна наперед (задана в положении о соревнованиях), и количество оборотов сервомоторов, потребных для их прохождения, вычисляется по формуле

$$n = \frac{S}{L} \quad (1)$$

где n – число оборотов; S – длина участка; L – длина окружности колеса, определяемая по формуле $L = \pi d$, где d – диаметр колеса. В нашем случае он составляет 56 мм, следовательно, $L = 175,8$ мм.

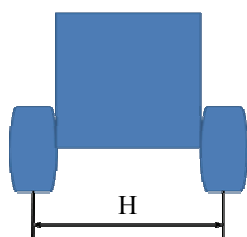
И выражение для определения количества оборотов, потребных для прохождения прямого участка приобретает вид

$$n = \frac{S \text{ мм}}{175,8 \text{ мм}} \quad (1')$$

Прохождение роботом сопряжения может быть выполнено либо за счет торможения колес одного борта, либо за счет вращения колес обоих бортов «в раздрай». Мы будем использовать способ «в раздрай», поскольку он позволяет получить наименьшие радиусы поворота. В этом случае, количество оборотов, необходимое для прохождения сопряжения вычисляется по формуле $n = \frac{S}{L}$, но S – длина дуги сопряжения, определяемая по известной формуле

$$S = \frac{2\pi R\alpha}{360}, \quad (2)$$

где α – центральный угол в градусах; R – радиус, определяемый в нашем случае, как $R = H/2$ (см. рисунок).



Когда мы программируем робота на NXTG, мы должны предварительно провести расчет количества оборотов сервомоторов для каждого участка траектории, и полученные результаты свести в таблицу вида:

Участок	1	2	3	...	i
Число оборотов	n_1	n_2	n_3	...	n_i

Таким образом, для языка программирования NXTG функция, описывающая траекторию движения робота, должна быть задана табличным способом.

В целом, движение робота в языке NXTG задается так называемым естественным способом, когда должны быть известны: а) траектория робота в выбранной системе отсчета; б) начало и положительная сторона отсчета; в) закон движения точки по данной траектории в виде уравнения $s = F(t)$ или графика (в нашем случае уравнение или график представляются в виде таблицы).

Для описания траектории движения робота используем метод координат. Для этого, зададим систе-

му координат с началом в точке старта. Ось OY будет направлена перпендикулярно к линии старта в направлении финиша, а ось OX будет совпадать с линией старта. Траектория движения робота будет задаваться в этом случае с помощью координат т.н. реперных точек, в которых происходит изменение направления движения робота.

Длина прямых участков будет определяться как $Y_{i+1} - Y_i$ и $X_{i+1} - X_i$ соответственно. В этом случае выражение (1') будет иметь вид

$$n = \frac{(Y_{i+1} - Y_i) \text{ мм}}{175,8 \text{ мм}} \quad \text{или} \quad n = \frac{(X_{i+1} - X_i) \text{ мм}}{175,8 \text{ мм}}$$

Таким образом траектория движения робота задается в виде массива координат реперных точек ($X; Y$). Направление поворота при выполнении сопряжений зависит от значения $(Y_{i+1} - Y_i)$ или $(X_{i+1} - X_i)$. Если $(Y_{i+1} - Y_i)$ или $(X_{i+1} - X_i) > 0$, то робот поворачивается против часовой стрелки, а если $(Y_{i+1} - Y_i)$ или $(X_{i+1} - X_i) < 0$, то – по часовой.

В процессе выполнения работы была создана модель, позволяющая описать трассу любой формы и задать параметры движения по ней, которая позволяет программировать LEGO-робота как на языке программирования NXTG, так и на RobotC.

Библиографические ссылки

1. Никитин Е. М. Теоретическая механика для техникумов. Главная редакция физико-математической литературы. М., 1988. 262 с.
2. Смогоржевский А. С. Метод координат. Государственное издательство технической литературы. М., 1952. 38 с.

© Асташев О. Б., 2013

УДК 621.798.1-034

Д. В. Бердечников
 Научный руководитель – А. Ш. Герюков
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск
 Аэрокосмический колледж, Красноярск

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ ШВОВ ГАЗОНЕФТЕПРОВОДОВ В УСЛОВИЯХ МАССОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Автоматизированный ультразвуковой контроль (АУЗК) является наиболее распространенным способом неразрушающего контроля в промышленном производстве изделий различного назначения (трубы, газонефтепроводы, корпусные обечайки прутки и т. п.). Повышение требований к качеству, увеличение скорости основных технологических операций при производстве изделий, необходимость повышения информативности и достоверности контроля обусловили повышение уровня автоматизации и визуализации УЗК. Эффективность АУЗК также во многом зависит от согласованности с технологическим процессом изготовления изделий.

Современные установки АУЗК представляют собой сложные комплексы систем – механических, акустических, пневматических, гидравлических, электронных, связанных общим программным обеспечением [1–3].

Современные требования к установкам АУЗК

1. Соответствие методики АУЗК требованиям ультразвукового (УЗ) контроля, изложенным в нормативной технической документации на производство изделия.

2. Достоверность выявления дефектов при высокой скорости проведения контроля.

3. Высокая эксплуатационная надежность функционирования всех систем установки в достаточно жестких климатических условиях.

4. Удобная компоновка акустических блоков с УЗ преобразователями, позволяющая до минимума сократить время калибровки акустической системы при переброске оборудования на контроль качества сварных швов изделий другого типоразмера.

5. Воспроизводимость результатов калибровки при повторных испытаниях в динамическом режиме на имитаторе дефектов.

6. Развитая система визуализации процесса контроля и его результатов.

7. Запись и хранение всех А-сканов от обнаруженных дефектов.

8. Передача данных о результатах контроля каждого изделия в АСУ ТП цеха или завода.

Конкуренция, существующая сегодня, например, при изготовлении трубной промышленности для нефтегазовой и химической промышленности, заставляет предприятия приобретать высококачественное оборудование для УЗ контроля отвечающее всем указанным выше требованиям. Изображенная на рис. 1 схема УЗ контроля продольных сварных швов труб с толщиной стенки до 50 мм обеспечивает контроль согласно требованиям API 5L, ISO 3183, DNV-OS-F101. Несмотря на высокую скорость УЗ контроля (до 30 м/мин) используемая локально-иммерсионная акустическая головка обеспечивает высокую достоверность выявления дефектов и надежный акустический контакт. Высокими акустическими характеристиками облада-

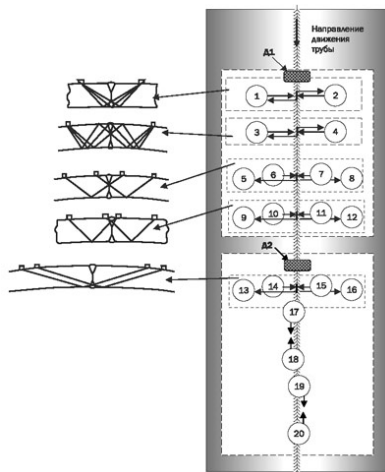


Рис. 1. Схема расположения акустических головок при контроле продольных сварных соединений:

Д1, Д2 – лазерные датчики слежения за валиком усиления сварного шва; 1, 2, 3, 4 – группа наклонных ультразвуковых преобразователей для контроля на продольные дефекты; 5 – 16 – ультразвуковые преобразователи работающие в схеме типа «тандем»; 9 – 16 – ультразвуковые преобразователи, стоящие на сварном шве и работающие в иммерсионном варианте на обнаружение поперечных дефектов

ют и УЗ блоки для контроля концевых участков труб рис. 2. Изображенная на рис. 2 схема расположения УЗ преобразователей в этих блоках обеспечивает за три оборота контроль зоны в 60 мм на расслоение и зоны в 30 мм на продольные дефекты сварных швов.

При выборе основных схем контроля сварных швов и концевых участков труб, помимо стандартов API 5L, ISO 9765, учитывались дополнительные технические требования по ширине контролируемых концевых участков труб. Этот документ предусматривает обнаружение наиболее часто встречающихся дефектов, а также дефектов, сильно влияющих на безопасность эксплуатации.

При калибровке на имитаторе дефектов выбираются необходимые углы наклона УЗ преобразователей для установки их перпендикулярно касательной поверхности контроля. В дальнейшем программа автоматически выставит заданные углы при сканировании изделия.

В процессе контроля на каждом шаге УЗ датчики поворачиваются электродвигателями на определенный в процессе калибровки угол. На каждый проконтролированный объект выдается полный протокол контроля с выводом основных параметров контроля и информации об обнаруженных дефектах. Реализована архивация результатов контроля с возможностью просмотра файлов данных по каждому проконтролированному объекту. В файлах данных сохраняется вся информация об обнаруженных дефектах, реализован просмотр А-сканов по выбранному дефекту. Протоколы контроля каждого проконтролированного изделия передаются в систему АСУ ТП цеха.

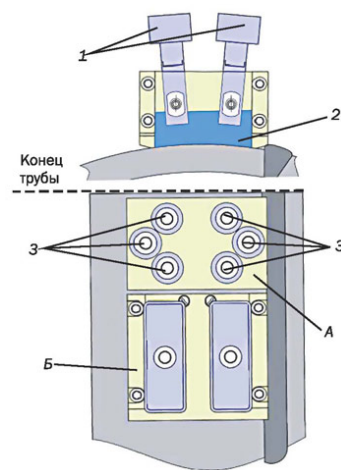


Рис. 2. Схема расположения акустических головок при контроле концевых участков труб:

А – акустический блок для контроля на наличие продольных дефектов; Б – акустический блок для контроля на наличие расслоений; 1 – широкозахватные пленочные ПЭП, зона контроля 60 мм; 2 – иммерсионная ванна; 3 – наклонные ПЭП с углами ввода 45°, зона контроля 30 мм

Необходимость в удовлетворении растущих требований к скорости контроля, требует применения новых технологических решений, таких как:

1. Применение иммерсионных преобразователей на основе композитной керамики, которые излучают более короткие импульсы и обладают большей абсолютной чувствительностью.

2. Использование систем «преобразователь + дефектоскоп» с фазированными решетками, позволяющих управлять полем преобразователя для изменения угла ввода.

3. Совершенствование программного обеспечения дефектоскопа для повышения уровня помехозащиты и наглядности визуализации результатов контроля.

4. И, наконец, совмещение в одном автоматизированном оборудовании двух методов. Например, помимо традиционного УЗК, можно применить для обнаружения поверхностных дефектов вихретоковый метод контроля.

Возрастающие требования к качеству сварных соединений труб и т. п. требует постоянно повышать уровень неразрушающего контроля. Разработанные средства АУЗК обеспечивают высокую достоверность обнаружения дефектов и высокую эксплуатационную надежность.

Библиографические ссылки

1. *Неразрушающий контроль : справочник. В 7 т. / под ред. академика РАН В. В. Клюева М. : Машиностроение, 2004. Т. 3. 860 с.*

2. Найда В. Л., Мозжухин А. А., Лобанов О. Ф. *Новое поколение оборудования для УЗК сварных труб // Автоматическая сварка. 2004. Сентябрь. С. 58–62.*

3. Ткаченко А. А., Найда В. Л., Копылов А. П. *Обеспечение надежности автоматизированного УЗК сварных труб при их производстве // В мире неразрушающего контроля. 2006. № 3. С. 17–20.*

© Бердечников Д. В., 2013

УДК 53

Е. С. Бирюков¹

Научные руководители – Н. П. Гочачко¹, Л. И. Чернышова²

¹МБОУ Лицей № 3, Красноярск

²Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ НАПРЯЖЕННОСТИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ

Предложен метод определения горизонтальную составляющую напряжённости магнитного поля Земли.

Земля представляет собой огромный магнит, полюса которого находятся вблизи географических полюсов Земли. Магнитный южный полюс S находится вблизи географического северного С, магнитный северный полюс N находится вблизи географического южного Ю. Как известно, у напряжённости магнитного поля существуют две составляющие: вертикальная и горизонтальная. Горизонтальная составляющая напряжённости магнитного поля Земли почти повсюду направлена под некоторым углом к направлению географического меридиана, этот угол называют магнитным склонением [1; 2].

Цель моей работы – определить горизонтальную составляющую напряжённости магнитного поля Земли.

С помощью прибора под названием тангенс-гальванометр можно определить горизонтальную составляющую напряжённости магнитного поля Земли. Прибор представляет собой компас, помещенный в вертикально расположенную катушку. Без напряжения в катушке под действием магнитного поля Земли она будет направлена по магнитному меридиану Земли. Вычислили значение горизонтальной составляющей

напряжённости магнитного поля Земли по формуле

$$H_{г} = JN/2R * \operatorname{tg} \alpha,$$

где J – ток, текущий в витке (А); R – радиус витка катушки (м); N – количество витков в катушке.

$$H_{г} = 15,1 \text{ А/м}; H(\text{табл.}) = 16 \text{ А/м}.$$

Сравнили экспериментальные и табличные значения $H_{г}$. Относительная погрешность измерения ~6 %.

Данную работу можно использовать в качестве физического практикума в классах углубленного изучения физики.

Библиографические ссылки

1. Детлаф А. А., Яворский Б. М. *Курс физики. М. : Высш. шк., 1999.*

2. Трофимова Т. И. *Курс физики. М. : Высш. шк., 1985.*

© Бирюков Е. С., 2013

УДК 552.6

Ю. П. Божок
 Научный руководитель – Н. В. Сунцова
 Аэрокосмический лицей имени Ю. В. Кондратюка, Новосибирск

ИЗМЕНЕНИЯ РЕЖИМА ТРУДА И ОТДЫХА НА МКС

В настоящее время идет много споров о том, стоит ли переходить на зимнее время или стоит оставаться на летнем. На данный момент правительство отклонило вопрос о переходе на зимнее время, мотивируя тем, что вопрос недостаточно изучен.

Астрономы же утверждают, что время, в котором мы сейчас живем, отстает от астрономического на 2 часа. Основное же население ощущает нехватку сна, пониженную работоспособность в первые часы рабочего дня, сонливость [1–7].

Режимы труда и отдыха – это регламентированная продолжительность и чередование периодов работы и отдыха в течение смены, суток, недели, устанавливаемые в зависимости от особенностей трудовых процессов и обеспечивающие поддержание высокой работоспособности и здоровья работающих. Для безопасной и длительной работы важнейших органов человека, определяющих его активную, полноценную жизнь, большое значение имеет определенный режим, последовательность труда и отдыха.

Реакция человека на воздействие перегрузок определяется рядом факторов, среди которых существенное значение принадлежит величине, времени действия, скорости нарастания и направлению вектора перегрузки по отношению к туловищу, а также исходному функциональному состоянию организма, зависящему от многих условий внешней и внутренней среды.

Изменения в организме могут проявляться от едва уловимых функциональных сдвигов до крайне тяжелых состояний, сопровождающихся резкими расстройствами деятельности органов дыхания, сердечно-сосудистой, нервной и других систем, что может привести не только к потере сознания, но иногда и к грубым анатомическим повреждениям тела.

Общее состояние человека при действии перегрузок характеризуется появлением чувства тяжести во всем теле, болевых ощущений за грудиной или в области живота, вначале затруднением, а в дальнейшем и полным отсутствием возможности движений. Происходит смещение мягких тканей и ряда внутренних органов в направлении действия перегрузки. Наблюдаются расстройства зрения, характер и степень выраженности которых определяются не только величиной перегрузки, но и направлением ее действия по отношению к туловищу.

К настоящему времени космическая медицина располагает убедительными данными, указывающими на тесную связь показателей работоспособности и состояния здоровья космонавтов с характером применяемых ими в космосе различных режимов труда и отдыха (РТО). Сложности, возникающие при организации режима в космическом полете, обусловлены целым рядом специфических условий:

- отсутствие привычных геофизических датчиков времени;
- прецессия орбиты;

- время старта и жестко привязанная к ним циклограмма деятельности экипажа;
- проблема безопасности, требующая несения дежурства (вахты);
- особенности профессиональной деятельности;
- возможные осложнения и нештатные ситуации, возникающие в полете и др.

Проблема формирования рационального режима труда и отдыха экипажей пилотируемых космических аппаратов, совершающих длительные полеты, является одной из определяющих для поддержания нормального состояния и высокой работоспособности экипажей на протяжении всего времени полета, а значит, и для успешного выполнения его программы.

Существуют различные нарушения РТО: сдвиг времени приема пищи, невыполнение всех или части физических упражнений, ограничение свободного/личного времени экипажа, сдвиг времени сна, прерывание сна экипажа.

Изменение РТО человека вообще, а космонавтов в особенности приводит к нарушению функционирования организма и в последствии может сказаться на общем состоянии здоровья, поэтому необходимо четко планировать работу экипажа и необходимое отклонение от привычного режима труда и отдыха компенсировать увеличением часов отдыха.

Библиографические ссылки

1. Гагаринский сборник : материалы 36 обществ.-науч. чтений, посвящ. памяти Ю. А. Гагарина // Воронеж : Научная книга, 2010.
2. URL: <http://www.uglov.tvereza.info>.
3. Информация Пресс-службы Федерального космического агентства Роскосмос [Электронный ресурс]. URL: <http://www.federalspace.ru/>.
4. Блог Дмитрия Кондратьева [Электронный ресурс]. URL: <http://www.federalspace.ru/>.
5. Волович В. Г. Человек в экстремальных условиях природной среды. М. : Мысль, 1983.
6. Алякринский Б. С. Основы организации труда и отдыха космонавтов. М. : Медицина, 1975. 207 с.
7. Алякринский Б. С., Степанова С. И. Организация режима труда и отдыха на космических кораблях «Союз» // М. : Наука, 1976. С. 161–184.

© Божок Ю. П., 2013

УДК 658

Т. Г. Бугаева, Е. К. Шихалева
 Научные руководители – Т. И. Аверина, Ю. В. Жуковская
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск
 Аэрокосмический колледж, Красноярск

РОЛЬ КОММУНИКАЦИЙ В УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Сегодня грамотному руководителю приходится тратить много времени на решение задач, возникающих при общении с подчиненными, коллегами и начальством. Важную роль в выполнении руководителем управленческих функций играют коммуникации [1-6]. В работе рассмотрено значение организаторских и коммуникативных качеств руководителя как важнейших составляющих его эффективной деятельности, проанализированы коммуникации как связующие процесса управления.

Сегодня опытный руководитель тратит большую часть рабочего времени на решение психологических задач, возникающих в процессе общения с подчиненными, коллегами и начальством. Общение позволяет решать не только вопросы организации, но и проблемы ее сотрудников. Важную роль при осуществлении менеджерами управленческих функций и принятии решений играет информация. Ее получают и передают посредством процесса, который называется коммуникацией. Коммуникация (лат. communication) – делать общим, связываться, общаться. Без процесса коммуникации, без передачи информации от субъекта управления к объекту управления и, наоборот, без правильного понимания передаваемой и получаемой информации управленческая работа невозможна.

На рисунке видно схему работы с информацией на предприятии. Управляющая система получает от управляемой системы информацию о состоянии заданных ею технико-экономических параметров в процессе производственной и финансово-хозяйственной деятельности. На основе полученной информации управляющая система (менеджмент) вырабатывает команды управления и передает их в управляемую систему для исполнения.

Важнейшими составляющими эффективности деятельности менеджера и предпринимателя являются организаторские и коммуникативные качества. Коммуникативные качества – умение общаться, нравиться и убеждать. Коммуникация конечно же должна быть эффективной. Эффективная коммуникация – коммуникация, способствующая достижению целей участников общения. Общение – сложный многоплановый процесс установления и развития контактов между людьми, порождаемый потребностями совместимой

деятельности и включающий в себя обмен информацией, выработку единой стратегии взаимодействия, восприятие и понимание другого человека. Коммуникационные сообщения можно классифицировать следующим образом:

1. По соотношению функций условно выделяются сообщения: побудительные (убеждение, внушение, приказ, просьба); информативные (передача реальных или вымышленных сведений); экспрессивные (возбуждение эмоционального переживания); фактические (установление и поддержание контакта);

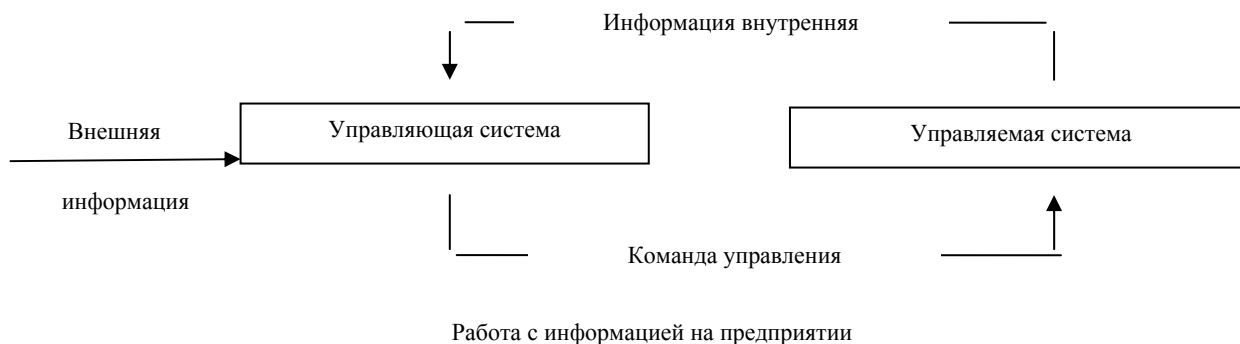
2. По типу отношений между участниками различают: межличностные, публичные, массовые коммуникации;

3. По средствам различают: речевую (письменную или устную); паралингвистическую (жест, мимику, мелодию) и вещественно – знаковую коммуникацию (продукты производства, изобразительно искусства и т. д.);

В организационных коммуникациях могут возникнуть определенные преграды:

- искажение сообщений;
- информационные перегрузки;
- неудовлетворительная структура организации;
- неудовлетворительный кадровый состав;
- неудовлетворительный состав рабочих групп;
- неудовлетворительный способ организации власти и распределение задач;
- конфликты между различными группами и подразделениями.

Если есть преграды в коммуникативном процессе, значит, должны существовать пути их преодоления. Таких путей существует несколько:



1. Регулирование информационных потоков. Именно это направление вызвало необходимость создания на предприятии системы информационного менеджмента, что в свою очередь повлекло создание системы knowledge-менеджмента (управление знаниями).

2. Управленческие действия. Они включают в себя планирование, организацию, мотивацию, реализацию и контроль.

Анализируя коммуникации как связующие процесса управления, можно сделать выводы:

1. Процесс принятия решений и процесс коммуникаций несомненно участвуют во всех функциях управления.

2. Знание и умение правильно использовать все приемы коммуникаций и принимать надежные и правильные управленческие решения помогает менеджеру качественно выполнять свою функцию руководителя.

Для того чтобы организация успешно осуществляла свою работу необходимо совершенствовать коммуникационные процессы в ней, внимательно анализировать полученную информацию, а также принимать важные и оптимальные решения.

Процесс принятия управленческих решений и процесс коммуникаций являются связующими процессами в управлении.

Библиографические ссылки

1. Казначевская Г. Б. *Менеджмент : учебник. 12-е изд., доп. и перераб.* Ростов н/Д : Феникс, 2011.

2. Драчева Е. Л., Юликов Л. И. *Менеджмент : учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования. 2-е изд., стер.* М. : Академия, 2010.

3. Иванова Е. Н., Сергеев С. С. *Тон задает руководитель.* Изд-во «ДНК», 2009.

4. Мескон М., Альберт М., Хедоури Ф. *Основы менеджмента.* – М.: Дело, 2009.

5. Шипунов В. Г., Кишкель Е. Н. *Основы управленческой деятельности : учеб. для сред. спец. учеб. заведений. 2-е изд. перераб. и доп.* М. : Высш. шк., 2009.

6. Муравьев А. И., Игнатъев А. М., Крутик А. Б. *Предпринимательство : учебник.* СПб. : Лань, 2009.

© Бугаева Т. Г., Шихалева Е. К., 2013

УДК 621.373

Б. А. Быков¹

Научный руководитель – Р. В. Вахрушев²

¹Аэрокосмический лицей имени Ю. В. Кондратьюка, Новосибирск

²Институт ядерной физики имени Г. И. Будкера СО РАН, Новосибирск

ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ ГЕНЕРАТОР ИМПУЛЬСНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

Высокое напряжение необходимо при решении многих научных и инженерно-технических задач. Настоящая работа посвящена реализации одной из схем получения высоких импульсных напряжений и изучению ее особенностей. Разработан и создан многоступенчатый генератор Маркса с выходным напряжением до 40 кВ. Изучены особенности работы созданного генератора, рассчитаны и измерены его параметры. Проанализированы возможности дальнейшего увеличения выходного напряжения [1–5].

Получение высоких напряжений является актуальной задачей со времен открытия электричества и по наши дни. Высоковольтные генераторы получили широкое применение в ускорителях заряженных частиц, которые применяются в научных исследованиях, производстве и даже как двигатели для космических аппаратов. Поэтому существует потребность в создании генераторов на высокие напряжения.

В мире разработан ряд схем для получения импульсного и непрерывного высокого напряжения, в которых используется принцип сложения (умножения) более низких напряжений. В данной работе была реализована импульсная схема Аркадьева–Маркса, в которой происходит сложение напряжений на предварительно заряженных отдельных конденсаторах. Генераторы, работающие по такой схеме, получили название многоступенчатых генераторов импульсных напряжений или генераторов Маркса. Принцип действия основан на последовательном соединении ранее заряженных конденсаторов. При зарядке конденсаторы соединены параллельно через высокоомные резисторы. После зарядки конденсаторов запуск генерато-

ра инициируется с помощью газовых разрядников. Образовавшиеся разряды производят последовательное соединение заряженных конденсаторов. Таким образом, выходное напряжение увеличивается пропорционально количеству соединённых конденсаторов.

Был спроектирован и собран высоковольтный импульсный генератор с выходным напряжением до 40кВ. В ходе работы были выявлены сильные и слабые стороны собранной установки, и разработаны способы дальнейшей модернизации генератора. В будущем такой генератор может стать основой лабораторной установки для демонстрации и изучения газовых разрядов.

Библиографические ссылки

1. Диденко А. Н., Григорьев В. П., Усов Ю. П. *Мощные электронные пучки и их применение.* М., Атомиздат, 1977. 280 с.

2. Смирнов С. М., Терентьев П. В. *Генераторы импульсов высокого напряжения.* // Энергия, 1964. 239 с.

3. Альбертинский Б. И., Свиньин М. П. Каскадные генераторы // М., Атомиздат, 1980. 93 с.
 4. Бажанов С. А., Воскресенский В. Ф. Профилактические испытания оборудования высокого напряжения // Энергия, 1977. 263 с.

5. Баумштейна И. А., Хомякова М. В. Справочник по электрическим установкам высокого напряжения // Энергия, 1981. 656 с.

© Быков Б. А., 2013

УДК 51

Д. И. Быстров¹

Научный руководитель – профессор Осипов Н.Н.²

¹МБОУ СОШ № 145, Красноярск

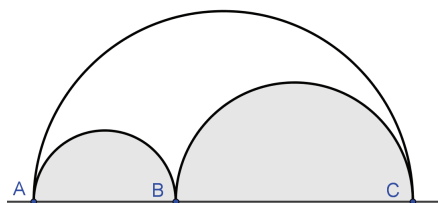
²Сибирский федеральный университет, Красноярск

СВОЙСТВА АРБЕЛОСА АРХИМЕДА

Введены некоторые элементы арбелоса Архимеда как криволинейного треугольника (медиана, высота). Получены следующий основной результат: аналог теоремы Чебы для арбелоса Архимеда. Для высот арбелоса приведено альтернативное доказательство, основанное на стандартных свойствах дробно-линейных преобразований комплексной плоскости. В перспективе планируется пополнить новую геометрию арбелоса Архимеда новыми фактами, которые были бы аналогичны каким-либо фактам из геометрии обычного треугольника [1–8].

Арбелос – геометрическая фигура образованная тремя полуокружностями, с центрами, лежащими на общей прямой. Изучением этой фигуры занимался еще Архимед, поэтому она называется арбелос Архимеда.

Определение арбелоса Архимеда:



Если взять на прямой три последовательные точки A, B и C и построить три полуокружности с диаметрами AB, BC, AC, расположенные по одну сторону от прямой, то фигура, ограниченная этими полуокружностями, и является арбелосом.

Цели исследовательской работы: Собрать и структурировать известные факты и теоремы об арбелосе Архимеда. Найти новые геометрические свойства арбелоса Архимеда, аналогичные известным фактам из геометрии обычного треугольника.

Задачи: Изложить известные факты о конфигурации, связанные с задачей Архимеда; изложить известные факты о конфигурации, связанные с задачей Паппа; привести примеры метрических соотношений в арбелосе Архимеда; ввести понятия медианы и высоты арбелоса Архимеда; сформулировать и доказать аналог теоремы Чебы для арбелоса Архимеда.

Известные свойства арбелоса Архимеда:

Задача Архимеда;

Свойство окружности вписанной в арбелос Архимеда;

Задача Паппа;

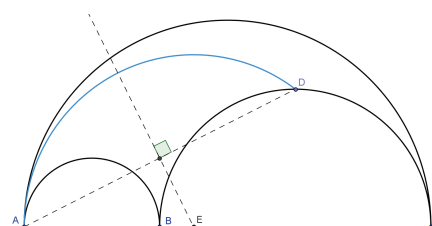
Площадь арбелоса Архимеда;

Свойство общей касательной к двум меньшим полуокружностям, образующим арбелос [1–4].

Арбелос как криволинейный треугольник.

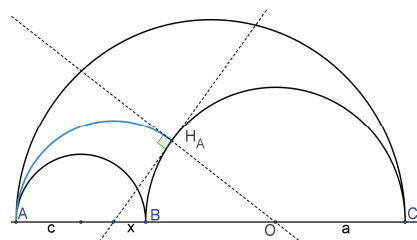
Арбелос можно рассматривать как криволинейный треугольник. Для него можно ввести понятия и теоремы, аналогичные обычному треугольнику. Сторонами будем называть дуги полуокружностей, образующих арбелос Архимеда. Чевией арбелоса назовем дугу окружности с центром на абсолюте, которая соединяет вершину арбелоса с некоторой точкой противоположной стороны. Центром чевииан называется центр её дуги полуокружности. Положим $\lambda_A = \frac{BA_1}{A_1C}$,

$\lambda_B = \frac{CB_1}{B_1A}$, $\lambda_C = \frac{AC_1}{C_1B}$. Числа λ_A , λ_B , λ_C задают чевиианы, выходящие из вершин A, B, C соответственно.



Медиана арбелоса Архимеда – это чевияна, проходящая через середину противоположной стороны. При нескольких пробах построения медиан арбелоса с помощью Geogebra возникла гипотеза о том, что медианы пересекаются в одной точке.

Отношение хорд для медиан $\lambda_A = \lambda_B = \lambda_C = 1$.



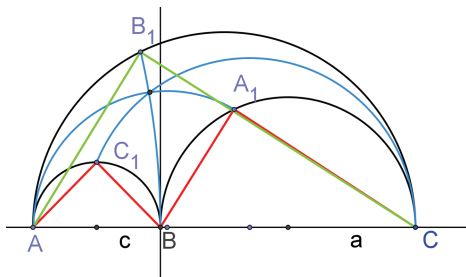
Высота арбелоса Архимеда – это чевиана, перпендикулярная противоположной стороне арбелоса Архимеда. При построении чевианы (высоты) пересеклись в одной точке.

Отношение хорд для высот $\lambda_A = \frac{c}{a+c}$, $\lambda_B = \frac{a}{c}$,

$$\lambda_C = \frac{a+c}{a}.$$

Из-за того что повторилось пересечение всех трех чевиан (медиан и высот), а также было замечено, что произведение $\lambda_A \cdot \lambda_B \cdot \lambda_C = 1$, то сформулирована и доказана теорема (аналог теоремы Чебы) Все чевианы в арбелосе Архимеда пересекаются в одной точке тогда и только тогда, когда произведение

$$\lambda_A \cdot \lambda_B \cdot \lambda_C = 1.$$



УДК 537.31

В. П. Волошин

Научный руководитель – М. С. Эльберг
МБОУ СОШ № 115, Красноярск

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ

На сегодняшний день устоявшееся мнение о том, что невозможно получить высокотемпературный и комнатотемпературный сверхпроводник ошибочно. На данный момент максимальная температура, при которой в веществе получается явление сверхпроводимости это -109°C или -107°C . Это достаточно низкая температура и создание высокотемпературной и комнатотемпературной сверхпроводимости позволит экономить энергию, которая идет на создание такой низкой температуры, а также позволит широкое применение сверхпроводников в электронике.

В 80-х годах прошлого века советские физики-теоретики предсказали, что электроны в одномерной цепочке атомов можно будет разложить на три квазичастицы – орбитон, спинон и холон. В 1996 году физики впервые разложили электрон на холон и спинон. Недавно ван ден Бринк и его коллеги добились разделения электрона на орбитон и спинон. Холон отвечает за заряд электрона, спинон определяет его спин, а орбитон – орбитальное положение. «Эти квазичастицы могут двигаться в материале с разной скоростью и даже в разных направлениях», – добавляет профессор Йероэн ван ден Бринк.

Таким образом, физики впервые получили экспериментальное подтверждение разделения элементарной частицы на эти квазичастицы, а также впервые «поймали» третий компонент орбитон.

Исследователи полагают, что их открытие поможет понять природу высокотемпературной сверхпроводимости. Существует гипотеза, что именно движение орбитонов определяет это крайне важное для практи-

- Библиографические ссылки**
1. Шарыгин И. Ф. Геометрия. 7–9 кл. М. : Дрофа, 1999.
 2. URL: <http://mathworld.wolfram.com/Arbelos.html>.
 3. Жижилкин И. Д. Инверсия. М. : МЦНМО, 2009.
 4. Шибасов Л. Две задачи Архимеда // Квант. 2000. № 1. С. 41–54.
 5. Панарин Я. П. Алгебра комплексных чисел в геометрических задачах. М. : МЦНМО, 2004.
 6. Осипов Н. Н. Ещё раз о механическом доказательстве геометрических теорем // Избранные математические работы учеников школы № 10. Вып. 1. Красноярск, 2008. С. 134–152.
 7. Geogebra. URL: <http://www.geogebra.org>.
 8. Maple. URL: <http://www.maplesoft.com>.

© Быстров Д. И., 2013

ческого применения свойство материалов. Теперь появилась возможность проверить это предположение.

Осталось всего ничего «поделить электрон на все три компонента одновременно», – подводит итог профессор ван ден Бринк.

Создание комнатотемпературных и высокотемпературных сверх проводников пока не возможно из-за недостаточно хорошо изученного строения атома, но когда знаний будет достаточно, это позволит сделать большой шаг в развитии физике, химии, электронике [1; 2].

Библиографические ссылки

1. Плакида Н. М. Высокотемпературные сверхпроводники // Международная программа образования. 1996. 281 с.
2. URL: <http://www.ifw-dresden.de/institutes/itf/> (дата обращения: 15.10.13).

© Волошин В. П., 2013

Е. П. Гаврилов
 Научный руководитель – С. А. Дмитриев
 Центр дополнительного образования детей «Аэрокосмическая школа», Красноярск

ОЧИСТКА ПОДЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ТЭЦ-1

Данная технология разработана как более эффективная и менее затратная альтернатива существующей технологии очистки трубопроводов. Метод новой технологии основан на разломе зольного осадка изнутри водяным паром [1]. Данный эффект достигается путем существенного понижения давления внутри трубопровода.

При сжигании угля на ТЭЦ образуется большое количество золы, опадающей в зольники. Оттуда они вымываются водой по трубопроводам к озерам золохранения. В процессе течения осадка по трубопроводу ввиду большого длины трубопровода (около 5 км) и, как следствие, длительного процесса течения, существенная часть золы, содержащейся в воде, выпадает в осадок на стенки трубопровода. Это приводит к снижению пропускной способности трубопровода и может вызвать его полное закупоривание, что приведет к остановке работы ТЭЦ, что обернется потерей теплоподдачи в снабжаемые районы, что равносильно катастрофе, особенно в холодное время года. Из-за этого трубопроводы необходимо регулярно прочищать.

Прежняя методика очистки трубопровода заключается в механическом удалении осадка со стенок труб: на протяжении подземного трубопровода вырываются ямы для открытия трубопровода, срезается часть трубы и через отверстие вводится металлический скребок, после чего он протягивается вдоль трубы до следующего отверстия тросом, прикрепленным к трактору. Данная система имеет много недостатков, главный из которых - за одно лето таким способом очищается лишь до 1/10 всей длины трубопровода.

Новая технология очистки, разработанная при помощи типовых приемов разрешения противоречий, основана на физическом факте – зависимости темпе-

ратуры кипения воды от атмосферного давления. Зольный осадок имеет пористую структуру, заполненную водой. Технология очистки заключается в подаче в трубопровод большого количества перегретого пара с горячей водой, для увеличения количества содержащейся в осадке воды, а также доведения ее температуры до температуры, близкой к кипению воды. Затем трубопровод герметизируется с концов, после чего к началу трубопровода (в здании ТЭЦ) подключается компрессор большой мощности, который откачивает воздух из трубопровода. Резкое падение давления в трубе вызовет вскипание воды в осадке. Так как при переходе в газообразное состояние вода очень сильно увеличивается в объеме, что вызывает резкое повышение давления пара внутри осадка. Разница давления в осадке и снаружи, т.е. в трубе, приведет к разрыву осадка на куски и его отпадание от стенок, после чего осадок легко можно будет вымыть потоком воды. Данный процесс крайне быстр: в пределах часа и экономичен: позволяет очистить трубопровод по всей длине без больших затрат.

Библиографическая ссылка

1. Иванов Г. И. *Формулы творчества, или как научиться изобретать*. М.: Просвещение, 1994.

© Гаврилов Е. П., 2013

К. А. Глуцкая, Ю. Н. Чеченко
 Научный руководитель – В. В. Коскин
 КГОАУ «Школа космонавтики», Железногорск

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯДЕРНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ МЕЖПЛАНЕТНЫХ ПОЛЕТАХ

Предложено использование двухстадийной схемы с использованием ядерного ракетного двигателя (ЯРД) для ракеты-заправщика для полета на Марс и Луну.

В советской мировой космонавтике рассматривается задача полета и создание обитаемой станции на Марсе и Луне.

Для решения этой задачи разрабатывается сверхтяжелый ракета-носитель, позволяющий выводить на низкую круговую орбиту 70 тонн (к 2017 году). При этом рассматривается полет в одну и в две стадии. Примером одностадийного полета является американский проект полета на Луну «Аполлон» с использованием сверхтяжелой ракеты-носителя «Сатурн».

В работе предлагается использовать двухстадийную схему с использованием ядерного ракетного двигателя (ЯРД) для ракеты-заправщика. Такие двигатели разрабатывались и разрабатываются в США и России. Их отличительной особенностью является высокая удельная тяга. Создаваемые твердофазные ядерные двигатели, имеют удельную тягу 800–1000 с. Это более чем в три раза выше, чем существующие жидкостные ракетные двигатели. При их использовании к Луне может быть доставлен полезный груз массой

составляющей до 80 % от массы на околоземной орбите.

Учитывая то, что ядерный двигатель предлагается использовать только на ракете-заправщике, существенно облегчается проблема обеспечения радиационной безопасности экипажа.

Программа организации полета к Луне включает в этом случае следующие этапы:

1. На низкую круговую орбиту около Земли запускается космический корабль с экипажем и заправщик с ЯРД.

2. Сначала к Луне отправляется заправщик. Он выходит на окололунную орбиту.

3. После этого к Луне стартует космический корабль с экипажем.

4. На окололунной орбите происходит стыковка с кораблем-заправщиком, заправка топливом пилотируемого корабля. В результате космический корабль

имеет топливо для посадки на лунную поверхность, работу, последующий старт и возвращение на Землю.

5. Корабль-заправщик предав топливо на пилотируемый корабль возвращается на околоземную орбиту. При этом космонавты контактируют с кораблем-заправщиком только при выключенном на нем реакторе.

Предварительные расчеты показали, что при двухстадийном варианте полета и использовании ЯРД на заправщике, лунная миссия может быть реализована уже на создаваемых перспективных ракетах-носителях тяжелого класса типа «Ангара-7».

Новизна работы заключается в использовании ЯРД в двухстадийном варианте полета, к Луне. По такой же схеме может быть реализован полет к Марсу.

© Глуцкая К. А., Чеченко Ю. Н., 2013

УДК 53

Н. С. Дельвер, И. В. Воронин
 Научный руководитель – Н. Ю. Гризан
 МАОУ ОУ гимназия № 2, Красноярск

ЭЛЕМЕНТ ПЕЛЬТЬЕ

Теоритически изучив принцип действия элемента Пельтье, рассмотрели его работу в качестве охлаждающего элемента и генератора электрического тока [1–3]. В лабораторных условиях получили электрический ток 3.2 В, силой тока до 1.5 А.

Актуальность данного исследования: определяется тем, что данные элементы широко распространены во многих сферах. Элемент Пельтье можно найти в радиоэлектрических устройствах, медицинском и фармацевтическом оборудовании, бытовой технике, в устройствах охлаждения компьютера и т. д. И с каждым годом данные элементы охлаждения становятся все более и более популярными среди производителей.

Цель работы: Теоритически изучить принцип действия элемента Пельтье и получить электрический ток в лабораторных условиях.

Предмет исследования: элемент Пельтье.

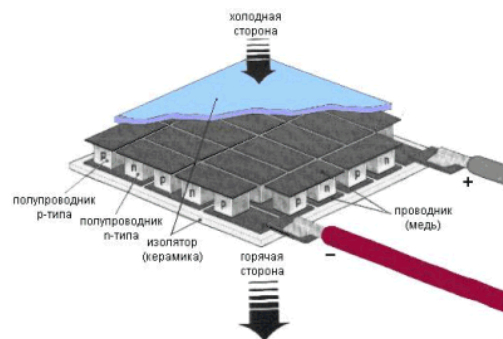
Методы исследования:

- изучение литературы по исследуемой теме;
- наблюдение;
- визуализация;
- метод обобщения и анализа полученных результатов.

Элемент Пельтье и его строение. Итак, суть эффекта Пельтье заключается в следующем: при прохождении электрического тока через контакт двух проводников, сделанных из различных материалов, в зависимости от его направления, помимо джоулева тепла выделяется или поглощается дополнительное тепло, которое получило название тепла Пельтье.

Степень проявления данного эффекта в значительной мере зависит от материалов выбранных проводников и используемых электрических режимов. Классическая теория объясняет явление Пельтье тем, что электроны, переносимые током из одного металла в

другой, ускоряются или замедляются под действием внутренней контактной разности потенциалов между металлами. В первом случае кинетическая энергия электронов увеличивается, а затем выделяется в виде тепла. Во втором случае кинетическая энергия электронов уменьшается, и эта убыль энергии пополяется за счет тепловых колебаний атомов второго проводника. В результате происходит охлаждение. Более полная теория учитывает изменение не потенциальной энергии при переносе электрона из одного металла в другой, а изменение полной энергии.



Наиболее сильно эффект Пельтье наблюдается в случае использования полупроводников р- и n-типа проводимости. В зависимости от направления электрического тока через контакт полупроводников разного типа – р-n- и n-p-переходов вследствие взаимодействия зарядов, представленных электронами (n)

и дырками (р), и их рекомбинации энергия либо поглощается, либо выделяется. В результате данных взаимодействий и порожденных энергетических процессов тепло либо поглощается, либо выделяется. Использование полупроводников р- и n-типа проводимости в термоэлектрических холодильниках иллюстрирует рисунок ниже.

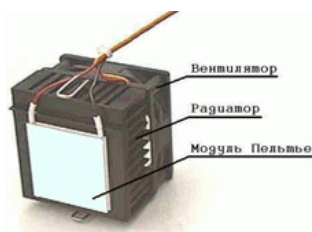
Холодильники Пельтье и их применение. Элементы Пельтье применяются в ситуациях, когда необходимо охлаждение с небольшой разницей температур, или энергетическая эффективность охладителя не важна. Например, элементы Пельтье применяются в маленьких автомобильных холодильниках, так как применение компрессора в этом случае невозможно из-за ограниченных размеров и, кроме того, необходимая мощность охлаждения невелика.

Кроме того элементы Пельтье применяются для охлаждения устройств с зарядовой связью в цифровых фотокамерах. За счёт этого достигается заметное уменьшение теплового шума при длительных экспозициях (например в астрофотографии). Многоступенчатые элементы Пельтье применяются для охлаждения приемников излучения в инфракрасных сенсорах.

Также элементы Пельтье часто применяются для охлаждения устройств компьютера, в радио электрических устройствах, медицинском и фармацевтическом оборудовании, бытовой технике, автомобилях и т. п.

Примеры некоторых видов элементов Пельтье. Элемент Пельтье использующийся при охлаждении частей компьютера Состоит из:

- самого элемента;
- радиатора, отводящего тепло от элемента Пельтье, и предотвращающего его от перегрева;
- кулер. Используется для охлаждения радиатора.



Получение электрического тока (обратное действие холодильника Пельтье). Элементы Пельтье активно стали использоваться в конце 80-х годов. Группа ученых, исследовавших элемент Пельтье, случайно наткнулась на интересную особенность у элемента. Это открытие было спонтанным и очень поразило ученых. Данный эффект заключался в том, что элемент Пельтье самостоятельно может вырабатывать электричество при определенных внешних условиях.



Элемент Пельтье вырабатывает электрический ток за счет разности температур между его сторонами. То есть чем больше нагреваем одну сторону и сильнее охлаждаем другую, тем больше будет выходное напряжение.

Емкость с холодной водой (возможность использования льда, снега и др. материалов).

Практическая часть. Получение электрического тока при помощи элемента Пельтье.

Конструкция: Две алюминиевые пластины, между ними закреплен элемент Пельтье, свободное пространство залито термостойким герметиком. На верхней пластине установлена охлаждающая емкость, в нашем случае со снегом. Для нагрева используется электрическая плита.

Описание опыта. Элемент Пельтье, закрепленный между двумя пластинами устанавливаем на электрическую плиту, на другую сторону поставили емкость со снегом. Напряжение на выходе элемента (при снеге, насыпанном во внутреннюю кружку, на электрической плите) составило примерно 3,2–3,7 В. Ток до 1,5 А. При кипящей воде в емкости на электрической плите мощность падает примерно в 3 раза, а напряжение до 1,0–1,3 В.

Теоритически изучив принцип действия элемента Пельтье, в лабораторных условиях сконструировали собственный генератор электрического тока, предназначенный для зарядки электронных устройств в походных условиях.

Библиографические ссылки

1. Угринович Н. Д. Информатика и ИКТ. Профильный уровень : учебник для 10–11 класса. 2-е изд., испр. и доп. М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. 308 с. : ил.
2. Дмитриева В. Ф. Курс физики : учеб. пособие. М. : Высш. шк., 2005. 614 с. : ил.
3. Справочник изобретателя. СПб. : Лань, 2001. 352 с. Серия. Учебники вузов.

© Дельвер Н. С., Воронин И. В., 2013

В. Д. Дерябкин
Научный руководитель – Е. Ю. Алексеева
МБОУ СОШ № 24, Красноярск

БЮДЖЕТНАЯ СИСТЕМА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ РЕСУРСОВ

Проблема высокой энергоёмкости экономики, большие энергетические издержки в жилищно-коммунальном хозяйстве и бюджетном секторе остается актуальной в настоящее время. В соответствии с поручением Президента Российской Федерации от 02.07.2009 г. разработана «Целевая программа повышения энергетической эффективности экономики и сокращения энергетических издержек в бюджетном секторе на 2010–2020 годы». Основным способом решения поставленных в программе задач является стимулирование энергосбережения.

В настоящее время на рынке представлено значительное количество отечественных и зарубежных систем энергосбережения ресурсов, заметно отличающихся по стоимости и функциональным возможностям. Созданная мною система направлена управлять освещением, исходя из условий окружающей среды, позволяет значительно сокращать расходы на электроэнергию по средствам сбора информации с датчиков и последующей ее обработкой.

Основная цель: Создание системы экономии электроэнергии за счет ее «умного» распределения.

Базовые положения: Рассмотрена проблема и выбрано максимально эффективное и дешевое решение, включающее в себя использование дешевых датчиков движения, температуры, фототранзистора в роле датчика освещенности. Основой данной системы является микроконтроллер фирмы Atmel семейства AVR Atmega8. Будучи восьмиразрядным, он идеально подходит для реализации поставленной задачи, удовлетворяя требованиям цена-качество, производительность-энергопотребление.

Проанализирована структура микроконтроллера AVR Atmega8, позволившая снизить затраты на внешние модули, за счет использования внутренней периферии.

Создана база для прототипирования, включающая в себя комплекс для отладки и разработки радиотехнических устройств на базе микроконтроллера AVR Atmega8.

Проведены собственные эксперименты, на основе которых изучен принцип работы датчиков, задействованных в работе устройства.

Разработан прототип, написана начальная версия программы, позволившая оценить эффективность работы устройства.

Установлена готовая система в помещении. Создано демонстрационное видео устройства.

Устройство, являясь многофункциональным, реализует многие другие задачи, используя внутренние ресурсы микроконтроллера.

Часы. Реализуется за счет использования встроенных таймер/счетчиков, позволяя избавиться от необходимости подключения внешних модулей часов.

Показ температуры в помещении. Для этой цели используется внешний датчик температур, подключенный к микроконтроллеру. Его энергопотребление ничтожно, но дает весьма точные результаты показаний в огромном диапазоне. Цена так же невысока. Используя четырехразрядный, семи сегментный индикатор, мы можем выводить как часы, так и информацию о температуре, затрачивая минимальное количество энергии.

Измерение уровня освещенности. Для этой цели использовано самое дешевое решение – фототранзистор. При использовании встроенного в микроконтроллер АЦП – он превращается в подходящий нам датчик дня и ночи, позволяя пользователю самому решить, что для него является «нижним порогом освещенности». Измерения происходят в собственных единицах измерения.

Основной результат. Созданная мною система позволяет максимально эффективно использовать энергоресурсы, осуществляя сбор данных об уровне освещенности, наличия движения, и производя их обработку. Стоимость готового проекта не превышает 500 руб. по розничной цене на его компоненты, с учетом датчиков для обслуживания стандартного по размерам помещения, а цена на устройство собранного из оптовой партии компонентов ~450 руб.

© Дерябкин В. Д., 2013

М. А. Ерещенко¹

Научный руководитель – А. В. Тимофеев²

¹МАОУ Лицей № 7, Красноярск

²Красноярский государственный педагогический университет
имени В. П. Астафьева, Красноярск

НЕСОСТАВНЫЕ И СОСТАВНЫЕ МНОГОГРАННИКИ КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ СПОСОБ РЕШЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ВОПРОСОВ РАЗЛИЧНЫХ НАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН

Многогранники могут служить альтернативным объектом для решения различных задач в различных научных дисциплинах, таких как математика, микробиология, химия, минералогия и кристаллография и stealth-технике.

В ходе работы были доказаны утверждения и найдены новые, неописанные полиэдры, появилась возможность найти «слабые» места вирусов, их предположительные мутации, сделаны выводы о свойствах кристаллических решеток, найдены возможные кристаллические решетки новых веществ, и получены другие знания.

Многогранники являются по-настоящему специфической, и, казалось бы, очень узкой в применении темой. Изучением многогранников занималось небольшое количество геометров, поэтому известно о них достаточно мало свойств [3]. Многогранники являются неотъемлемой частью геометрии. Но существуют ли другие отрасли, где многогранники могли бы принести пользу?

Этот вопрос сопровождает всю представленную работу. Многогранные тела, которые достаточно специфичны в изучении только со стороны математики, но очень применимы в других науках, могут стать альтернативным решением для некоторых проблем научных дисциплин.

Но помимо этого, важной задачей оставалось изучить свойства многогранников, [2], доказать или опровергнуть собственные предположения и утверждения, а также найти новые выпуклые многогранники [1]. Таким образом, появляется возможность решения множества важных задач «одним выстрелом».

Цель исследовательской работы: получить новые выпуклые многогранники, которые могут быть применимы в различных научных дисциплинах, а также доказать поставленные в ходе работы утверждения.

Многогранники могут служить альтернативным объектом для решения различных задач в различных научных дисциплинах, таких как математика, микробиология, химия, минералогия и кристаллография, физике и проч.

На первом этапе работы многогранники изучались «взглядом» математики. Были доказаны поставленные в ходе работы утверждения, отмечены новые свойства многогранников (Н., свойство превращаться в повторяющееся тело) и найдены новые тела. Также найдены все выпуклые соединения предложенных многогранников Q_6 , Q_{6a} , Q_{6b} , M_4 и M_2 .

На втором этапе многогранники рассматривались, как часть микробиологии. А именно, как кристаллы вирусов [4; 5]. Благодаря полиэдрам имелась возможность найти «слабые» места вирусов, их предположительные мутации.

На третьем этапе многогранники рассматривались с точки зрения химии, как кристаллические решетки

[7; 8]. Были сделаны важные выводы о свойствах кристаллических решеток и найдены возможные кристаллические решетки новых веществ.

На четвертом этапе рассматривалась область применения полиэдров в кристаллографии и минералогии. Были найдены альтернативные способы решения доказательств различных законов о кристаллах (Н., Закон сохранения углов) [10; 11].

На пятом этапе многогранники рассматривались, как неотъемлемая и очень важная часть STEALTH-техники. Благодаря многогранным формам, такая техника отражает большую часть различных волн, направленных на нее и является практически «незаметной» для всяческих радаров. Многогранники позволяют удобным образом анализировать отражения звуковых и ударных волн.

В заключение можно сказать, что в созданы ранее неизвестные выпуклые многогранники с правильными гранями, полученные в результате моделирования новых выпуклых тел различными способами, отражено применение многогранников в других отраслях, а также получены новые научные знания в различных сферах наук с использованием полиэдров и знаний о них.

Библиографические ссылки

1. Долбиллин Н. П. Жемчужины теории многогранников. М. : МЦНМО, 2000. 40 с. : ил.
2. Тимофеев А. В. К перечню выпуклых многогранников // Современные проблемы математики и механики. Т. VI. Математика. Вып. 3. К 100-летию со дня рождения Н. В. Ефимова. М. : Изд-во Моск. ун-та, 2011. С. 155–170.
3. Гурун А. М., Залгаллер В. А. К истории изучения выпуклых многогранников с правильными гранями и гранями, составленными из правильных // Тр. математического общества Санкт-Петербурга. 2008. С. 215–294.
4. Голубев Д., Солоухин Вл., Размышления и споры о вирусах. М. : Молодая гвардия, 1989.
5. Тарасевич Л. М. Вирусы на службе человека. М. : Наука, 1985.
6. Парумаль А. П., Розенберг Е. Л. Общая химия. М. : Просвещение, 1978.

7. Третьяков Ю. Д. *Справочные материалы по химии*. М.: Просвещение, 1988.

8. Шилов Ю. М., Тарасенко М. И., Смушкевич Ю. И., Чукуров П. М. *Общая химия для учащихся медицинских училищ*. М.: Медицина, 1983.

9. Шаскольская М. П. *Очерки о свойствах кристаллов*. Главная редакция физико-математической науки. М.: Наука, 1978.

10. Бондарев В. П. *Основы минералогии и кристаллографии*. М.: Высшая школа, 1978.

11. Банн Ч., *Кристаллы. Их роль в природе и науке*. М.: Мир, 1970.

© Ерещенко М. А., 2013

УДК 53

В. Е. Игошин

Научный руководитель – А. Л. Фрейдман
КГОАУ «Школа космонавтики», Железногорск

АДСОРБЦИЯ ОЛЕАТА НАТРИЯ НА НАНОЧАСТИЦАХ МАГНЕТИТА

Рассмотрены вопросы, связанные с получением и свойствами коллоидных растворов наночастиц магнетита.

В лаборатории нанотехнологий при КГОАУ «Школы Космонавтики» ведутся прикладные и исследовательские работы, связанные с коллоидными растворами наночастиц магнетита. Среди них стоит отметить разработку электрогенератора, магнитного сепаратора, теплового двигателя на основе магнитных жидкостей. Также проводятся исследования магнитных жидкостей с целью выяснения свойств образцов полученных разными методами.

В результате синтеза получают наночастицы магнетита размером ~25 нм, однако частицы находятся в агрегированном состоянии, т. е. слеплены между собой. Для получения коллоидного раствора необходимо стабилизировать наночастицы поверхностно-активным веществом (ПАВ), в качестве которого нами используется олеат натрия.

Стабилизация является одним из самых ответственных этапов приготовления магнитных жидкостей, от которого зависят многие ее характеристики. Таким образом, целесообразно выяснить концентрацию ПАВ, наиболее пригодную для стабилизации магнетита заданной загрузки г. В литературе был найден метод построения изотерм адсорбции додецилсульфата натрия на углеродных нанотрубках, который требует измерений поверхностного натяжения [1–5]. По аналогии с описанным методом было решено провести анализ изотерм адсорбции олеата натрия на наночастицах магнетита. Первым шагом при этом является измерение поверхностного натяжения.

Данная работа посвящена измерениям поверхностного натяжения и в своем развитии предполагает построение изотерм адсорбции, которые позволят оценить радиус агрегатов наночастиц магнетита в магнитной жидкости и определить оптимальную концентрацию ПАВ.

Целью данной работы является разработка метода измерения поверхностного натяжения и исследование функции этой величины от концентрации ПАВ.

Задачи:

- 1) разработка идеи эксперимента;
- 2) разработка экспериментальной установки;
- 3) сборка экспериментальной установки;

4) проведение измерений поверхностного натяжения растворов с различной концентрацией ПАВ;

5) анализ результатов;

Объект исследования: магнитная жидкость.

Предмет исследования: концентрация олеата натрия необходимая для стабилизации магнетита.

В этой работе использовались экспериментальные и теоретические методы исследования. Для этого была разработана и собрана экспериментальная установка для определения коэффициента поверхностного натяжения. При помощи которой были проведены измерения с разной концентрацией олеата натрия без добавления магнетита. Так же теоретически была рассмотрена задача определения радиуса агрегатов наночастиц магнетита.

В ходе работы изучены особенности стабилизации наночастиц магнетита олеатом натрия, методики измерения поверхностного натяжения, построения изотерм адсорбции [6; 7]. Разработана и собрана установка для измерения поверхностного натяжения. Проведены измерения поверхностного натяжения при разных концентрациях ПАВ. Были опробованы три метода измерения поверхностного натяжения: измерение максимальной высоты жидкости над краями сосуда, метод капиллярного поднятия жидкости в узком зазоре, метод отрыва кольца. Как показали измерения, самым точным методом оказался метод отрыва кольца.

Построен график зависимости коэффициента поверхностного натяжения от концентрации олеата натрия. Результаты измерения говорят о том, что концентрация мицеллообразования олеата натрия составляет 0.001 моль/л, что хорошо согласуется с табличными данными.

Библиографические ссылки

1. *Коллоидные системы. Статья в Википедии. Адрес доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D0%BB%D0%BE%D0%B8%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D1%8B*.

2. *Поверхностно-активные вещества : справочник // А. А. Абрамзон, В. В. Бочаров, Г. М. Гаева и др. / под ред. А. А. Абрамзона и Г. М. Гаевого. Л. : Химия, 1979. 376 с., ил.*

3. *Вережняков В. Н.. Избранные главы коллоидной химии. Воронеж : ИПЦ Воронеж. гос. ун-та, 2011. URL: <http://e-science.ru/chemistry/e-book/kh.pdf>.*

4. *Мчедлов-Петросян Н. О., Лебедь А. В., Лебедь В. И. Коллоидные поверхностно-активные вещества. Изд. ХНУ им. В. Н. Каразина, 2008. 76 с.*

5. *Sa Vijaya, Kornev K. G. Analysis of Stability of Nanotube Dispersions Using Surface Tension Isotherms // Langmuir 2011. 27, 13451–13460.*

6. *Изотермы адсорбции. Статья в Википедии. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%B7%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%B0%D0%B4%D1%81%D0%BE%D1%80%D0%B1%D1%86%D0%B8%D0%B8>.*

7. *Методы определения поверхностного натяжения : метод. пособие для лабораторного практикума по коллоидной химии. URL: www.stu.lipetsk.ru/files/materials/1680/colloid_labs.pdf.*

© Игошин В. Е., 2013

УДК 621.4

А. В. Исаченкова^{1,2}

Научный руководитель – С. Р. Дубоделов²

¹МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 22», Красноярск

²МБОУ ДОД «Станция юных техников № 2», Красноярск

УМЕНЬШЕНИЕ ИЗНОСА ДЕТАЛЕЙ ДВС ПРИ ХОЛОДНОМ ПУСКЕ В СУРОВЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ СИБИРСКОЙ ЗИМЫ

Предлагается изготавливать и использовать подшипники скольжения (вкладыши) в двигателях внутреннего сгорания (ДВС) из МДМ материалов, что даст более уверенный пуск двигателя в условиях сибирской зимы без каких либо возможных последствий износа его деталей. Особенно эффект очевиден при использовании в массивных ДВС, таких как применяются на флоте и грузовых автомобилях.

На сегодняшний день существует проблема преждевременного износа деталей двигателя внутреннего сгорания, особенно это проявляется при пуске двигателя в холодное время года. В момент запуска ДВС в месте контакта валов и опорных подшипников смазка отсутствует и возникает сухое трение, ведущее к быстрому износу места контакта [1–5].

Цель научной работы: Снижение износа деталей двигателя на время холодного пуска.

Прототип. Предлагается изготавливать опорные подшипники-вкладыши, из МДМ материалов, имеющими радиальную направленность капилляров, что способствует удержанию смазки в зоне трения. Обоснование- высокая износостойкость деревянных подшипников при условии наличия смазки доказана многолетней их эксплуатацией в узлах трения деталей машин, работающих в тяжелых условиях запыленности и влажности и было вытеснено в связи с высокой податливостью. Высокая жесткость МДМ-материалов устраняет эту проблему. Жесткость и твердость их

соизмеримы с алюминием и сплавами, из которых изготавливаются опорные подшипники-вкладыши. Образование масляного клина в зоне смазки происходит мгновенно, что предотвращает сухое трение.

Библиографические ссылки

1. *Принцип работы ДВС. URL: http://amastercar.ru/articles/engine_car_19.shtml.*

2. *МДМ-полуфабрикакат XXI века. URL: <http://www.lesprominform.ru>.*

3. *История создания ДВС. URL: <http://www.it-day.ru/technics/65-dvs.html>.*

4. *Строительные материалы и изделия. URL: <http://www.bibliotekar.ru>.*

5. *Композиционные материалы. URL: <http://nwpi-fsap.narod.ru>.*

© Исаченкова А. В., 2013

УДК 338.246

Г. И. Козлов

Научный руководитель – Л. П. Малыгина

Аэрокосмический лицей имени Ю. В. Кондратюка, Новосибирск

АСТЕРОИДНО-КОМЕТНАЯ ОПАСНОСТЬ

Исследуется проблема возникновения астероидно-кометной опасности на планете Земля. Проанализированы случаи падения метеоритов. Изучены факторы появления астероидно-кометной опасности. Изложены возможности предотвращения данной угрозы.

Угроза столкновения Земли с достаточно большим космическим телом, которое может привести к глобальной катастрофе на нашей планете, уже не считается абстрактной возможностью. До сих пор основными кандидатами на роль возможных космических «киллеров» считались малые планеты группы Антона, Аполлона и Амура, так называемые ААА-астероиды, орбиты которых пересекаются с орбитой Земли. Таких опасных астероидов размерами больше одного километра существует не меньше 2000, открыто 5–6 % из них. Поискам других, еще не видимых, специалисты занимаются в рамках нескольких программ – SPACEWATCH, LONEOS, GEODSS [1–6].

Еще одна опасность малых космических тел – столкновение с космическими аппаратами, летающими за пределами земной атмосферы. При громадной скорости полета даже космические пылинки могут нанести ощутимый вред: вывести из строя аппаратуру, находящуюся на спутнике и космических станциях, что не раз наблюдали космонавты.

Несмотря на то, что Земля значительно больше всех известных астероидов, столкновение с телом размером более 3 км может привести к уничтожению цивилизации. Столкновение с телом меньшего размера (но более 50 метров в диаметре) может привести к многочисленным жертвам и гигантскому экономическому ущербу.

Чем больше и тяжелее астероид, тем большую опасность он представляет, однако и обнаружить его в этом случае гораздо легче. Наиболее опасным на данный момент считается астероид Апофис, диаметром около 300 м, при столкновении с которым в случае точного попадания может быть уничтожен большой город, однако никакой угрозы человечеству в целом такое столкновение не несёт.

В мире создан специальный проект «Космическая стража» (Space Shield Foundation). Учёные, занятые в проекте, в том числе российские учёные из Снежинского центра, исследуют небесные тела, которые могут так или иначе угрожают Земле. Потенциально опасное тело можно обнаружить за несколько десятилетий до столкновения и принять соответствующие меры. К астероиду можно направить ракету с ядерным зарядом; можно установить на нём двигатель малой тяги, который постепенно уведёт астероид от Земли; в конце концов, небольшой астероид можно просто разрезать лазером. Лучшим решением пока считается запуск ракеты с ядерной боеголовкой на-

встречу астероиду, который взорвётся, не долетев до него. Суть не в том, чтобы «расстрелять» астероид (это приведёт к ещё большим осложнениям), а чтобы энергией взрыва увести его с курса, направленного на столкновение с Землёй. К сожалению, в космических масштабах ядерное оружие является слабым даже для таких малых тел, как астероиды и кометы. Общепринятое мнение о его возможностях является сильно преувеличенным. С помощью ядерного оружия нельзя расколоть Землю, испарить океаны. Всем ядерным боезапасом планеты можно раздробить астероид диаметром всего девять километров при взрыве в его центре, если бы это было технически осуществимо.

Таким образом, астероидно-кометная опасность представляет собой реальную угрозу для значительного числа биологических видов организмов, находящихся на Земле. Падение на Землю небесных тел (астероидов или комет) с диаметрами $d \geq 5$ км способно вызвать катастрофу глобального масштаба, а при $0,5 < d < 1$ км – разрушения регионального масштаба. При этом масштабы повреждений (поражений) существенно зависят от степени заселённости местности, в которой произойдет падение небесного тела.

В данной работе проанализирована и представлена информация о падении метеоритов на территории России. Изложены возможные факторы появления астероидно-кометной опасности. В дальнейшем планируется рассмотреть более эффективные методы по прогнозированию и предотвращению опасности столкновения планеты Земля с небесными телами.

Библиографические ссылки

1. Адеев А. Космическая опасность: мифы и реальность // Еженедельник «ОКНО» Снежинского информационно-аналитического агентства. 2000. № 39.
2. Усцелемов А. Защита от небесных камней // Химия и Жизнь. 2000. Сентябрь.
3. Энциклопедия для детей. Т. 8. Астрономия. М.: Аванта+, 1997.
4. Золотов Ю. Невидимая смерть из космоса // НЛО. 2001. № 42.
5. [Электронный ресурс]. URL: http://ru.vlab.wikia.com/wiki/Астероидно-кометная_угроза.
6. Мушаилов Б. Р. О проблеме кометно-астероидной опасности [Электронный ресурс]. URL: <http://www.astronet.ru/db/msg/1220319>.

© Козлов Г. И., 2013

УДК 53

П. А. Комарова¹

Руководители – Н. П. Гочачко¹, Л. И. Чернышова²

¹МОУ «Общеобразовательное учреждение лицей № 3», Красноярск

²Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОВ ТЕПЛОвого ИЗЛУЧЕНИЯ

Целью данной работы является экспериментально изучить законы теплового излучения.

Тела, нагретые до достаточно высокой температуры, приобретают способность светиться. По мере по-

нижения температуры тела не только уменьшается интенсивность его излучения, но и изменяется спек-

тральный состав излучения. В нем все сильнее обнаруживается преобладание длинных волн (красных и инфракрасных). При дальнейшем охлаждении тела излучение видимого света вообще прекращается – тело испускает лишь невидимые глазом инфракрасные лучи.

Электромагнитные волны, испускаемые атомами, которые возбуждаются за счет энергии теплового движения, представляют собой тепловое излучение.

Все остальные виды свечения, возбуждаемые за счет любого вида энергии, кроме внутренней, объединяются под общим названием люминесценция.

Тепловое излучение – единственное излучение способное находиться в термодинамическом равновесии с веществом.

При динамическом равновесии энергия, расходуемая на тепловое излучение, компенсируется вследствие поглощения этим телом такого же количества энергии падающего на него излучения.

Экспериментальным методом построены спектры излучения в интервале 2-10 мкм для разных температур $T_1 = 900$ К, $T_2 = 740$ К, $T_3 = 630$ К.

Определены длины волн λ_0 , соответствующие максимальным значениям спектральной плотности энергетической светимости при температурах T_1 , T_2 и T_3 .

Доказана справедливость выполнения закона смещения Вина.

Определена из экспериментальных данных постоянная b с точностью 0,3 % ($b = \lambda_0 \cdot T$).

Используя экспериментально измеренные величины U_{T1} , U_{T2} , U_{T3} -величины пропорциональные энергетической светимости нагретого тела, доказана справедливость выполнения закона Стефана-Больцмана.

Изучено практическое применение законов теплового излучения: пирометры, лампы, тепловизоры.

© Комарова П. А., 2013

УДК 621.396.33:528.8

Д. Б. Коновал¹

Научный руководитель – В. В. Лемешкова¹, Ю. П. Юронен²

¹КГОАУ «Школа космонавтики», г. Железногорск

²Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕПЛООВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ АТОМНОГО РЕАКТОРА ГХК И СОСНОВОБОРСКОЙ ТЭЦ ПО КОСМИЧЕСКИМ СНИМКАМ

Приведены результаты выявления и сравнения теплового излучения от Сосновоборской ТЭЦ и ГХК на основании дешифрирования и анализа сканерных космических снимков 1977 и 2011 гг.

По мнению ряда учёных А. Д. Яблокова, Д. А. Крылова, В. А. Легасова, такие огромные и постоянно действующие источники тепла как АЭС оказывают тепловое воздействие на атмосферу и гидросферу сопоставимое с потоком тепла от лесных пожаров [1–7]. В работе представлен анализ теплового излучения от объекта атомной энергетики ГХК, в период работы атомного реактора, и Сосновоборской ТЭЦ в настоящее время. Анализ проведен на основании дешифрирования и сопоставления сканерных космических снимков разных лет.

Цель исследования – сравнение теплового воздействия от Сосновоборской ТЭЦ и предприятия атомной промышленности ГХК, в период работы реакторов, на окружающую среду.

Объект исследования космические снимки разных лет с территорией размещения ГХК и Сосновоборской ТЭЦ.

Предмет исследования – тепловое излучение от предприятия атомной промышленности ГХК в период работы атомного реактора и Сосновоборской ТЭЦ.

С помощью снимков отслеживалось наличие или отсутствие теплового излучения в районе выбранных объектов с 1977 года по 2012 год. На данном этапе исследования проведено дешифрирование и классификация сканерных космических снимков в результате которой выявлены наличие нагретых масс воды в

водоёмах-охладителях ГХК и ТЭЦ. Методом оконтуривания выделены участки зоны техногенного разогревания прилегающей к ТЭЦ местности, участки русла реки Енисей с температурной аномалией, предположительно связанной с выходом горячих вод от водо-охлаждающих реакторов. Зафиксированы участки потери тепла по линии теплоснабжения города Железногорска, тепловое загрязнение атмосферы от остывающих золоотвалов. На снимках выделены промышленные выбросы нагретого воздуха, отходящие горячие газы от зданий и труб ТЭЦ.

Вывод: на основе изучения космических снимков Landsat TM, Landsat-8, обнаружены признаки теплового загрязнения объектов гидросферы, почвы и атмосферы нашей местности. В результате анализа получены данные свидетельствующие о локальном воздействии на русло реки Енисей в месте выхода нагретых масс воды от водоохлаждающих реакторов и водоёмов-охладителей ТЭЦ. На значительное пространство влияют выбросы нагретого воздуха, отходящие газы и остывающие золоотвалы, так как аномальная температура в этих случаях отмечается на значительном удалении от ТЭЦ. Нами не выявлено формирование теплового купола в районе ТЭЦ, но влияние потерь тепла на окружающую среду более выражено в районе ТЭЦ. Здесь сформировалось огромное тепловое пятно площадью около 10 км². Тепловое загрязнение в районе

ГХК минимально, так как предприятие находится под землей в скальной породе.

Научная новизна исследования: предпринята попытка анализа и сравнения теплового загрязнения нашей местности со стороны действующей ТЭЦ и атомного реактора ГХК в период его работы.

Практическая значимость. Материалы исследования могут использоваться на уроках краеведения и экологии в средней школе.

Библиографические ссылки

1. Акимова Т. А., Хаскин В. В. Экология. М. : Юнити, 1998. 455 с.
2. Балакирева С. В. Абдрахимов Ю. Р. Глобальные экологические проблемы атмосферы и пути их решения. Уфа : УГНТУ, 1998. 134 с.

3. Крылов Д. А. ТЭС, АЭС: опасность и риск // Энергия. 1993. № 3. С. 2–6.

4. Крылов Д. А. Экономическая экспансия Российского ТЭК // Энергия. 1995. № 9. С. 13–22.

5. Мясников В. П., Арманд Н. А., Кравцов Ю. А. и др. Информационные технологии и информационные ресурсы космического экологического мониторинга // Вестник РФФИ, 2000. С. 30–37. № 2 (июнь).

6. Яблоков А. В. Ядерная мифология конца XX века // Новый мир. 1995.

7. Яблоков А. В. Тепловое загрязнение от АЭС. Миф об экологической чистоте атомной энергетики. URL: <http://wmsellers.ru/books/yablokov-ab/5-5-teplovoye-zagryazne.html>.

© Коновал Д. Б., 2013

УДК 552.6

С. В. Коровкина

Аэрокосмический лицей имени Ю. В. Кондратюка, Новосибирск

КОСМИЧЕСКИЙ МУСОР И СПОСОБЫ ЕГО УТИЛИЗАЦИИ

Сегодня некоторые ученые высказывают опасения о том, что дальнейшее его накопление может привести к прекращению запусков спутников и полетов в космос. Дело в том, что обломки имеют достаточно большую скорость свободного полета, и при нечаянном столкновении с космическим аппаратом могут нанести ему существенный вред. Только за последние десятилетия известно несколько случаев повреждения спутников, пассажирских космических кораблей и орбитальных станций с находящимся в околоземном пространстве мусором, а сегодня ситуация еще более усугубляется.

Впервые о масштабном загрязнении космоса ученые заговорили в 1980-х гг., когда концентрация мусора на орбите Земли достигла такой плотности, что баллистикам требовалось хорошенько поработать, чтобы безопасно разместить среди него тот или иной спутник. В последнее десятилетие ситуация только ухудшилась. «Количество мусора в околоземном пространстве столь велико, что это создает реальную опасность для работающих там автоматических станций. В ближайшем будущем сложности будут нарастать как снежный ком».

В первую очередь от космического мусора страдают, конечно, объекты, находящиеся на орбите. «Службы наземного наблюдения иногда фиксируют столкновения частиц космического мусора друг с другом, из-за чего их количество множится в геометрической прогрессии, – рассказывает председатель комиссии по проблемам космического мусора РАН, заместитель директора Института прикладной математики им. Келдыша Эфраим Аким. – Мелкие фракции представляют не меньшую опасность, чем крупные. Только представьте крупнокалиберную пулю, движущуюся со скоростью 8–10 км/с. При попадании подобной частицы в действующий космический аппа-

рат сила соударения просто чудовищная. Ни один корабль не выдержит такого столкновения. Если же соударение произошло, облако обломков на орбите расплывется по всем направлениям всего за пару недель, угрожая уничтожить и других соседей».

И хотя вероятность вывода из строя орбитальных спутников космическим мусором все еще крайне мала, неприятные инциденты уже были, в том числе с пассажирскими космическими кораблями и орбитальными станциями.

Пристальное внимание, особенно в последнее время, ученые стали уделять вопросу засоренности вселенной космическим мусором. Ведь его количество достигло наивысшей отметки. Однако человечество даже не предполагает, каковы масштабы бедствия, хотя в последнее время на это указывают множество событий.

Представленный в работе макет может быть использован в качестве проведения уроков Астрономии, на занятиях в астрономических кружках или в качестве научного исследования.

© Коровкина С. В., 2013

Е. А. Коротина¹

Научный руководитель – С. В. Смирнов²

¹Негосударственное общеобразовательное учреждение гимназия «Томь», Томск

²ТУСУР, Томск

ЦВЕТОПЕРЕДАЧА В ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ИСТОЧНИКАХ СВЕТА

Перспективы рынка освещения на ближайшие десятилетия просматриваются как полная замена традиционного освещения на светодиодный свет (LED light) в масштабах всей планеты [1].

Использование новых источников света позволит значительно понизить потребление электрической энергии, используемой на освещение. Важной характеристикой источников света является их способность передавать реальные цвета физических объектов, например растений, игрушек, картин, освещаемых этими источниками. Идеальными параметрами цветопередачи обладает естественный дневной свет, поскольку органы зрения человека в максимальной степени адаптированы именно к нему. Все искусственные источники света искажают реальную цветовую картину. Не является исключением и полупроводниковые источники света. Цветопередача полупроводниковых источников света в значительной мере определяется принципом получения белого света. Наибольшее распространение получили два метода [3]:

1) аддитивного сложения излучения трех полупроводниковых светодиодов – синего, красного, зеленого и синего света;

2) сложение излучения светодиода синего света с излучением красно-желтого излучения люминофора.

На рис. 1 показано получение белого света путем смешивания в определенной пропорции излучения красного, зеленого и синего светодиодов. В принципе такой способ должен быть достаточно эффективным. Для каждого из СД – красного, зеленого или синего – можно выбрать значения тока, соответствующие максимуму его внешнего квантового выхода излучения. Но при этих токах и напряжениях интенсивности каждого цвета не будут соответствовать значениям, необходимым для синтеза белого цвета. Этого можно достигнуть, изменяя число диодов каждого цвета и составляя источник из многих диодов. Для практических применений этот способ неудобен, поскольку нужно иметь несколько источников различного напряжения, много контактных вводов, устройства, смешивающие и фокусирующие свет от нескольких СД.

Второй способ – смешение синего излучения СД с излучением либо желто-зеленого люминофора, либо зеленого и красного люминофоров, возбуждаемых этим синим излучением. На рис. 2 показано получение белого света с помощью кристалла синего светодиода и нанесенного на него слоя желтого люминофора.

В настоящее время самым эффективным и экономичным способом является метод получения белого света с помощью кристалла синего светодиода и нанесенного на него слоя люминофора.

Цветовые характеристики системы люминофор-синий светодиод определяются четырьмя параметра-

ми: спектром люминесценции люминофора, длиной волны синего светодиода (обычно 455 нм), концентрацией порошка люминофора в люминофорной суспензии и толщиной пленки суспензии.

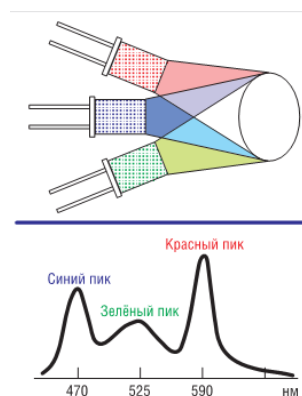


Рис. 1. Получение белого света путём смешивания излучения красного, зелёного и синего светодиодов

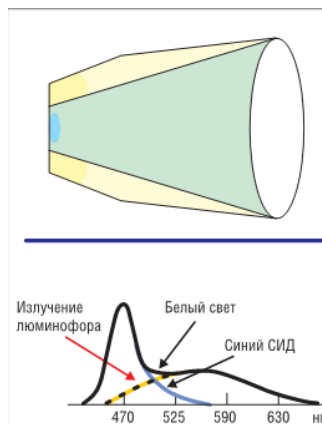


Рис. 2. Получение белого света с помощью кристалла синего светодиода и нанесённого на него слоя жёлтого люминофора

Процедура определения оптимальных значений этих параметров очень сложна и трудоёмка. Для определения оптимальных значений необходимо, как правило, изготовить и испытать несколько десятков пробных образцов. Однако даже после таких трудоёмких и дорогостоящих испытаний нет уверенности в том, что определенные эмпирическим путем оптимальные параметры системы люминофор-синий светодиод позволяют получать наилучшие для данного люминофора координаты цветности, т. е. полностью использован его потенциал. Под оптимальными пара-

метрами понимаются такие параметры, при которых координаты цветности системы люминофор-синий светодиод максимально близко приближаются к координатам цветности белого света.

Целью моей работы является исследование влияния толщины люминофорного покрытия на спектры излучения полупроводниковых источников света. Исследования спектра излучения проводились с помощью оптического волоконного спектрометра USB2000 с разрешением 0,5 нм. Фотографии люминофоров получены с помощью растрового электронного микроскопа Hitachi TM-1000.

Люминофорное покрытие, состоящее из 5 весовых процента порошка и 95 % оптического компаунда, различной толщины наносили на покровное стекло. После отверждения компаунда стекло размещали на поверхности плоского полупроводникового светодиода синего света и определяли их спектры излучения (рис. 3).

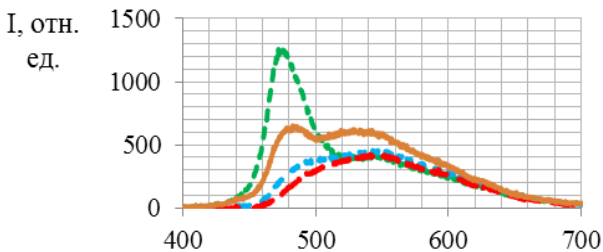


Рис. 3. Спектры излучения системы синий светодиод-люминофор. Толщина люминофора: красный – 440 мкм; синий – 296 мкм; коричневый – 175 мкм; зеленый – 86 мкм

В спектре излучения отчетливо видны две части [2]: широкий пик в области 450–500 нм – излучение синего света светодиода; и часть в области длин волн 500–650 нм – излучение люминофора. От соотношения этих частей зависит цветовая температура – важнейшая характеристика излучения. Люминофор имеет максимум в спектре люминесценции при 580–680 нм с полушириной полосы излучения 120–140 нм и при смешивании с излучением светодиода дает белый свет с цветовой температурой 4000–5000 К. Это наблюдается только при некоторой оптимальной толщине люминофорного покрытия. В нашем случае это толщина равна 150–175 мкм. При большей толщине преобладает красный свет с цветовой температурой 3000 К; при меньшей толщине синий свет с цветовой температурой 7000–8000 К. Таким образом, цветопередача полупроводникового источника света зависит от вида толщины люминофорного покрытия.

Результатом выполненной работы является исследование способов получения белого света и обеспечения цветопередачи в полупроводниковых источниках света. Проведены измерения их спектров излучения с различной толщиной слоя люминофора. Показано, что существует оптимальная толщина слоя, при котором достигается максимальная цветопередача.

Библиографические ссылки

1. Левшин В. Л., Левшин Л. В. Люминесценция и ее применение. М. : Наука, 1972.
2. Гуторов М. М. Основы светотехники и источники света : учеб. пособие для вузов. 2-е изд., доп. и перераб. М. : Энергоатомиздат, 1983. 384 с.
3. Шуберт Ф. Светодиоды : пер. с англ. / под ред. А. Э. Юновича. 2-е изд. М. : Физматлит, 2008. 496 с.

© Коротина Е. А., 2013

УДК 523.9

С. В. Коршунов

Научный руководитель – Л. В. Широносова
Аэрокосмический лицей имени Ю. В. Кондратюка, Новосибирск

СОЛНЕЧНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ

Мир пришел к пониманию экологически чистого и неиссякаемого источника энергии Солнца, как энергии будущего. В настоящее время особо остро стоит проблема возможности использования производства электроэнергии с помощью солнечных электростанций наряду с традиционными способами [1–5]. Так как за 9 минут Земля получает от Солнца больше энергии, чем человечество производит за весь год.

Цель работы: изучение перспектив и области применения солнечной энергии.

Задачи работы:

- ✓ исследовать эффективность и недостатки солнечной энергетики;
- ✓ рассмотреть возможность развития солнечной энергетики в России, в частности в Новосибирске;
- ✓ собрать функционирующую модель солнечной электростанции.

Идея создания и развития в России солнечной

энергетики с каждым годом приобретает все большую актуальность. Первая в России солнечная электростанция мощностью 100 кВт была запущена в сентябре 2010 года в Белгородской области.

На начало 2010 года общая мировая мощность фотоэлементной солнечной энергетики составила около 0,1 % общемировой генерации электроэнергии. Но за последние пять лет в мире ежегодный прирост солнечной энергетики составил в среднем около 50 %, что говорит само за себя.

Чтобы увеличить население Сибири, надо сделать Сибирь более привлекательной для жизни, усилить ее стратегическую роль в развитии России. Надо не догонять мировых лидеров в жилищном строительстве, повторяя их путь, а учитывая мировой опыт самостоятельно решать жилищную проблему, используя собственные экспертные и технологические ресурсы. Одним из таких решений является проект «Экодом». На данный момент такие дома есть и в Сибири, а точнее в Академгородке.

Количество солнечных дней в Новосибирской области приблизительно такое же, как и на юге России, где уже используют солнечную энергию. В Новосибирске количество солнечных дней около 150 в год, когда в Ялте – 115, в Барнауле – 161, в Сочи 125, в Ростове-на-Дону – 151. Исходя из этого, можно считать целесообразным развивать солнечную энергетику на юге Новосибирской области.

В XXI веке учёные создали материал, благодаря внедрению которого в подложку кремниевых нитей, можно увеличить количество получаемой энергии от солнечного излучения, так как он поглощает более 95 % падающего на него света.

Библиографические ссылки

1. Глиберман А. Я., Зайцева А. К. Кремниевые солнечные батареи. 1961.
2. Андреев В. А., Грилихес В. А., Румянцев В. Д. Фотозлектрическое преобразование концентрированного солнечного излучения. 1989.
3. Симон Ж., Андре Ж.-Ж. Молекулярные полупроводники фотозлектрические свойства и солнечные элементы. 1988.
4. URL: <http://www.pvrussia.ru/>.
5. URL: <http://www.solarimpulse.com/en/home/>.

© Коршунов С. В., 2013

УДК 008.2:524.854

В. А. Кочкина¹

Научный руководитель – Л. В. Зверинцева²

¹Гимназия № 11, Красноярск

²Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ КОСМОНАВТИКИ

Представлен аналитический обзор космических исследований и возможные перспективы дальнейших исследований в области освоения космического пространства.

В нашей стране выходит мало профессиональных работ по проблемам изучения космоса, как следствие, качественная аналитика развития космических исследований остается достоянием узкого круга профессионалов. Также отсутствует широкая дискуссия по космическим программам. После 1972 г. не возобновлялись пилотируемые полеты на Луну. США сворачивают программу пилотируемых полетов и исследования планет Солнечной системы. Россия после 1991 г. не реализовала ни одного успешного проекта по изучению дальнего космоса и постоянно откладывает сроки ввода в действие системы ГЛОНАСС. Другие космические державы (Китай, Индия, Евросоюз, Япония) сумели лишь частично повторить советские и американские достижения 1960-х годов. Мир как будто возвращается в 1957 год – к исходной точке изучения космического пространства.

Кризис в освоении космоса наблюдается по следующим причинам:

1) была признана техническая неосуществимость в обозримой перспективе пилотируемых полетов в дальний космос, ведь современные космические корабли построены на основе математических расчетов, выполненных в конце XIX в. российским ученым К. Э. Циолковским, а для совершения пилотируемых полетов на отдаленные расстояния требуются иные, пока не открытые, математические решения;

2) «лунная программа» была признана пределом технических возможностей США и России, модули

типа «Аполлон» и, тем более, корабли типа «Союз» технически не пригодны для совершения полетов даже к ближайшим планетам Солнечной системы (Марсу и Венере), не говоря уже о газовых «планетах-гигантах»;

3) была признана техническая невозможность создания полноценного «космического оружия»;

4) большинство космических проектов было признано нерентабельными.

Все больше приоритетом становится рентабельность космических проектов. Американская глобальная система «Navstar GPS», спутниковое телевидение и космический Интернет создали глобальное информационное пространство. Активно используется дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ), которое представляет из себя наблюдение поверхности Земли авиационными и космическими средствами, оснащенными различными видами съемочной аппаратуры. В 1991 г. в США ведущие американские и западноевропейские компании создали международный консорциум космической связи «Global Star», который обладает собственной спутниковой группировкой.

Но этот телекоммуникационный скачок 90-х годов не был революционным. Технологический потенциал для него был заложен еще в 1950-х годах, да и дальнейшее развитие телекоммуникаций также не требует технологических прорывов: достаточно совершенствовать существующие спутники и выводить их на околоземные орбиты.

С другой стороны успехи КНР, получившей доступ к российскому технологическому ресурсу, стали толчком к новому космическому соперничеству, потому как это единственная космическая держава, не участвующая в проекте международной космической станции (МКС). Между Россией, США и КНР началось напряженное соперничество за изучение поверхности Луны, Марса, Венеры, Меркурия, газовых планет и даже Солнца: в ближнем космосе Россия возобновила прерванное в 1995 г. развертывание системы ГЛОНАСС, а другие страны выдвинули проекты создания систем «Галилео» (ЕКА), «Бэйдоу» (Китай), «Quazi-Zenith» (Япония), IRNSS (Индия).

К началу 2010-х годов ситуация изменилась. Еще 1 июня 2009 г. администрация Б. Обамы создала Комиссию по изучению состояния пилотируемой космонавтики («Human Space Flight Plans Committee») во главе с Норманном Огустином, экс-директором компании «Локхид Мартин». На базе рекомендаций комиссии Огустина администрация Б. Обамы в 2011 г. свернула программу «Спейс-Шаттл» и заморозила программу «Созвездие». В России в эти годы сложилась такая ситуация: 5 декабря 2010 г. при старте ракетоносителя «Протон-М» погибли три спутника системы «ГЛОНАСС», 18 августа 2011 г. состоялся неудачный старт спутника системы ГЛОНАСС «Экспресс-АМ4», 24 августа произошла авария при запуске транспортного корабля «Прогресс М-12М». Ситуация усугубилась после гибели 9 ноября того же года автоматической марсианской станции «Фобос-грунт». В результате в декабре 2011 г. президент России Д. А. Медведев поручил вице-премьеру Д. О. Рогозину провести ревизию работы «Роскосмоса». При этом КНР организовала пилотируемый космический полет (2003), запустила программу непилотируемого исследования Луны (зонд для изучения лунной поверхности) (2007) и испытала противоспутниковое оружие (2007). Индия вывела группировку спутников на полярные орбиты и также запустила лунный зонд. ЕКА создало небольшие аппараты для картографирования поверхности Луны, Марса и Венеры.

За этим скрываются глубокие проблемы. Космический прорыв 1960-х годов имел место благодаря ши-

рокому внедрению в советскую и американскую школу естественных и точных наук, а также финансированию государством крупных проектов, которые не дают немедленных результатов. Современные демократические государства все менее способны к мобилизации ресурсов. Преобладают гигантские бюрократические системы, которые неизбежно делятся на влиятельные «группы интересов». Важнейшее условие деятельности таких групп – извлечение быстрой прибыли. Да и нынешний избиратель, в отличие от избирателя 1930–1940-х годов, не готов терпеть неудобства ради абстрактных космических проектов. Ученые фиксируют, что за минувшие тридцать лет и в США, и в России, и особенно в странах ЕС упал уровень преподавания естественных наук. Физики с тревогой отмечают, что за последние пятьдесят лет в мире не было крупных открытий в области естественных наук.

Также космические державы не имеют четко поставленных задач в космосе. Наука, способная к новым космическим прорывам, теряет потенциал для создания новых импульсов. Познание космоса все больше ограничивается непилотируемыми полетами в ближний космос. России следует провести детальную ревизию проектов освоения дальнего космоса. Развивая космонавтику, мы прогнозируем и строим свое будущее. Воспитание, объединение и привлечение молодежи к космической деятельности стало актуальной задачей.

Библиографические ссылки

1. Фененко А. Космические перспективы: повестка на сто лет // *Мир через 100 лет. Аналитика*. 12 апреля 2012 г. URL: http://russiancouncil.ru/inner/?id_4=305.
2. Фененко А. Россия и новая среда космических исследований // *Космос. Аналитика*. 08 августа 2011 г. URL: http://russiancouncil.ru/inner/?id_4=45.
3. Кричевский С. В. Космонавтика и гражданское общество // *Общественные науки и современность*. 1995. № 2. С. 149–158.

© Кочкина В. А., 2013

УДК 52(15)

Д. В. Кругликов¹, Е. О. Бойченко¹

Научный руководитель – В. В. Кольга²

¹Центр дополнительного образования детей
«Аэрокосмическая школа», Красноярск

²Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ СПАСЕНИЯ МОДЕЛЕЙ РАКЕТ

Сейчас в системах спасения моделей ракет чаще всего применяют вышибной заряд, используемый в МРД (модельный ракетный двигатель). Благодаря этому получается простая конструкция, но заряд срабатывает лишь через определенное время после догорания топлива. Этот вариант не гарантирует открытия парашюта в верхней точке, оптимальной с позиции спортивного моделизма. Кроме того, классическая система спасения не обеспечивает раскрытие парашюта при нештатных ситуациях, например, в случае нестабильного полета ракеты по тяге и направлению, в том числе горизонтального. Это опасно при проведении массовых мероприятий с запусками моделей ракет [1–4].

Представлена разработка конструктивно-сборочных схем и изготовление экспериментальных моделей ракет с различными системами отделения головных частей, изучение свойств и возможностей различных систем спасения, сравнение полученных образцов систем спасения.

Постройка летающих моделей ракет получила в мире широкое распространение. Классические системы спасения моделей ракет после полета в настоящее время основаны на действии вышибного заряда модельного ракетного двигателя (МРД). Модельные ракетные двигатели (МРД) предназначены для создания движущей силы, обозначения траектории полета и раскрытия системы спасения моделей ракет и ракетопланов в технических видах творчества и спорта. МРД могут быть использованы для запуска моделей в диапазоне температур окружающего воздуха от минус 40 до плюс 40 °С.

МРД (см. рисунок) состоит из прочной бумажной оболочки, в которую запрессованы сопло, заряд твердого топлива, замедлитель и вышибной заряд. Движущая сила (тяга) МРД создается за счет истечения через сопло продуктов сгорания заряда твердого топлива.

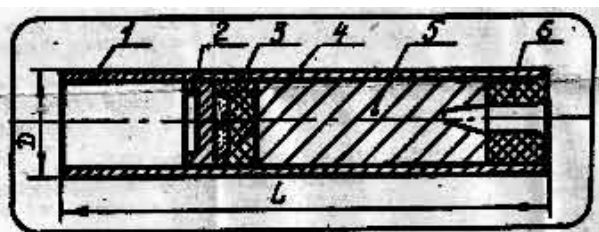


Схема МРД:

- 1 – оболочка; 2 – пыж; 3 – вышибной заряд;
4 – замедлитель; 5 – заряд; 6 – сопло

После окончания работы заряда загорается замедлитель, продукты сгорания которого образуют дымовой след для наблюдения за полетом модели. Тяга при сгорании замедлителя не создается.

После отработки замедлителя от него воспламеняется вышибной заряд, который раскрывает систему спасения модели, например, парашют.

Простая конструкция МРД обеспечивает срабатывание вышибного заряда лишь через определенное время после догорания топлива. Этот вариант не гарантирует открытия парашюта в верхней точке траектории, что создает определенные неудобства в спортивном ракетомоделизме. Кроме того, классическая система спасения не обеспечивает раскрытие парашюта в нестандартных ситуациях, например, в случае нестабильного полета ракеты по тяге и направлению, в том числе горизонтального.

Мы хотим исправить этот недостаток. Нами были рассмотрены четыре наиболее приемлемых варианта системы спасения моделей ракет. Это:

- 1) система спасения, работающая на светодиодном датчике;
- 2) система спасения, работающая на барометрическом датчике;
- 3) система спасения, работающая на гироскопическом датчике;

4) система спасения, работающая на магнитном датчике.

Целью исследовательской работы является изучение методов спасения моделей ракет.

Задачи, решаемые в ходе исследования:

1. Сравнительный анализ методов спасения моделей ракет (по надежности срабатывания и стоимости изготовления);
2. Разработка конструктивно-сборочных схем и изготовление экспериментальных моделей с различными системами отделения головных частей;
3. Проведение запусков с целью апробации предложенных систем спасения;
4. Анализ экспериментальных данных с целью выбора оптимального решения.

Анализ различных систем спасения

Система спасения, работающая на световом датчике

Принцип работы

Данная система спасения работает за счет двух светодиодов, реагирующих на ультрафиолетовое излучение. Принцип работы основан на том, что уровень УФ-излучения, излучаемый со стороны неба, всегда выше, чем уровень излучения, отражаемый со стороны земли. Один из светодиодов во время старта и полета направлен вниз, другой вверх. Как только ракета начинает падать и наклоняется, фиксируется изменение уровня мощности УФ-излучения с верхнего светодиода, и ток поступает на воспламенитель вышибного заряда.

Преимущества: не дорогие расходные материалы,

Недостатки: при неправильном расположении нижнего светодиода есть риск, что свет, испускаемый при воспламенении двигателя, попадет в его «поле зрения».

Система спасения, работающая на барометрическом датчике

Принцип работы

Общеизвестно, что чем больше высота, тем ниже атмосферное давление. Как только ракета достигает наивысшей точки полета и начинает падать, давление начинает увеличиваться, при помощи барометра фиксируется изменение давления и ток поступает к воспламенителю вышибного заряда.

Преимущества: при помощи этого датчика мы можем определить график высоты полета ракеты (нужно написать соответствующую программу для микроконтроллера). При использовании очень чувствительного датчика можно добиться максимально хорошего результата.

Недостатки: при использовании очень чувствительного датчика, сильно возрастает стоимость.

Система спасения, работающая на гироскопическом датчике

Принцип работы

Как только ракета достигает наивысшей точки полета и начинает наклоняться, при помощи гироскопа

фиксируется изменение угла наклона и ток поступает к воспламенителю вышибного заряда.

Преимущества: высокая надежность.

Недостатки: сложность оптимизация соотношения «вес датчика – стоимость»..

Система спасения, работающая на магнитном датчике

Принцип работы

Магнитные линии Земли имеют четко определенную ориентацию в любой момент времени. Магнитный датчик определяет положение относительно силовых линий магнитного поля планеты, когда ракета начинает падать (и соответственно наклоняться), датчик фиксирует отклонение от магнитных линий и ток подается на воспламенитель вышибного заряда.

Преимущества: не имеет каких либо явных преимуществ над другими системами спасения.

Недостатки: может произвольно сработать, если рядом есть металлические предметы, имеются трудности в калибровке, недостаточна точный.

Некоторые из перечисленных выше датчиков имеют цифровой выход (гироскопический, барометрический), поэтому целесообразно использовать микроконтроллер для обработки сигнала. Схемы, работающие при помощи микроконтроллера, также целесообразно использовать и для изготовления светового и магнитного датчиков, так как с помощью МК можно добиться более быстрого срабатывания. Также вместо вышибного заряда целесообразно использовать серво-машинку, которая будет открывать защелку соединяющую головную часть и корпус ракеты. Это позволит снизить вес (для воспламенения вышибного заряда необходим куда более мощный элемент питания, чем для работы серво – машинки) и

избежать расходов на порох и запалы. Возможно, каждая система будет изготовлена и в варианте с серво-машинкой, и в варианте с вышибным зарядом.

На данный момент разработана конструктивно-сборочная схема для системы спасения, работающей на светодиодном датчике, производится написание программы для микроконтроллера и сборка самого датчика.

Кроме вышеперечисленных дополнительно нами были рассмотрены другие системы, которые в перспективе могут быть использованы при разделении ступеней в многоступенчатых моделях ракет.

Система спасения, работающая на термическом датчике

Принцип работы

Термический датчик устанавливается сбоку от МРД. Как только из двигателя перестает истекать газовая струя, на воспламенитель вышибного заряда подается ток.

Система спасения, работающая на звуковом датчике

Принцип работы

Во время полета газовая струя двигателя создает довольно мощный звук. Звуковой датчик устанавливается в районе МРД. Как только двигатель перестает работать, фиксируется изменение уровня звука и подается ток на воспламенитель вышибного заряда.

Таким образом:

1. Были рассмотрены различные системы спасения моделей ракет и проведен сравнительный анализ стоимости их изготовления.

2. Разработана конструктивно-сборочная схема для системы спасения, работающей на светодиодном датчике порядок ее установки на модель ракеты.

Сравнительная таблица систем спасения

Параметры	Светодиодный датчик	Барометрический датчик	Гироскопический датчик	Магнитный датчик
Вес (гр.)	10–15	10–15	10–30	10–20
Стоимость (руб.)	≈190 ≈290	≈ от 300 ≈ от 400	≈ от 300 ≈ от 400	≈170 ≈270
Надежность запусков	–	–	–	–
Примерное время изготовления, час	2	3,5	4,5	3,5
«+» и «-»	«+»: Не дорогой, относительно прост в изготовлении. «-»: Не выявлено	«+»: Можно определить высоту полета. «-»: Сложность калибровки	«+»: Большая надежность. «-»: Высокая стоимость оборудования	«+»: Не имеет ярко выраженных преимуществ. «-»: Имеются трудности в калибровке, срабатывает, если рядом есть металлические предметы

Примечания. Стоимость указывается для двух вариантов: с вышибным зарядом и серво-машинкой; время изготовления без учета времени, потраченного на разработку, написание программы для МК и калибровку.

Следующим этапом исследовательской работы является завершение изготовления системы спасения, работающей на светодиодном датчике и ее испытание, разработка и изготовление следующих систем спасения.

Библиографические ссылки

1. Белов А. В. *Микроконтроллеры в радиолобительской практике*. СПб. : Наука и техника, 2007. 352 с.

2. URL: http://detect-ufo.narod.ru/pribor/magnometr/magnito_res/magnito_res.html.

3. URL: <http://serge77.rocketworkshop.net/rocketled/rocketled.htm>.

4. Феодосьев В. И., Синярев Г. Б. *Введение в ракетную технику*. М. : Гос. техн.-теоретич. изд-во, 1961. 509 с.

© Кругликов Д. В., Бойченко Е. О., 2013

УДК 621.396.33:528.8

А. Б. Лемешко, А. С. Васильева

Научный руководитель – В. В. Лемешкова¹, Ю. П. Юронен²

¹КГОАУ «Школа космонавтики», г. Железногорск

²Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ЛЕНТОЧНЫЕ БОРЫ В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ

Предпринята попытка выявить черты сходства сосновых боров Красноярского края и ленточных боров, расположенных на юге Западной Сибири, на основании анализа сканерных космических снимков в результате их дешифровки и классификации. Нами выявлены лесные массивы, которые по конфигурации и расположению сопоставимы с эталонными ленточными борами Западной Сибири [1–12].

Нами изучены лесные массивы в пределах Красноярского края, которые испытывают усиленное антропогенное воздействие при этом они соответствуют реликтовым уникальным природным образованиям, которые играют важную водоохранную роль, препятствуют деградации почв, влияют на климат и имеют большое рекреационное значение.

Гипотеза: в лесостепных зонах Красноярского края присутствуют лесные массивы, которые по происхождению и распространению соответствуют ленточным борам юга Западной Сибири.

Цель исследования – изучить современное распространение ленточных боров в Красноярском крае с применением геоинформационных методов и космических снимков.

Объект исследования ленточные боры в Красноярском крае.

Предмет исследования – расположение лесных массивов соответствующих ленточным борам.

На данном этапе исследования проведено дешифрирование и классификация сканерных космических снимков в результате которой выявлены лесные массивы, которые по конфигурации и расположению сопоставимы с эталонными ленточными борами Западной Сибири и Южного Урала. К таким массивам в пределах Красноярского края можно отнести сосновые боры, расположенные вдоль русла рек Абакан, Енисей, Минусинка, Малая Иня.

Подведем итог. Своим исследованием мы нашли подтверждение выдвинутой гипотезы.

На юге Красноярского Края, в Минусинской котловине, присутствуют лесные массивы, например, бор вдоль реки Малая Иня, и вдоль реки Минусинка, по конфигурации и растительному составу схожие с ленточными борами юга Западной Сибири. Прове-

денное дешифрирование космических снимков позволило выявить характерные особенности, присущие реликтовым сосновым борам. Отслеживая изменения границ за промежуток времени за 1975–2013 год, мы можем отметить нарастающее сходство минусинских лесных массивов с ленточными борами Западной Сибири. Так как хозяйственная деятельность приводит к сужению границ леса.

Научная новизна исследования: Впервые проведено геоинформационное математико-картографическое выделение и описание ленточных боров в Красноярском крае.

Практическая значимость. Материалы исследования могут служить основой организации охранных мероприятий и планирования мероприятий по восстановлению реликтовых массивов сосновых боров в Красноярском крае.

Библиографические ссылки

1. Величко М. Ф. *Маленькие путешествия вокруг большого города*. Красноярск : Кн. изд-во, 1989. URL: <http://day-x.narod.ru/VelichkoMF/#052>.

2. Жаринова Н. Ю., *Почвы поим малых рек Красноярской лесостепи : автореф. дис. ... канд. биол. наук, 24 ноября 2011 г.* Красноярск. URL: <http://www.referun.com/n/pochvy-poym-malyh-rek-krasnoyarskoj-lesostepi>.

3. *Красная книга СССР. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных и растений*. М. : Лесная промышленность, 1978.

4. Лебедев Л. В. *Водный и тепловой балансы природных комплексов речных бассейнов // Экологическое влияние на среду*. Красноярск, 1977. 150 с.

5. Мальцев В. Н. *Лес как фактор и индикатор водности бассейнов малых рек // География и геоэко-*

логия Сибири : сб. статей науч.-практ. конф. Вып. 3. Красноярск, 2008. С. 114.

6. Неустроева М. В. Методические аспекты комплексных геоэкологических исследований (на примере зелёной зоны Красноярск) // География и геоэкология Сибири : сб. статей науч.-практ. конф. Вып. 2. Красноярск, 2007. С. 136.

7. Шовенгердт Р. А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений / пер. с англ. А. В. Кирюшина, А. И. Демьяникова. М. : Техносфера, 2010. 560 с.

8. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Landsat>, сайт Landsat с архивом космических снимков.

9. URL: <http://www.outdoors.ru/region/altay/altay145.php> сведения о ленточных борях степного Алтая.

10. URL: <http://greenpressa.ru/viewtopic.php?f=39&t=3217> – форум лесной отрасли: статьи о проблемах ленточных боров.

11. URL: <http://aaa-konsalting.ru/klofoe-daigxeoveogor/>Ленточный бор – характеристика Ленточных боров.

12. URL: <http://slovari.yandex.ru/~книгу/БСЭ/Ленточные%20боры/> статья о происхождении ленточных боров.

© Лемешко А. Б., Васильева А. С., 2013

ДК 52(15)

С. А. Леонтьева, Т. С. Хисматуллина
Научный руководитель – В. В. Коскин
КГОАУ «Школа космонавтики», Железногорск

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ ПРИ ЗАПУСКЕ НА СТАЦИОНАРНУЮ ОРБИТУ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ С ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

Рассматривается возможность использования стационарных плазменных двигателей на этапе выведения космических аппаратов на орбиту.

Проблема: запуск одного космического аппарата обходится очень дорого, а так же Казахстан в этом году ограничил количество запускаемых космических аппаратов (КА) с Байконура с 17 до 12.

В настоящее время на каждый спутник связи согласно [1] ставится для коррекции орбиты стационарные плазменные двигатели (СПД) с удельной тягой 1 700 единиц. В работе рассматривается возможность использования этих двигателей на этапе выведения КА на орбиту. Высокая удельная тяга этих двигателей позволит увеличить конечный вес выводимых КА на орбите.

Стоящий на спутниках ксенон в баках будет не только корректировать наклонение орбиты, но и доводить его до нуля при начальном запуске на орбиту с небольшим наклонением. При этом запуск на орбиту с небольшим начальным наклонением позволяет увеличить массу выводимого ракетой носителем полезного груза.

В результате проведенного анализа (на примере ракеты носителя «Протон») мы пришли к выводу что за счет использования собственных СПД имеющихся на КА за счет увеличения запаса ксенона в баках увеличится суммарный вес выводимых на ГСО КА ракет-носителей «Протон» с 3250 кг до 4500 кг, т.е. практически в полтора раза.

Такой же эффект может быть получен при запусках ракет носителя «Ангара» с полигона «Восточный». Ожидаемое увеличение веса составляет с 4,6 до 6 т.

Библиографическая ссылка

1. Косенко В. Е., Чеботарева В. Е. Основы проектирования космических аппаратов информационного обеспечения : учеб. пособие. Красноярск, 2011.

© Леонтьева С. А., Хисматуллина Т. С., 2013

УДК 51

И. А. Луговец, Г. Н. Василенко
Научный руководитель – Л. В. Романовская
МАОУ Лицей 7, Красноярск

ЧТО ТАКОЕ ФЛЕКСАГОН

Многие считают, что математика неинтересная, состоит только из формул, задач, решений уравнений. Цель работы – показать, что математика – удивительный и необычный предмет для изучения. Работа рассматривает необычные фигуры – флексагоны, обладающие поразительной способностью внезапно менять свою форму и цвет.

Цель работы рассмотреть историю возникновения понятия флексагона, его виды и свойства, найти прак-

тическое применение, выполнить модели флексагонов.

Задачи

1. Изучить необходимую литературу;
2. Выбрать интересующий вид;
3. Найти практическое применение флексагону;
4. Выполнить модели флексагонов.

Проблемаработы – проведя опрос среди учеников школы, выяснилось, что никто не знает, что такое флексагон и даже не задумывается об их существованию.

Актуальность – проект предназначен для углубления знаний учащихся в области математики. Во время работы над проектом осуществляются межпредметные связи математики с другими дисциплинами, такими, как информатика и ИКТ, логика, изобразительное искусство.

Как и многие другие удивительные вещи в мире, флексагоны были открыты по чистой случайности [1–3]. В далеком 1939 г. английский аспирант Артур Х. Стоун учился в американском Принстоне. Из-за несоответствия форматов американских и английских блокнотов, Стоун решил немного обрезать американский аналог и сделать его более похожим на привычный. Решив после этого немного занять себя, Артур из прямоугольников, которые остались у него после обрезки, решил сложить какие-нибудь фигуры. Одна из сделанных им фигур оказалась особенно интересной. Перегнув полоску бумаги в трех местах и соединив концы, он получил правильный шестиугольник. Взяв этот шестиугольник за два смежных треугольника, Стоун подогнул противоположный угол вниз так, что его вершина совпала с центром фигуры. При этом Стоун обратил внимание на то, что когда шестиугольник раскрывался словно бутон, видимой становилась совсем другая поверхность. Если бы обе стороны исходного шестиугольника были разного цвета, то после перегибания видимая поверхность изменила бы свою окраску. Так был открыт самый первый флексагон с тремя поверхностями. Поразмыслив над ним ночь, Стоун наутро убедился в правильности своих чисто умозрительных заключений: оказалось, можно построить и более сложный шестиугольник с шестью поверхностями вместо трех. При этом Стоуну удалось найти настолько интересную конфигурацию, что он решил показать свои бумажные модели друзьям по университету. Вскоре «флексагоны» в изобилии стали появляться на столе во время завтраков и обедов, когда вся компания собиралась вместе. Для проникновения в тайны «флексологии» был организован «Флексагонный комитет». Кроме Стоуна, в него вошли аспирант-математик Бриан Таккерман, аспирант-физик Ричард Фейнман и молодой преподаватель математики Джон У. Тьюки. Постоянные модели были названы гексафлексагонами: «гекса» – из-за их шестиугольной формы (от греческого «гекс», что означает шесть), «флексагонами» – из-за их способности складываться (to flex [англ.] – складываться, сгибаться, гнутья).

Классификация флексагон

1. Унагексафлексагон. Полоску из трех треугольников разглаживают и концы ее соединяют так, чтобы получился лист Мёбиуса с треугольным краем. Поскольку лист Мёбиуса имеет только одну сторону и состоит из шести треугольников, его можно назвать унагексафлексагоном, хотя, разумеется, у него нет шести сторон и он не складывается.

2. Дуогексафлексагон представляет собой просто шестиугольник, вырезанный из бумаги. У него две стороны, но он не складывается.

3. Тригексафлексагон. Существует только одна разновидность этого флексагона, именно она и была уже описана.

4. Тетрагексафлексагон также существует лишь в единственном варианте. Его складывают из пилообразной полоски, изображенной на рис. ниже, под буквой а.

5. Пентагексафлексагон. Единственную разновидность этого флексагона складывают из полоски, показанной на рис. ниже, под буквой б.

6. Гексагексафлексагон. Существует три различных типа этих флексагонов, каждый из них обладает неповторимыми свойствами. Дано описание лишь одного типа. Два остальных можно сделать из полосок форма которых показана на рис. ниже, под буквой в.

7. Гептагексафлексагон. Его складывают из трех полосок бумаги, изображенных на рис. ниже под буквой г. Первую полоску можно сложить двумя различными способами, поэтому общее число возможных форм гептагексафлексагонов равно 4. Третью форму этих флексагонов конструируют из полоски бумаги, имеющей вид восьмерки с перекрывающимися частями. Это первая из фигур, которые Луи Таккерман назвал «флексагонными улицами». Поверхности этой фигуры можно перенумеровать так, что на «пути Таккермана» они будут встречаться «по порядку номеров», как дома на улице.

Существует 12 различных типов октагексафлексагонов, 27 типов эннагексафлексагонов и 82 типа декагексафлексагонов. Точное число флексагонов каждого порядка определяется неоднозначно и зависит от того, что следует понимать под «различными» флексагонами.

Например, все флексагоны имеют асимметричную структуру и делятся на правые и левые, но зеркально-симметричные формы флексагонов вряд ли следует считать самостоятельными.

Библиографические ссылки

1. Гарднер М. Математические чудеса и тайны: Математические фокусы и головоломки. М. : Наука, 1982.
2. URL: http://www.arbuz.uz/z_flex.html.
3. URL: <http://planetaorigami.ru/2012/11/fleksagony>.

© Луговец И. А., Василенко Г. Н., 2013

Е. П. Моляренко
Научный руководитель – М. В. Разуваева
Центр дополнительного образования детей
«Аэрокосмическая школа», Красноярск

ОСОБЕННОСТИ ПОЛЕТА ЖЕНЩИНЫ-КОСМОНАВТА ВАЛЕНТИНЫ ТЕРЕШКОВОЙ

Валентина Терешкова первая в мире женщина-космонавт. Как может попасть в космос такое хрупкое создание как женщина? Нет однозначного ответа на этот вопрос. Данная работа посвящена выяснению следующих вопросов: какова была жизнь космонавтки до ее полета в космос? Как проходили тренировки? Почему была выбрана именно Валентина Терешкова? Как проходил полет? Какие проблемы приходилось решать?

В отряд космонавтов Терешкова была зачислена 12 марта 1962 года и стала проходить обучение как слушатель-космонавт 2-го отряда. 29 ноября 1962 года она сдала выпускные экзамены по ОКП на «отлично». С 1 декабря 1962 года Терешкова – космонавт 1-го отряда 1-го отдела. С 16 июня 1963 года, то есть сразу после полета, она стала инструктором-космонавтом 1-го отряда и была на этой должности до 14 марта 1966 года [1].

Во время обучения она проходила тренировки на устойчивость организма к факторам космического полета. Тренировки включали в себя термокамеру, где надо было находиться в летном комбинезоне при температуре +70 °С и влажности 30 %, сурдокамеру – изолированное от звуков помещение, где каждая кандидатка должна была провести 10 суток.

Тренировки в невесомости проходили на МИГ-15. При выполнении параболической горки внутри самолета устанавливалась невесомость на 40 секунд, и таких сеансов было 3–4 за полет. Во время каждого сеанса надо было выполнить очередное задание: написать имя и фамилию, попробовать поесть, поговорить по рации.

Особое внимание уделялось парашютной подготовке, так как космонавт перед самой посадкой катапультировался и приземлялся отдельно на парашюте. Поскольку всегда существовал риск приводнения спускаемого аппарата, проводились и тренировки по парашютным прыжкам в море, в технологическом, то есть не пригнанном по размеру, скафандре.

Свой космический полет (первый в мире полет женщины-космонавта) Терешкова совершила 16 июня 1963 года на космическом корабле Восток-6, он продолжался почти трое суток. Старт произошел на Байконуре не с «гагаринской» площадки, а с дублирующей. Одновременно на орбите находился космический корабль Восток-5, пилотируемый космонавтом Валерием Быковским.

В день первого полета в космос она сказала родным, что уезжает на соревнования парашютистов, о полете они узнали из новостей по радио.

Позывной Терешковой на время полета – «Чайка».

В полете Терешкова столкнулась с техническими проблемами. Оказалось, что полярность выдаваемых команд была противоположна направлению движения ручки в ручном режиме (корабль поворачивался не в ту сторону, что при отработке на тренажере). В автоматическом же режиме полярность была правильная, что дало возможность штатно сориентировать и посадить корабль. А дело было в неправильном монтаже проводов управления: давались команды не на снижение, а на подъем орбиты корабля. С Земли Валентина получила новые данные и заложила их в компьютер. О случившемся Терешкова молчала более сорока лет, поскольку С. П. Королев попросил ее никому об этом не рассказывать.

Проблемы в полете Терешковой имеют и сугубо физиологическое объяснение, связанное с особенностями женского организма.

Несмотря на тошноту и физический дискомфорт, Терешкова выдержала 48 оборотов вокруг Земли и провела почти трое суток в космосе, где вела бортовой журнал и делала фотографии горизонта, которые позже были использованы для обнаружения аэрозольных слоев в атмосфере.

По свидетельству летчицы Марины Попович, при ней после полета Валентине Терешковой С. П. Королев сказал: «Пока я жив, ни одна женщина в космос больше не полетит».

Библиографическая ссылка

1. URL: <http://ru.wikipedia.org/>.

© Моляренко Е. П., 2013

УДК 549

А. С. Новикова
 Научный руководитель – А. П. Андреев
 КГОАУ «Школа космонавтики», Железногорск

КАМНИ КАК ТАЛИСМАНЫ И АМУЛЕТЫ

Традиция почитать драгоценные камни и украшать ими себя укоренилась ещё в древних Египте и Риме. Эпоха Ренессанса принесла с собой моду на полудрагоценные камни [1–4].

Помимо внешней красоты минералы всегда привлекали людей своими свойствами. Издавна камни становились талисманами и амулетами, отдающими своего владельца под покровительство добрых сил, развивающими таланты, закаляющими характер. Развитие астрологии усилило веру в магию драгоценных камней. Драгоценные камни, соответствующие двенадцати знакам Зодиака, получили наибольший «рейтинг».

В наши дни геммология – наука о драгоценных камнях – оказалась на новом витке популярности. Возрос интерес и к гороскопам, составляемым для знаков Зодиака. Что касается современной астрологии, то она придаёт драгоценным камням не меньшее значение.

Камни дольше других предметов удерживают энергию, рождающуюся от взаимодействия с человеком в процессе его жизни. Поэтому вера в магическую силу драгоценных камней уходит в глубь тысячелетий. Отмечают, что украденные камни проявляют отрицательные свойства, а купленные становятся талисманами через много лет. Подлинные талисманы – это камни, подаренные или перешедшие по наследству. Говорят, что за короткий период времени можно вдохнуть жизнь в тот камень, с которым вы нашли взаимодействие и хотите, чтобы он оберегал вас постоянно.

Для эффективной работы талисмана особенно важна тонкая настройка вашей психики на вибрационную волну минерала. И тогда вы будете работать в резонансе с космическими ритмами, усиливая свои

собственные возможности. Как правило, требуется помощь специалиста.

Так, например:

- Александр Сергеевич Пушкин (по гороскопу принадлежащий Близнецам) любил больше всего сердолик.

- Писателя М. А. Булгакова вдохновлял его мерцающий синий сапфир, именно он подпитывал своим волшебным светом при работе над романом «Мастер и Маргарита».

- Перстень с гематитом (кровоавиком) был талисманом Александра Македонского.

Исходя из выше сказанного, возникает вопрос: есть ли какая-то закономерность или зависимость минералов и соответствующих им знаков зодиака от физических или химических свойств.

В данной работе поставлена цель найти какую-либо зависимость магических свойств, приписываемых им от физико-химических свойств минералов.

Библиографические ссылки

1. URL: <http://pogadalki.ru/kamni-po-zodiaku>
2. URL: <http://www.opakyl.ru/stones.php?id=27>
3. URL: http://www.treeland.ru/article/pomo/gems/Stones_from_the_disease
4. URL: <http://www.devchatam.ru/stihiya>

© Новикова А. С., 2013

УДК 002

В. А. Пайор
 Научный руководитель – О. В. Чевычелова
 MAOY Лицей №7, Красноярск

ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ

Дополненная реальность – это технология совмещения виртуальных данных с реальными объектами, методом наложения цифровых данных в режиме реального времени. Целью данного проекта является создание новых методов распознавания реальных объектов камерой и разработка мобильной платформы дополненной реальности. Дополненную реальность можно применять в различных сферах: образовании, ориентировании, науке, рекламе и компьютерных играх [1–5].

Одно из перспективных направлений ИТ-разработок является дополненная реальность. Данная технология – это новый способ доступа к данным, а влияние этой технологии на общество в будущем может оказаться сравнимым с эффектом от появления Интернета. Дополненная реальность (AR от англ. AugmentedReality) – это технология наложения информации в формате текста, графики, 3d-моделей и других виртуальных объектов на реальные объекты в

режиме реального времени. Именно взаимодействия вычислительных устройств с картинкой реального мира отличает дополненную реальность от виртуальной. Другими словами, основная задача дополненной реальности – расширить взаимодействие пользователя с окружающим миром, а не отдалить его от реальности.

Главной целью моего проекта являлось создание кроссплатформенного программного движка допол-

ненной реальности. Разработка на базе него универсального приложения (браузера) дополненной реальности. Под «браузером» подразумевается приложение способно считывать разные типы маркеров, а также использовать GPS данные устройства. AR-браузер в отличие от других аналогичных программ не имеет встроенного контента, а подгружает его из сети или внешних папок. Ещё одной важной особенностью AR-браузера является способность создавать маркеры самостоятельно. За эту функцию отвечает специальный модуль, генерирующий код из изображения с камеры гаджета.



На сегодняшний день дополненная реальность ещё не вошла в нашу жизнь. Несмотря на то, что эта технология может найти применение в различных сферах деятельности человека, для многих она по-прежнему остаётся неизвестной. На то есть ряд различных причин. Первое – это практически полное отсутствие приложений, использующих эту технологию на рынке мобильного софта. В основном дополненную реальность применяют в качестве промо приложений, основанных на «Wow!»-эффекте. Второе – это слабые и очень дорогие AR-движки, возможности которых оставляют желать лучшего. Но так или иначе, дополненная реальность рано или поздно станет неотъемлемой частью нашего будущего, а точнее к 2016 году она уже займёт лидирующую позицию на рынке ПО, а к 2021 станет одной из основных направлений в IT (по данным Gartner). Другой проблемой современной AR является ограниченный контент. Пользователь может «прочитать» маркер лишь скачав соответствующее приложение, то есть для каждого маркера требуется своё приложение, что создаёт значительные неудобства. Сферы применения дополненной реальности не ограничены рекламой и играми, эта технология найдёт своё применения в образовании, технике, логистике и строительстве. Возможности современных гаджетов открывают невероятные перспективы дальнейшего развития дополненной реальности. В планах интеграция приложений AR с Intel Perceptual Computing SDK (специальная библиотека для управления камерой Creative Interactive Gesture Camera. Это камера, позволяющая распознавать жесты и мимику).

Такого рода преобразование позволит сделать дополненную реальность «осязаемой», то есть пользователи смогут воздействовать на контент с помощью жестов.



В процессе разработки были исследованы и задействованы в финальной версии два основных вида трекинга: оптический и неоптический.

Оптический трекинг подразумевает непосредственное использование камеры устройства для распознавания конкретно заданных объектов действительности – маркеров. В зависимости от сложности маркеров методы оптического трекинга разделяются на точечный и метод маски.

Метод маски – это простой алгоритм, в основе которого лежит наложение комбинации единиц и нулей на изображение, получаемое с камеры, таким образом в случае 85-100% совпадения реального изображения с его цифровой интерпретацией программа захватывает координаты этого изображения и привязывает к ним контент (например 3D-модель). Такой метод идеально подходит для распознавания простых монохромных маркеров, таких как штрих-коды, bar-коды, QR и им подобные.

Точечный метод, отличие от маски, задействует сразу три характеристики изображения: цвет, форму и координату. Все три составляющие входят в параметры «точки», условной единицы, служащей не только для распознавания изображения, но и для более корректного размещения виртуального контента относительно реального объекта. Это метод позволяет распознавать любые изображения различной сложности и практически при любых условиях. Ещё одним важным достоинством этого метода является возможность распознавания объёмных объектов.

Неоптический трекинг – полностью независим от маркеров и прочих объектов окружающей среды. Для размещения контента он использует GPS координаты устройства, а так же показания датчика угла наклона.

Для организации взаимодействия приложения с сетью были использованы Google Maps API, Wikipedia API, а так же облачное хранилище на базе сервера Linux. Для рендеринга трехмерной графики использовалась технология OpenGLS 2.0.

На сегодняшний день мне удалось разработать собственную систему трекинга маркеров и наложения контента различного типа (3d модели и анимация, виртуальные кнопки, графика, видео, аудио и др.). На базе этой системы и уже имеющихся «открытых» технологий был создан браузер дополненной реальности включающий следующие функции:

- распознавание маркеров;
- использование GPS данных и гироскопа;
- поддержка мульти контента, например видео +3d;
- создание маркеров;
- поддержка веб-ресурсов;

- поддержка навигации в Google Maps;
- облачное и локальное хранилище.

Библиографические ссылки

1. Дэрс Л., Кондер Ш. *Android за 24 часа*.
2. *insideAR (электронный журнал)*.
3. *Android Developer Portal developer.android.com/*
4. Блог www.habrahabr.ru/.
5. *Википедия*.

© Пайор В. А., 2013

УДК 620.197.6; 667.6; 678.026.3

К. А. Пахмутов, А. М. Тынаев, М. Е. Сиско
Научный руководитель – С. А. Дмитриев
Центр дополнительного образования детей
«Аэрокосмическая школа», Красноярск

СПОСОБ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ СОСУЛЕК

Известна проблема образования в весенний период на краях крыши зданий ледяных образований – «сосулек», создающих опасность для людей при падении. Существующие способы ликвидации этих образований – механическое отбивание или электрический обогрев – дороги и непроизводительны.

«Толчком» к выполнению работы являлось ознакомление школьников аэрокосмической школы с ситуацией образования сосулек на крыше тамбура одного из зданий банка «Енисей».

В ходе исследования были собраны сведения об известных способах решения этой проблемы. Для поиска новых решений было проведено исследование проблемы с использованием одного из инструментов ТРИЗ – причинно-следственного анализа.

Построенная причинно-следственная модель позволила выявить и системно объединить множество факторов, являющихся причинами образования сосулек, а также сформулировать ключевые задачи по решению проблемы.

Найденные новые решения ключевых задач позволят устранить исходную проблему – сосульки крыши банка «Енисей».

Но некоторые решения могут быть применены для большинства крыш города. По экономическим затратам, найденные решения в несколько раз дешевле существующих аналогов.

Целью работы является нахождение новых эффективных способов предотвращения образования сосулек.

Задачи, решаемые в ходе исследования:

1. Обзор существующих методов решения проблемной ситуации.
2. Анализ причин возникновения опасности из-за обрушения сосулек.
3. Формулирование ключевых задач для решения.
4. Разработка концепции решения ключевых задач.

В ходе работы проанализированы существующие варианты очистки крыш от сосулек.

Существующие варианты:

1. Механическое удаление сосулек доступом с поверхности крыши

Недостатки этого способа:

1. Небезопасно.
2. Дорого.
3. Затрачивает много времени.
4. Процедуру сбивания сосулек необходимо повторять несколько раз в месяц.



- Второй: механическое удаление сосулек доступом с подъемной вышки.

Этот способ безопасней, но стоимость его значительно выше.



Третий: обогревающий кабель. Этот способ дорогой.



Проведенный причинно-следственный анализ позволяет выделить десятки причин, приводящих к образованию ледяных сосулек и созданию опасных ситуаций.

В данной модели выделяются две причины, устранение которых позволяет полностью удалить целевой нежелательный эффект – опасных ситуаций.

Предлагается решение одной из ключевых задач – уменьшение смачиваемости материала крыши водой.

Описание сущности предложения

Предлагается в качестве наиболее общего решения, использовать покрытие краевых участков и кромок крыш гидрофобным материалом. В качестве такого материала предлагается использовать, например, фторопластовый лак. Предложение будет работать следующим образом.

В сложном физическом процессе образования наледи на краю крыши и сосулек участвует множество факторов: температурно-влажностный режим, поток солнечной энергии, наклон, шероховатость, отражательная способность крыши, теплопроводность и теплоизоляционные свойства крыши, конструкция дома, теплофизические характеристики воды, ее прозрачность, смачивание водой поверхности материала крыши, коэффициенты трения, само наличие снега на крыше, толщина, плотность и неравномерность снежного покрова, механические свойства льда. Удержание наростшей наледи на краю крыши обеспечивается силами сцепления льда и поверхности крыши, зависящими от площади их сцепления. Величина площади сцепления зависит от смачивания водой материала крыши. Все крыши делаются из материалов, смачиваемых водой. Однако существуют материалы, обладающие гидрофобными (водоотталкивающими) свойствами: смазанные жиром поверхности, мастики и т. д. Но уникальными гидрофобными свойствами обладают фторопласты – материал, который находит широкое применение в электротехнике, изготовлении антипригарной посуды, футеровки химических емкостей и других областях. В настоящее время выпускаются промышленно фторопластовые лаки, которые позволяют наносить защитные покрытия традиционными для красок способами. Если нанести слой фторопластового лака на края крыши, кромки, то стекающая при таянии вода на этих участках крыши не будет смачивать поверхность, не будет смерзаться с

поверхностью крыши. Таким образом, наледи не будут нарастать до опасных масс, так как силы сцепления наледи с крышей будет недостаточно для удержания веса этих наледей.

Обоснование предложения

На основе растворимых фторопластов Ф-32, Ф-42 и других в ОАО «Пластполимер» разработаны и выпускаются фторопластовые лаки марок ЛФ-32Л, ЛФ-42Л, фторопласто-эпоксидные лаки марок ЛФЭ-32ЛНХ, ЛФЭ-32ЛНГ, ЛФЭ-42ЛНХ, ЛФЭ-42ЛНГ (ТУ 6-05-1884–80), покрытия из которых получают обычными методами лакокрасочной технологии и формируются как при комнатной, так и при повышенных (80–250 °С) температурах [1].

Покрытия на основе этих лаков обладают высокими противокоррозионными свойствами, не набухают в воде и имеют лучшие защитные характеристики, чем полиэтиленовые. Они устойчивы к кислым и щелочным средам. Покрытия из фторопластовых лаков применяются для защиты от коррозии газопроводов, вентиляторов, вытяжных шкафов, зонтов в различных химических производствах, в электронике, оптике, в пищевой промышленности, для защиты емкостей и фильтров в производстве пива, вина и других продуктов. Лаковые покрытия на основе ЛФ-42, наряду с хорошими физико-механическими свойствами, химической стойкостью, обладают высокими триботехническими характеристиками.

Достоинства. Предложенная концепция полностью решает поставленную задачу по ликвидации образований льда на кромках и краях крыш в период таяния снега.

Возможные новые проблемы: отсутствие специалистов, готового оборудования, рекомендаций по использованию предложенной технологии.

Следующие шаги. Разработать технологию и технологическое оборудование для нанесения покрытия на материалы крыши как в условиях их эксплуатации, так и при изготовлении строительных материалов.

Определить приоритетные городские крыши для нанесения покрытий.

Изготовить макет установки для проведения исследований.

Провести опытную эксплуатацию и испытания покрытий. Скорректировать документацию по результатам испытаний.

Оценить экономический эффект и разработать программу массового внедрения технологии.

Выводы:

1. В результате проведенной работы получена новая концепция устранения опасности, связанной с образованием ледяных сосулек на крышах домов.

2. Найденное решение существенно дешевле прототипов, может применяться массово на всех крышах, но требует экспериментальной проверки.

Библиографическая ссылка

1. URL: <http://plastpolymer.org/dokl2.htm>.

© Пахмутов К. А., Тынаев А. М., Сиско М. Е., 2013

К. А. Пахмутов^{1,2}

Научный руководитель – С. А. Привалихин^{1,2}

¹МБОУ СОШ «Средняя общеобразовательная школа № 22», Красноярск

²МБОУ СЮТ «Станция юных техников № 2», Красноярск

УСТРОЙСТВО ТВЕРДОГО ТЕЛА ДЛЯ ЗАРЯДКИ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ АККУМУЛЯТОРОВ

Предлагается устройство – контроллер заряда на основе мотора Бедини, увеличивающий процент преобразования солнечных панелей за счет «нетрадиционной» энергии, восстанавливающий аккумуляторы. Проведен эксперимент, доказана работоспособность – происходит заряд двух аккумуляторов от одного с пониженным напряжением и током, восстанавливает их емкость в идеале до заводской. Аналогов использования в малой энергетике нет.

В настоящее время повсеместно стали использовать энергосберегающие устройства – солнечные батареи. Для современных энергетических потребностей необходимо отбирать солнечную энергию с огромных площадей. Энергия солнца преобразуется и хранится в аккумуляторах. Процент преобразования невелик (до 17 %). Максимальный срок службы электрических схем (до 15 лет), самых лучших аккумуляторов (до 10 лет) [1–5].

При зарядке постоянным током происходит нагрев и выкипание электролита и сульфатирование. Если использовать импульсный, переменный ток, то происходит положительное – десульфатирование, восстановление аккумулятора, но при этом увеличивается потребление энергии и потребуются специальное оборудование с высокой стоимостью, и достаточно большими габаритами, что не очень импонирует потребителю.

Целью работы является снижение затрат электроэнергии для зарядки аккумуляторов с одновременным увеличением сроков их службы методом восстановления, а также уменьшение габаритов устройств.

Достигнув этой цели, можно уменьшить мощность преобразователей энергии (солнечных панелей, в том числе) без снижения количества запасенной энергии в аккумуляторах, а также увеличение сроков службы аккумуляторов параллельным восстановлением.

Прототип. Большой интерес вызывает устройство, имеющее способность брать из ЭФИРА так называемую свободную энергию. К одним из таких устройств относится мотор Бедини. Это, по своей сути – зарядная станция, использующая энергию «первичной» аккумуляторной батареи. Но самое «чудесное» свойство – двигатель извлекает «свободную энергию» из окружающего пространства и заряжает ей «вторичную» аккумуляторную батарею высоковольтным импульсом (выше 250 в).

Мотор Бедини – это колесо с магнитами, которое вращается около катушки с сердечником на оси, закрепленной на стойках. Электрическая схема запуска устройства состоит из минимального количества элементов.

Для выполнения поставленной цели была собрана установка с колесом, а после первичных испытаний вторая, но без движущихся частей. Испытания проводились с автомобильными аккумуляторами емкостью по 55 ампер-часов, и восстановление аккумулятора 7 ампер-часов.

Испытания показали, что одним разработанным аппаратом такого типа можно заряжать 2 аккумулятора. Эксперимент по восстановлению имеет положительный результат.

Вывод. Установка, собранная на основе М-Бедини и усовершенствованная без движущихся частей способна заряжать аккумуляторы с пониженным питающим напряжением без усложнения схемы, заряжает аккумуляторы с большей емкостью и восстанавливает их емкость.

Перспективы: использование вместо сложных дорогостоящих блоков управления и восстановления блоков аккумуляторных батарей на солнечных электростанциях, в автомобильных парках для энергосбережения, в электромобилях без использования штатных генераторов, и в разработке автономных устройств для зарядки микропроцессорной техники (телефоны, плееры, планшеты, навигаторы) от маломощных батарей, а так же устройств – преобразователей для малоэнергетических установок для получения больших энергий.

Библиографические ссылки

1. Зарядка автомобильного аккумулятора. URL: http://avtogid4you.narod2.ru/akb/charging_akb/.
2. Бедини. Проект ЗАРЯД. URL: <http://zaryad.com/tag/bedini/>.
3. Бесплатная энергия генератора Бедини. URL: <http://forum.ixbt.com/topic.cgi?id=48:10632-10>.
4. Вечный двигатель Бедини. URL: <http://zaryad.com/forum/viewtopic.php?f=96&t=640&start=100>.
5. Руководство по однополюсным двигателям Бедини. Ч. 1, 2. URL: http://www.docme.ru/doc/120261/rukovodstvo-po-odnopolyusnym-dvigatelyam-bedini---chast._-1_

© Пахмутов К. А., 2013

А. В. Пашкевич¹

Научный руководитель – профессор Н. Н. Осипов²

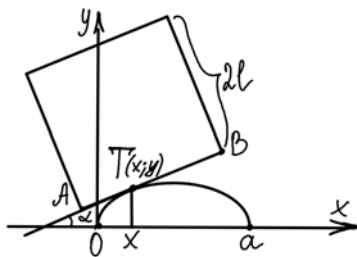
¹МБОУ СОШ № 145, Красноярск

²ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», Красноярск

ЭКСПЕРИМЕНТЫ С КРИВЫМИ

Рассмотрено уравнение цепной линии и доказано, что для езды на квадратных колесах дорога должна иметь профиль, совпадающий с цепной линией. Для механического способа получения линии постоянной ширины, предложенного М. Гарднером, создана математическая модель [1–5].

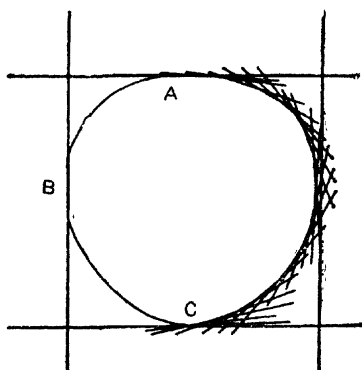
На сайте www.etudes.ru меня заинтересовал ролик о езде на квадратных колесах. Формула профиля дороги была указана, но не было вывода этой формулы. Мне стало интересно вывести формулу этой кривой.



Пусть $T(x, y)$ точка касания колеса и профиля дороги. $AT = OT$ – условие прокатывания колеса по кривой. AT вычисляем методом координат; для нахождения длины дуги OT составляем дифференциальное уравнение из условия, что центр колеса движется горизонтально. После преобразований получаем уравнение профиля дороги:

$$f(x) = -\frac{l}{2} \left(e^{\frac{c-x}{l}} + e^{-\frac{c+x}{l}} \right) + l\sqrt{2}$$

Этим уравнением задается цепная линия.



Заинтересовавшись идеей неформальных колес, возникла тема линий постоянной ширины, в частности, треугольником Рело.

Мартин Гарднером предложен механический способ построения линии постоянной ширины.

В работе создана математическая модель этого способа.

Исходная линия (AB) задается параметрически. Из каждой точки этой линии восстанавливается нормаль заданной длины. Так получается образ искомой линии, дополняющей её до линии постоянной ширины. Например: Если искомая линия эллипс:

$$x(t) = -\frac{a}{2} \cos t,$$

$$y(t) = \frac{b}{2} \sin t,$$

то линия дополняющая дугу эллипса до линии постоянной ширины имеет вид:

$$X(t) = -\frac{a}{2} \cos t + \frac{\frac{ab}{2} \cos t}{\sqrt{\frac{a^2}{4} \sin^2 t + \frac{b^2}{4} \cos^2 t}},$$

$$Y(t) = \frac{b}{2} \sin t - \frac{a^2 \sin t}{\sqrt{a^2 \sin^2 t + b^2 \cos^2 t}}.$$

Библиографические ссылки

1. Избранные вопросы математики. 10 кл. Факультативный курс / А. М. Абрамов, Н. Я. Виленкин, Г. В. Дорофеев и др.
2. Савелов А. А. Плоские кривые.
3. Двайт Г. Б.. Таблицы интегралов и другие математические формулы.
4. Гарднер М. Математические досуги.
5. Радемахер Г., Теплиц О. Числа и фигуры. Опыты математического мышления.

© Пашкевич А. В., 2013

УДК 338.246

В. В. Перушева
Аэрокосмический лицей имени Ю. В. Кондратюка, Новосибирск

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗВЕЗД

Не так давно астрономы считали, что на образование звезды из межзвёздных газа и пыли требуются миллионы лет. Но в последние годы были получены поразительные фотографии области неба, входящей в состав Большой Туманности Ориона, где в течение нескольких лет появилось небольшое скопление звёзд [1–4].

Впервые в истории человечества люди наблюдали, рождение звёзд буквально на глазах этот беспрецедентный случай показал астрономам, что звёзды могут рождаться закороткий интервал времени, и казавшиеся ранее странными рассуждения о том, что звёзды обычно возникают в группах, или звёздных скоплениях, оказались справедливыми. Итак, современная астрономия располагает методами определения основных звездных характеристик: светимости, поверхностной температуры (цвета), радиуса, химического состава и массы. Возникает важный вопрос: являются ли эти характеристики независимыми? Оказывается, нет. Прежде всего, имеется функциональная зависимость, связывающая радиус звезды, ее болометрическую светимость и поверхностную температуру. Эта зависимость представляется простой формулой и является тривиальной. Наряду с этим, однако, давно уже

была обнаружена зависимость между светимостью звезд и их спектральным классом (или, что фактически одно и то же, цветом). Освоение небесных тел открыло перед наукой безграничные возможности. Космонавтика нужна науке – она грандиозный и могучий инструмент изучения Вселенной, Земли, самого человека.

Библиографические ссылки

1. Шкловский И. С. Звезды: их рождение, жизнь и смерть.
2. Бакулин П. И. Курс общей астрономии.
3. Ефремов Ю. Н. В глубины Вселенной.
4. Справочник по астрономии. Под ред. Зимица.

© Перушева В. В., 2013

УДК 66.015.23

А. С. Плотникова¹
Научный руководитель – А. В. Кустов^{1,2}
¹Общеобразовательный лицей № 28, Красноярск
²Сибирский государственный технологический университет, Красноярск

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБОГАЩЕНИЯ ЖИДКОСТИ КИСЛОРОДОМ

Целью работы является интенсифицировать процесс обогащения жидкости кислородом. Для решения поставленной цели требуется: изучить способы обогащения жидкости кислородом; изучить математические зависимости для расчета аппаратов обогащения жидкости кислородом; провести исследования по обогащению жидкости кислородом. В процессе работы было достигнуто: исследованы конструкции завихрителей для обогащения жидкости кислородом, получены зависимости для определения диаметра газового пузырька в жидкости [1].

Процесс обогащения жидкости кислородом необходим во многих областях жизни: аквариумы, очистительные сооружения, дрожжевое производство. Для того чтобы обогатить жидкость газом (в частности кислородом) наиболее предпочтительны аппараты вихревого типа. Анализ возможных путей интенсификации массообмена (то есть переноса газа в жидкость) в системе газ-жидкость показывает, что использование для проведения этих процессов конструкций барботажных аппаратов не обеспечивает существенного повышения производительности и эффективности. В связи с этим, применение центробежного ускорения является наиболее простым способом интенсификации массообмена. Вращение потока способствует дроблению пузырьков пара на ступени и предотвращает капельный унос жидкости, за счет действия силы инерции.

Схема стенда для исследования гидродинамики и обогащения жидкости газом включает в себя цилиндр,

выполненный из оргстекла толщиной 1–2,5 мм, диаметр которого составляет до 250 мм, завихритель и система воздухообеспечения.

Для улучшения процесса флотации необходимо образования большего числа пузырьков газа в слое вращающейся жидкости. В этом случае необходимо знать диаметр образующихся пузырьков газа. Данный факт позволит определять величину удельной межфазной поверхности, чем выше эта величина, тем больше кислорода переходит из газа в жидкость, а углекислый газ и/или загрязнение переходят в обратном направлении (из жидкости в газ). В зависимости от нагрузки по газу наблюдается определенный режим течения газа и жидкости. Визуальное наблюдение за перемещением струй газа, выходящих из каналов, показывает их некоторое различие в траектории движения. Для осевых завихрителей струя газа при выходе из каналов устремляется в верх, а в тангенциальных – к периферии аппарата. Кроме

того, с целью обеспечения газосодержания по всему объему жидкости на ступени, ширина каналов для прохода газа в осевых завихрителях должна быть выполнена равной толщине вращающегося газожидкостного слоя.

Однако для любого конструктивного варианта, изученных завихрителей, при малых расходах газа наблюдается барботажный режим, характеризующийся перемещением одиночных пузырей в жидкости. При увеличении расхода наблюдается струйное течение газа. При ширине канала $\delta_0 < (0,5-2)$ мм во всем объеме жидкости на ступени наблюдаются пузырьки газа; при $\delta_0 > 2$ мм отмечается граница между движущимися в жидкости струями и пеной. С дальнейшим увеличением расхода, наблюдается пенный режим, в котором зона жидкости со струями газа исчезает, образуется сплошная подвижная пена.

В предположении, что диссипация энергии происходит за счет внешнего трения о стенки и дно ступени ($E_{\text{внеш}}$) и внутреннего трения слоев жидкости и пузырьков газа ($E_{\text{вн}}$), можно записать [2]

$$E_{\text{вн}} = Q_{\text{г}} \rho_{\text{г}} \frac{u_{\text{г}}^2}{2} + Q_{\text{ж}} \rho_{\text{ж}} H_{\text{ж}} g - \frac{mv^2}{2} - \tau_{\text{г-ж}} f R w, \quad (1)$$

где $Q_{\text{г}}$, $Q_{\text{ж}}$ – расходы газа и жидкости, соответственно, $\text{м}^3/\text{с}$; $\rho_{\text{г}}$, ρ – плотности газа и жидкости, соответственно, $\text{кг}/\text{м}^3$; $u_{\text{г}}$ – скорость газа, $\text{м}/\text{с}$; H – высота газожидкостного столба, м ; g – ускорение свободного падения, $\text{м}/\text{с}^2$; w – угловая скорость вращения газожидкостной смеси, с^{-1} ; $\tau_{\text{г-ж}}$ – коэффициент трение на границе контакта жидкости и газа; f – площадь контакта, м^2 ; R_3 – радиус завихрителя, м .

Расчетные значения диаметра пузырьков газа, проведенные по изложенной методике, имеют большую величину (см. рисунок, пунктирная линия) в сравнении с опытными [2]. Это позволяет предположить, что дробление пузырьков газа на ступени обеспечивается не только силами внутреннего трения между вращающимися газожидкостными слоями, но и за счет давления, вызванного силами инерции. Исходя из общей зависимости для мощности:

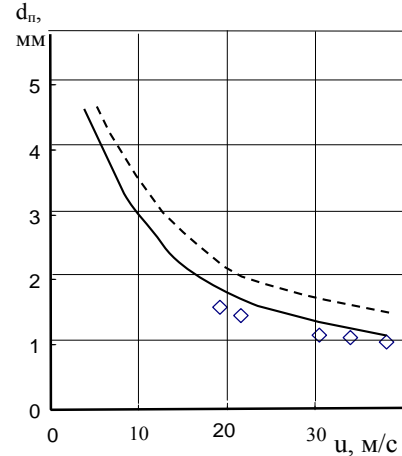
$$N = F \cdot v, \quad (2)$$

можно определить величину энергии, создаваемой силой инерции:

$$N = m \cdot \omega^3 \cdot R^2, \quad (3)$$

где F – действующая сила; H , v – скорость, $\text{м}/\text{с}$; m – масса жидкости на контактной ступени, кг ; R – радиус завихрителя, м ; ω – угловая скорость газожидкостного слоя, с^{-1} .

Сравнение экспериментальных и расчетных значений диаметра газового пузыря представлено на рисунке.



Зависимость средне поверхностного диаметра пузыря от скорости газа в каналах тангенциального завихрителя. Экспериментальные точки: $D = 330$ мм, $\delta_0 = 15$ мм, $l = 15$ мм, $n = 8$ шт, $V = 2$ л. Пунктирная линия – расчет по уравнению (1) без учета выражения (3); сплошная линия – расчет по уравнению (1) с учетом выражения (3)

Как видно, учет мощности, создаваемой силой инерции (зависимость (3)) в выражении (1) позволяет приблизить расчетные значения диаметра пузыря к экспериментальным.

Библиографические ссылки

1. Войнов Н. А. [и др.]. Гидродинамика вихревой ступени с тангенциальными завихрителями // Теоретические основы химической технологии. 2010. Т. 44. № 2. С. 1–8.
2. Кустов А. В. Гидродинамика и массообмен на вихревых ректификационных ступенях при переработки растительного сырья : автореф. дис... канд. техн. наук; 05.21.03. СибГТУ. Красноярск, 2010.

© Плотникова А. С., 2013

УДК 338.246

П. В. Польский¹

Научный руководитель – К. В. Зобов²

¹Аэрокосмический лицей имени Ю. В. Кондратюка, Новосибирск

²Институт теоретической и прикладной механики имени С. А. Христиановича СО РАН, Новосибирск

ИССЛЕДОВАНИЕ РАССЕЯНИЯ СВЕТА НА ГИДРОЗОЛЕ НАНОПОРОШКА

В наше время всё чаще встречаются материалы, в процессе производства которых используется гидрозоль наночастиц. Технологии, работающие с золями наночастиц, требуют развития методов контроля их параметров. Данная работа посвящена оптическому методу контроля размера и концентрации наночастиц. Было проведено измерение интенсивности проходящего через гидрозоль света, применена теория рассеяния Релея и вычислен размер частиц в гидрозоле.

В настоящее время все чаще в промышленности требуются материалы с экстремальными свойствами. Один из наиболее перспективных способов достижения таких свойств – это создание нанокмозитов – модификация наночастицами. Процесс такой модификации сложен и требует развитие методов контроля, так как существующие методы часто не применимы вследствие малости размера наночастиц. Данная работа посвящена развитию метода контроля параметров гидрозоля основанного на рассеянии света. Благодаря своей простоте метод может иметь широкую область применения, но требует отработки и повышения точности.

Люди научились производить ультрадисперсные вещества с размером исходных частиц менее 100 нм в последние названные нанопорошками около ста лет назад. Существует много видов нанопорошков, и само понятие «нанопорошок» не определяет состав. Они почти сразу привлекли внимание разных областей науки и технологии в связи с уникальными свойствами и характером поведения в классических задачах: влияние на вязкость жидкостей, повышенная каталитическая активность, особые оптические и механические свойства. Однако, до сих пор открыты вопросы об объяснении природы этих свойств. Причины этого как сложность производства, так и сложность исследование нанобъектов. В процессе работы были рассмотрены различные нанопорошки, сложности работы с ними и их получения.

При проведении различных экспериментов частицы проявляют различные оптические свойства. Наиболее характерным оптическим свойством дисперсных систем в диапазоне видимой части электромагнитного излучения (световой диапазон) является рассеяние света на коллоидных частицах. Обусловлено это сравнимостью размеров частиц с длиной волны светового излучения. При прохождении узкого пучка

света через кюветы с раствором в темном помещении рассеяние наблюдается в виде светящегося следа луча (конуса Тиндаля). В разбавленном коллоидном растворе прозрачных веществ (стекла в воде и т. д.), освещенном белым светом, рассеяние проявляется как слабое голубоватое свечение раствора (опалесценция). Для наночастиц длина волны видимого света много больше размеров частиц и рассеяние идет по механизму описанному Релеем.

Работа посвящена исследованию рассеяния света на наночастицах диоксида кремния размером около 30 нм находящихся в воде. Было проведено измерение интенсивности проходящего через гидрозоль света в зависимости от концентрации в нем нанопорошка. К полученным данным была применена теория рассеяния Релея и вычислен размер частиц в гидрозоле.

Использование методики отработанной в работе позволит получать дополнительные сведения о размерах агломератов наночастиц в жидкости, и их рассеивающих свойствах, а так же даст возможность дополнительно контролировать процесс оседания частиц.

Библиографические ссылки

1. Сивухин Д. В. *Общий курс физики. Т. 4. Оптика* // М.: Физматлит, 2006. С. 632–640.
2. Ефремов М. Д., Володин В. А., Марин Д. В., Бардаханов С. П., Аржанникова С. А., Горайнов С. В., Корчагин А. И., Черепков В. В., Лаврухин А. В., Фадеев С. Н., Салимов Р. А. *Видимая люминесценция нанопорошков кремния, созданных испарением кремния мощным электронным пучком* // Письма в ЖЭТФ. Т. 80. Вып. 8, 2004. С. 619–622.
3. URL: <http://www.findpatent.ru/patent/238/2380315.html>.

© Польский П. В., 2013

УДК 51

А. А. Пономарев¹

Научный руководитель – профессор Н. Н. Осипов²

¹МБОУ СОШ № 145, Красноярск

²Сибирский федеральный университет, Красноярск

ЕЩЕ РАЗ О МАЛОЙ ТЕОРЕМЕ ФЕРМА И ЦЕЛОЗНАЧНЫХ МНОГОЧЛЕНАХ

В исследовательской работе ставится цель описать все целозначные многочлены с целыми коэффициентами значение которых нацело делится на целое число m .

Данная цель достигается решением следующих задач:

- описать идеал I_p , где p – простое;
- описать идеал $I_p \alpha$, где p – простое, $\alpha \leq p$;
- описать идеал I_m , где

$$m = p_1^{\alpha_1} p_2^{\alpha_2} \dots p_r^{\alpha_r}, \quad \alpha_i \leq p_i;$$

- применить теорию целозначных многочленов для получения многочленов кратных данному числу.

Рассмотрим кольцо многочленов с целыми коэффициентами $Z[x]$. Зафиксируем натуральное число m . Многочлен $f(x) \in Z[x]$ делится на m (или кратен m), если

$$f(a) \equiv 0 \pmod{m} \quad \text{при любом } a \in Z$$

Множество всех таких многочленов $f(x)$ образует идеал кольца $Z[x]$ который мы обозначим через I_m [1].

Постановка задачи: для произвольного целого m дать описание идеала I_m .

Под описанием произвольного идеала I кольца $Z[x]$ мы будем понимать систему порождающих этот идеал многочленов:

$$I = (g_1(x), \dots, g_r(x)) = \{g_1(x)f_1(x) + \dots + g_r(x)f_r(x) : f_i(x) \in Z[x]\}.$$

Ясно $(m) \subset I_m$, однако идеал I_m состоит не только из многочленов, все коэффициенты которых делятся на m .

Пример 1. Пусть $m = p$ – простое число. Из малой теоремы Ферма [2] следует, что многочлен $x^p - x$ делится на p .

Пример 2. Пусть $m = p_1 \cdot \dots \cdot p_t$ – число Кармайкла [3]. Это значит, что p_1, \dots, p_t – простые числа, для которых выполнены сравнения

$$m - 1 \equiv 0 \pmod{(p_i - 1)}, \quad i = 1, \dots, t. \quad (1)$$

Тогда многочлен $x^m - x$ делится на m . Действительно, достаточно обнаружить, что этот многочлен делится на каждый делитель p_i , числа m , что вытекает из разложения

$$x^m - x = x(x^{m-1} - 1),$$

сравнений (1) и малой теоремы Ферма.

Например, $561 = 3 \cdot 11 \cdot 17$ – число Кармайкла и $x^{561} - x \equiv 0 \pmod{561}$ при любом $x \in Z$.

В ходе работы были получены следующие теоремы:

Теорема 1. Для любого простого числа имеем

$$I_p = (x^p - x, p).$$

Теорема 2. Для любого простого числа p и натурального числа $\alpha \leq p$ имеем

$$I_{p^\alpha} = I_p^\alpha = ((x^p - x)^\alpha, p(x^p - x)^{\alpha-1}, \dots, p^{\alpha-1}(x^p - x), p^\alpha).$$

Теорема 3. Пусть каноническое разложение числа m таково, что

$$m = p_1^{\alpha_1} p_2^{\alpha_2} \dots p_t^{\alpha_t},$$

где $\alpha_i \leq p_i$, $i = 1, \dots, t$.

Теорема 4 [6]. Многочлен $F(x)$ степени m является целозначным тогда и только тогда, когда он представлен в виде

$$F(x) = b_0 C_0(x) + b_1 C_1(x) + \dots + b_n C_n(x),$$

где все $b_i \in Z$ и по определению $C_0(x) = 1$.

Библиографические ссылки

1. Винберг Э. Б. Курс алгебры. М. : Факториал Пресс, 2002.
2. Винберг Э. Б. Малая теорема Ферма и ее обобщения. Математическое просвещение. 2008.
3. Сендеров В. Спивак А. Квант 2000. № 3. М. : МЦНМО, 2000.
4. Виноградов И. М. Основы теории чисел. М. : Наука, 1981.
5. Прасолов В. В. Многочлены. М. : МЦНМО, 2001.
6. Осипов Н. Н. Избранные задачи Краевой олимпиады (2010–2011 уч. год).

© Пономарев А. А., 2013

УДК 37

А. В. Попова

Научный руководитель – М. В. Разуваева
 Центр дополнительного образования детей
 «Аэрокосмическая школа», Красноярск

РАЗРАБОТКА И АПРОБИРОВАНИЕ ПРОГРАММЫ ПРОФИЛАКТИКИ МАНИПУЛЯТИВНОГО ВЛИЯНИЯ В ПОДРОСТКОВОЙ СРЕДЕ

Анализируется степень подверженности воздействию манипуляции и внушению поведение подростков. Проведено поэтапное диагностическое исследование подростков на базе МБОУ СОШ № 137. Создана программа, способствующая снижению манипулятивного поведения в подростковой среде.

Манипуляция – это вид психологического воздействия, используемый для достижения одностороннего выигрыша посредством скрытого побуждения другого к совершению определенных действий.

Психологические особенности подросткового возраста заключаются в том, что у него еще не сформированы жизненные ценности, родители постепенно начинают терять свой авторитет, а наиболее значимыми становятся влияние сверстников. В такой период подростку легко навязать определенный тип мышления и

жизненные принципы. К сожалению, в общении с подростком манипулятором часто движут неблагоприятные и вредящие подростку цели. Подростки, в свою очередь, не замечают манипуляцию и поддаются внушению, что впоследствии приводит к нарушению психологического и физического здоровья [1–14].

Цель данной работы создание программы, которая бы способствовала снижению манипулятивного поведения в подростковой среде. Для обоснования ее актуальности было проведено диагностическое исследование

дование, которое происходило среди учащихся 8-х классов 137 школы в два этапа.

На первом этапе исследования ученикам было предложено ответить на вопрос «Как Вы думаете: подвержены ли вы внушению?». На втором этапе исследования, используя диагностическую методику исследования уровня суггестивности, выяснили, насколько участники исследования подвержены внушаемости согласно результатам исследования.

Результаты первого опроса показали, что 79 % опрошенных считают себя не внушаемыми, в то время, как только 21 % предполагают, что ими можно легко управлять. Далее, используя методику «Оценка суггестивности», предложенную Елисеевым, был выявлен реальный уровень внушаемости у исследуемых. Результаты показали, что в отличие от первых результатов, 56 % опрошенных внушаемы, а 44 % – нет. Таким образом, в наше время подростки не осознают свою реальную степень внушаемости, не подозревают, что ими могут управлять, или уже управляют.

В соответствии с результатами исследования была разработана программа профилактики манипулятивного влияния в подростковой среде. Программа включала в себя разработку методического материала в виде брошюры «Как распознать манипуляцию и защититься от нее» и практического занятия с подростками.

Методический материал брошюры включал в себя 4 темы:

– Права личности (представлены базовые психологические права личности).

– Что такое манипуляция? (определение манипуляции).

– Как распознать манипуляцию? (признаки манипулятивного воздействия, примеры манипуляции в подростковой среде, способы распознавания манипуляции).

– Как защититься от манипуляции? (психологические техники защиты от манипулятивного поведения).

Во время классного часа для 8-х классов 137 школы ученикам были предложены брошюры по программе и организовано занятие «Как распознать манипуляцию и защититься от нее?»

В конце занятия учащимся было предложено участвовать в опросе, который помог оценить эффективность программы. Результаты опроса показали, что 85 % участников до занятия слышали понятие манипуляция, 10 % не слышали, 5 % затруднились ответить на вопрос. На вопрос о психологических правах личности 29 % ответили – «да», 71 % – «нет». Большинство респондентов не знали свои базовые психологические права, или не знали полностью до занятия. На вопрос «Как Вы думаете, часто ли Вы попадаете в ситуацию, когда Вами манипулируют» 45 % ответили «да», 20 % ответили «нет», 35 % не смогли дать четкого ответа. Данный результат может говорить о том, что меньше половины опрошенных уверены, что ими не манипулируют, остальные склонны считать, что манипуляция присутствует в их жизни, или они не уверены, что ее нет. 65 % высказались, что

получили на занятиях новую для себя информацию, 14 % затруднились ответить на вопрос, 21 % ответили отрицательно. 74 % ответили, что получили новые методы распознавания манипуляции, 6% сказали, что не получили новых знаний, 20 % затруднились ответить. 72 % ответили, что занятие помогло узнать новые методы защиты от манипуляции, 6 % не получили новых знаний, 32% затруднились ответить. На вопрос будут ли полезны для сверстников подобные занятия 83 % ответили положительно, 3 % ответили отрицательно, 14 % затруднились ответить. В последнем вопросе участником было предложено оценить полезность занятия для себя, где 67 % оценили на 4,5 балла; 20 % оценили в 5 баллов, 13 % оценили на 3 балла.

Таким образом, анализ результатов проведения занятия по программе профилактики манипулятивного влияния в подростковой среде, показал, что подростки не осознают свою реальную степень подверженности воздействию манипуляции и внушению, а также нуждаются в тренингах по психологической устойчивости к манипулированию их поведением.

Библиографические ссылки

1. Берн Э. *Игры, в которые играют люди*. М., 1988.
2. Бэндлер Р. *Используйте свой мозг для изменения*. 2-е изд., испр. Воронеж : НПО «Модэк», 2000. 222 с.
3. Бэндлер Р., Гриндер Д. *Из лягушек в принцы*. Воронеж, 1993. 193 с.
4. Бэндлер Р., Гриндер Д. *Структура магии*. СПб., 1996. 452с.
5. Влох Е. *Виды и типы манипуляций. Способы выхода из под манипуляции*. URL: http://www.semdorog.ru/publ/razvitie/tip_manipuljacji/3-1-0-27.
6. Гордон Д. *Терапевтические метафоры. Оказание помощи другим посредством зеркала*. СПб. : Белый кролик, 1995. 196 с.
7. Доценко Е. Л. *Манипуляция: психологическое определение понятия*. //Психологический журнал. Т. 14, № 4. 1993. С. 132–138.
8. Захарова Н. *Виды манипуляций*. URL: <http://www.zaharova.org/?p=583>.
9. Михайлов С. *Заметки Сергея Михайлова. Жизнь как она есть* // <http://sm100.ru>, <http://sm100.ru/>
10. Ситников В. Л. *Как сказать «нет» и не потерять друзей: манипулирование глазами школьного психолога*. URL: <http://www.narcom.ru/publ/info/305>.
11. Цинев В. *Определение манипуляции*. URL: <http://psyberia.ru/psychodiary/manipulation>.
12. Шейнов В. П. *Скрытое управление человеком*. (психологи манипулирования). М. : АСТ, 2001. 848 с.
13. Шостром Э. *Человек-манипулятор*. М., 1994.
14. URL: <http://alekscdt.narod.ru/metodrek.html>.

© Попова А. В., 2013

УДК 546

А. Е. Роговская
 Научный руководитель – А. П. Андреев
 КГОАУ «Школа Космонавтики», Железногорск

АНОМАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ВОДЫ

Проведены экспериментальные исследования воды по опыту Масару Эмото.

Исследованиями воды и в жидкой и кристаллической форме занималось множество ученых. Все эти работы хорошо согласуются с теоретическими представлениями о молекулярных структурах воды в самых разнообразных ее состояниях и условиях. Но нигде никогда не было замечена невозпроизводимость опытов, вызванные такими воздействиями как произносимые слова, мысли, написанное на этикетках сосудов с водой и т. п. В то же время, если верить японскому исследователю Масару Эмото, вода обладает памятью, что очень резко и характерно отражается на её свойствах [1–7].

Проблема работы состоит в определении наличия памяти у воды.

Цель работы: определение наличия памяти у воды, как одного из её аномальных свойств.

Задачи:

1. Изучение литературных источников по теме.
 2. Повторение экспериментов Масару Эмото по выращиванию кристаллов воды из газовой фазы в виде снежинок.
 3. Воздействие на воду звуковыми колебаниями в виде классической музыки, тяжёлого рока. Воздействие эмоциональных полей в виде слов благодарности и других положительных эмоций, ненависти и других отрицательных эмоций.
 4. Выращивание снежинок из паров обработанной воды.
 5. Изучение кристаллических форм образовавшихся снежинок, их сравнение между собой, поиск различий в кристаллических формах.
 6. Анализ полученных результатов.
- Объектом исследования является **вода**.

Вода – химическое вещество в виде прозрачной жидкости, не имеющей цвета, запаха и вкуса.

Память – способность запоминать и воспроизводить информацию.

В ходе работы изучены литературные источники по теме. Также разработана и создана установка для выращивания кристаллов снежинок, проведён ряд экспериментов по выращиванию снежинок из газовой фазы.

Новизна результатов состоит в том, что впервые была сделана попытка экспериментальной проверки опытов Масару Эмото. Проведены опыты с воздействием положительных и отрицательных эмоций на воду и рис, замоченный в этой воде.

Областью применения памяти воды является медицина (гомеопатия), металлургия, химия и др.

Библиографические ссылки

1. Вода // Википедия.
2. Память воды. URL: <http://www.milogiya2007.ru/pamiatvoda.htm>.
3. Аномальные свойства воды. URL: <http://www.prostovoda.net/anomalnye-svoystva-vody>.
4. Прокофьев М. А. Энциклопедический словарь юного химика. М., 1982.
5. Глинка Н. Л. Общая химия. Л., 1984.
6. Ахметов Н. С. Неорганическая химия. М., 1992.
7. Петрянов И. В. Самое необыкновенное вещество в мире. М., 1975.

© Роговская А. Е., 2013

УДК 338.246

Е. А. Самданова
 Научный руководитель – М. В. Сысолина
 Аэрокосмический лицей имени Ю. В. Кондратюка, Новосибирск

ТЕОРИЯ СТРУН

Не полностью изученные свойства космических струн дают повод для выдвижения бесконечного числа теорий. Многие исследователи скептически относятся к возможности существования космических струн и гравитационных волн [1–7].

Поиск космических струн связан с большими ожиданиями, кроме того, детальный анализ космических струн поможет лучше понять процессы, происходившие на первых моментах образования нашей Вселенной, в том числе распределение материи.

Актуальность: обнаружение космических струн откроет путь к основам строения вещества и тайне рождения Вселенной.

Цель: изучение теории струн.

Задачи:

- систематизировать существующие подходы к теории струн;

- исследовать место теории космических струн в общей теории представления Вселенной;
- собрать и проанализировать информацию о теории струн
- представить данную теорию, как теорию устройства пространства
- выполнить компьютерную презентацию для визуализации информации

Согласно сложившейся теории космические струны – это невероятно протяжённые дефекты пространства-времени практически нулевой толщины, образовавшиеся в первые мгновения после Большого взрыва. Это своего рода длинные «складки» пространства – времени. Плотность их столь велика, что участок такой струны длиной около километра обладает массой, сходной с земной, поэтому им и удается так искривлять пространство. Пока неизвестно, замкнут ли наш мир, как глобус или поверхность футбольного мяча, или открыт в бесконечность. Изучение линз, в том числе струнных, позволит достоверно узнать это. Кроме того, детальный анализ космических струн поможет лучше понять процессы, происходившие на

первых моментах образования нашей Вселенной, в том числе распределение материи.

Библиографические ссылки

1. Бринк Л., Энно М. Принципы теории струн. М., 1991.
2. Рубаков В. В. Большие и бесконечные дополнительные измерения // Успехи физических наук. 2001. № 171.
3. Сажин М. Загадки космических струн // Наука и жизнь. 1997. № 4.
4. Сажин М., Шульга В. Космические струны – мелодия Вселенной // Мир непознанного. 2009. № 12. С. 8–12.
5. Грац Ю. Физика в искривленном мире: электростатика // Наука и жизнь, 1998. № 4. С. 17–19.
6. Левин А. Вдоль струны на звездолёте // Популярная механика. 2010. № 8. С. 25–29.
7. Сажин М. Фазовые переходы в ранней вселенной [Электронный ресурс]. URL: <http://www.cosmologiya.narod.ru/cambridge.html>.

© Самданова Е. А., 2013

УДК 52(15)

Р. В. Сердега, Т. Н. Наракшина

Научный руководитель – В. В. Кольга²

¹Центр дополнительного образования детей
«Аэрокосмическая школа», Красноярск

²Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАКЕТА С ОБЛЕГЧЕННЫМ КОРПУСОМ

Оптимизация веса ракеты является наиболее актуальной задачей в ракетно-космической технике. Стоимость вывода 1 кг полезного груза на околоземную орбиту составляет от 10 до 40 тыс. долларов. Уменьшение толщины стенки корпуса ракеты-носителя позволит уменьшить вес ракеты на 10–30 % [1–5].

Основные пути снижения пассивной массы ракеты (в первую очередь – это вес корпуса) следующие:

1. Замена материала корпуса на более легкие (алюминиевые сплавы, композитные материалы и др.).
2. Изменение конструктивной схемы корпуса без потери прочности.

Наиболее эффективные решения можно отрабатывать на примере модельных ракет и внести предложения по их внедрению в мировую ракетно-космическую технику.

Целью исследовательской работы является экспериментальная разработка моделей ракет с облегченным корпусом и выработка рекомендаций для конструирования корпусов реальных ракет-носителей.

Предложенные в работе конструктивные схемы ракет могут быть адаптированы для производства мировых ракет-носителей различных классов..

Оптимизация веса ракеты является наиболее актуальной задачей в ракетно-космической технике. Стоимость вывода 1 кг полезного груза на околоземную орбиту составляет от 10 до 40 тыс. долларов.

Уменьшение толщины стенки корпуса ракеты-носителя позволит уменьшить вес ракеты на 10–30 %.

Основные пути снижения пассивной массы ракеты (в первую очередь – это вес корпуса) следующие:

1. Замена материала корпуса на более легкие (алюминиевые сплавы, композитные материалы и др.).
2. Изменение конструктивной схемы корпуса без потери прочности.

Наиболее эффективные решения можно отрабатывать на примере модельных ракет и внести предложения по их внедрению в мировую ракетно-космическую технику.

Целью исследовательской работы является экспериментальная разработка моделей ракет с облегченным корпусом и выработка рекомендаций для конструирования корпусов реальных ракет-носителей.

Задачи, решаемые в ходе исследования:

5. Изучение современных тенденций совершенствования веса ракет-носителей в мировой ракетно-космической технике.
6. Разработка конструктивно-силовых схем модельных ракет с облегченным корпусом.

7. Конструирование и изготовление экспериментальных моделей ракет с облегченным корпусом.

8. Проведение экспериментальных запусков разработанных моделей ракет с целью апробации предложенных конструктивно-силовых схем.

9. Анализ экспериментальных данных и выработка конструкторских рекомендаций.

Общее содержание работы

Конструкция ракеты

Для достижения максимальной высоты полёта ракеты следует стремиться к следующим параметрам ракеты:

- Наименьшая масса конструкции для улучшения μ_k и, соответственно, увеличения идеальной конечной скорости.

- Наилучшая обтекаемость ракеты для уменьшения потерь скорости из-за аэродинамического сопротивления.

Для достижения минимального веса мы проанализировали функции некоторых элементов ракеты и изменили её конструкцию так, чтобы можно было избавиться от части элементов или сделать их максимально легкими:

- Уменьшен запас прочности в ущерб удобства транспортировки, что позволило использовать более тонкую бумагу для изготовления элементов ракеты.

- Двигательная трубка устанавливается без шпангоутов. Её соосность с корпусом ракеты обеспечивается за счёт изначально точной установке и склеивания с использованием сборочного шаблона (болванка).

- Для изготовления стабилизаторов использовалась бальса. Этот материал часто используется в авиамоделизме благодаря очень малой массе при достаточной жёсткости.

- Центровка ракеты осуществлялась путём увеличения площади стабилизаторов, что позволило уменьшить массу носового груза и сохранить устойчивость ракеты.

- Добавлен шпангоут из волокнистого пенопласта в переходник обтекателя, что позволило сохранить жёсткость корпуса даже из тонкой бумаги.

Низкое аэродинамическое сопротивление было достигнуто следующим образом:

- В конструкции ракеты присутствует хвостовой обтекатель.

- Оба обтекателя имеют большую длину, что делает переходы между ними и корпусом более плавными.

- Место соединения корпуса и хвостового обтекателя было обработано наждачной бумагой до достижения плавного перехода.

- Стабилизаторы также обработаны наждачной бумагой до получения каплевидного профиля.

Применение хвостового обтекателя и обработка стабилизаторов, как показывает практика, значительно снижает образование завихрений, соответственно уменьшает вихревое сопротивление.

В данной работе предлагается сконструировать, изготовить и провести экспериментальные запуски

для двух моделей ракет, изготовленных в рамках мировых тенденций совершенствования корпусов ракет-носителей.

1. На примере модельной ракеты сконструировать облегченный корпус с толщиной до 0,1 мм, используя при этом вместо ватмана обычный лист бумаги (плотность 80 г/м²), что в 3 раза тоньше стандартной конструкции. В качестве материалов стабилизаторов использованы бальса.



Результаты экспериментальных запусков показали, что высота полета такой ракеты в 2 раза превысила стандартный потолок для ракет класса «Альфа» и «Бета».

В дальнейшем предполагается сконструировать модельную ракету большой тяжести. При этом уменьшение толщины стенки корпуса кроме уменьшения веса вызовет побочный эффект – увеличение перегрузок. Это потребует разработки принципиально новой силовой схемы.

2. Была разработана принципиально новая конструктивно-силовая схема модельной ракеты. Несущими элементами в ней являются четыре стрингера (в виде деревянных реек) и три опорных шпангоута, изготовленных из картона. Оболочка корпуса полностью отсутствует

Общая высота ракеты составляет 600 мм.



Эта модель произвела три экспериментальных запуска на разных модельных ракетных двигателях (МРД) со средней тягой 5 Н и 10 Н. Результаты запусков показали увеличение высоты полета на 50–100 %

Выводы

1. Были рассмотрены и проанализированы современные тенденции совершенствования веса ракет-носителей в мировой ракетно-космической технике.

2. Разработаны конструктивно-силовые схемы модельных ракет с облегченным корпусом (с ультратонкой стенкой корпуса и с силовым корпусом без стенки).

3. На основании разработанных конструктивно-силовых схем изготовлены экспериментальные модели ракет.

4. Проведены экспериментальные запуски разработанных моделей ракет.

5. Результаты эксперимента показали увеличение высоты полета ракет на 50–100 %

Предложенные конструктивные схемы ракет могут быть адаптированы для производства мировых ракет-носителей различных классов.

Библиографические ссылки

1. Феодосьев В. И., Синярев Г. Б. Введение в ракетную технику. М. : Гос. техн.-теоретич. изд-во, 1961. 509 с.

2. Феодосьев В. И. Основы техники ракетного полета. М. : Наука, 1979. 496 с.

3. Современные отечественные ракеты-носители. Ракетно-космическая техника : учеб. пособие / М. Д. Евтифьев, В. В. Филатов, Л. Н. Лебедева, В. В. Кольга, Л. А. Ковригин ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2005

4. Пенцак И. Н. Теория полета и конструкция баллистических ракет : учеб. пособие / И. Н. Пенцак. М. : Машиностроение, 1974. 344 с

5. URL: <http://massaraksh.rocketworkshop.net/>.

© Сердега Р. В., Наракшина Т. Н., 2013

УДК 552.6

В. Д. Скорая

Аэрокосмический лицей имени Ю. В. Кондратюка, Новосибирск

УГРОЗА ЗЕМЛЕ ИЗ КОСМОСА И ВОЗМОЖНОСТИ ЕЕ ЗАЩИТЫ

Исследование и анализ средств защиты от астероидной атаки, и поиск возможного использования астероидов.

Изучение астероидов в последние годы приобрело не только теоретическое, но и очень важное практическое значение. Астероиды все более активно рассматриваются как потенциальные источники металла и другого минерального сырья (железо, никель, магний, алюминий, вода, азот, углерод, кремний, кислород и др.) в околоземном космическом пространстве. Цель моей работы состоит в исследовании и анализе средств защиты от астероидной атаки, и поиск возможного использования астероидов.

В последние годы усилия специалистов по изучению тел Солнечной системы (и, прежде всего, астероидов) все больше концентрируются на исследовании именно этих объектов. С точки зрения фундаментальной науки такие вопросы, как происхождение астероидов, сближающихся с Землей (АСЗ), механизмы их перевода на околоземные орбиты, время жизни, связь с другими малыми телами Солнечной системы – кометами и метеоритами и др., представляются очень важными для решения основной проблемы изучения ближнего космоса – проблемы происхождения и эволюции Солнечной системы [1–7].

Другой аспект тоже прикладной необходимости изучения АСЗ связан с проблемой «астероидная опасность». Эта проблема очень активно разрабатывается в настоящее время на международном уровне. Согласно имеющимся данным, существует около 400 астероидов, пересекающих орбиту Земли. Столкновение с Землей каждого из этих астероидов представляет собой реальную опасность для человечества.

Ученые считают, что энергопотребление надо снижать, ибо Земля не выдержит такой нагрузки. Рассматривался такой проект: разместить солнечные электростанции (на фотоэлементах) в космосе, а выработан-

ную электроэнергию передавать на Землю радиоволнами.

Сказанное касается и другого проекта – размещения зеркал на околоземной орбите. Дополнительное освещение сэкономит энергию в городах, повысит урожайность растений, продлит сроки сельскохозяйственных работ и т. д. Из-за сложности, возникающих при грузоперевозках, изготовить отражатели нужно не на Земле, а прямо в космосе, из металла астероида.

Реализация проекта системы космической защиты может быть начато уже сегодня. Его осуществление не только существенно снизила бы вероятность апокалипсиса, но и позволила бы человеку сделать новый шаг по пути освоения космоса, расширяя свои знания и возможности. Создав и развернув эту систему, человечество существенно бы увеличило свои научно-технические знания в самых разных областях космонавтики.

Библиографические ссылки

1. Бурдаков В. П., Данилов Ю. И. Внешние ресурсы и космонавтика, 1977.

2. Физика космоса (маленькая энциклопедия). 1986.

3. *Инженерный справочник по космической технике. 1977.*

4. *Левантовский В. И. Механика космического полёта в элементарном изложении. 1970.*

5. *Угроза с неба: рок или случайность? / под ред. А. А. Боярчука. М. : Космоинформ, 1999. 220 с.*

6. *Расновский А. А. Астероид спасет Землю от катастрофы // Техника молодежи. 1994. № 7. С. 30–31.*

7. *Шкадов Л. М. Как уберечь Землю от космических катастроф? // Наука в России. 1992. С. 13–16.*

© Скорая В. Д., 2013

УДК 58.01

К. Д. Сухих

Научный руководитель – Л. П. Малыгина
Аэрокосмический лицей имени Ю. В. Кондратюка, Новосибирск

КОСМИЧЕСКИЕ ОРАНЖЕРЕИ

При длительных космических полетах доставка на борт продуктов питания в больших количествах затруднена, существует также проблема регенерации кислорода и удаления продуктов жизнедеятельности человека. Поэтому, если эксперименты по выращиванию растений в условиях космоса будут успешными, многие вопросы по обеспечению длительных космических полетов будут разрешены. Когда человечество перейдет от околоземных к межпланетным полетам, на борту пилотируемых космических аппаратов наличие растений будет обязательным, и не только как источник питания, но и как элемент интерьера для психологической разгрузки космонавтов, на длительное время оторванных от земной среды обитания.

Работы над замкнутыми экологическими системами жизнеобеспечения (ЗЭСЖО) человека начались в нашей стране несколько десятилетий назад. Эти системы представляют собой сообщество растений, животных, микроорганизмов и самого человека, находящегося длительное время в состоянии динамического равновесия за счет биологического круговорота в самой системе. Хотя наземные модельные исследования давно доказали возможность организации таких систем, вопрос об их реализации на борту космических аппаратов долго оставался открытым. Так как растения станут обязательным элементом ЗЭСЖО, ученые много внимания уделяют изучению особенностей их развития в условиях невесомости [1–5].

Решить проблему помогут определенные виды растений, которые будут выращиваться в оранжереях на космическом корабле. До недавнего времени ученые не могли обеспечить нормальное развитие растений, размножение и получение устойчивых урожаев в условиях микрогравитации. Сделать это помогли эксперименты на борту ОК «Мир», Оранжерея «Свет», созданная в 1990 году в рамках программы «Интеркос-

мос» российскими и болгарскими специалистами, установлена на модуле «Кристалл».

Многочисленные эксперименты, как на Земле, так и в космосе, позволили сделать оптимистический вывод: гравитация не является препятствием на пути нормального развития и размножения растений. Это означает, что уже в ближайшем будущем растительные продукты питания для космонавтов можно будет получать в космических оранжереях.

Библиографические ссылки

1. *Антипов В. В., Григорьев А. И., Лич Хант К. Человек в космическом полёте: энциклопедия. Т. 3. М. : Наука, 1997.*

2. *Журналы «Новости космонавтики».*

3. *Официальный сайт РКК «Энергия» имени С. П. Королева [Электронный ресурс]. URL: <http://www.energia.ru>.*

4. *URL: <http://www.popmech.ru>.*

5. *URL: <http://kosmi.ru/>.*

© Сухих К. Д., 2013

УДК 552.6

В. Е. Сысолин

Научный руководитель – Л. В. Широносова
Аэрокосмический лицей имени Ю. В. Кондратюка, Новосибирск

КВАЗАРЫ

Рассмотрена теория квазаров, поставлен эксперимент с эффектом Доплера для звуковых волн, и проведена аналогия эксперимента с движением квазаров во Вселенной.

В 1963 году было сделано открытие исключительной важности: обнаружены квазары – объекты, свет (и радиоволны) от которых шли к нам целых 15 милли-

ардов лет. Это значит, что сейчас мы их видим такими, какими они были вскоре после Большого Взрыва, в результате которого началась история нашей Все-

ленной. Квазары – это источники радиоволн. Отсюда и их название: квази (то есть, «почти») звездные радиоисточники. Квазары поразили всех прежде всего своей колоссальной мощностью: находясь на самом «краю» Вселенной, они испускали настолько интенсивное излучение, что оно не только дошло до нас, хотя и находилось в пути более 10 миллиардов лет, но дошло весьма интенсивным. Ведь квазар можно наблюдать в самый простой 20-сантиметровый телескоп, тогда как для наблюдения объектов, находящихся в тысячи раз ближе, нужны пятиметровые телескопы. Квазар излучает такое огромное количество энергии, что возникает законный вопрос, откуда он ее черпает. Энергия, которую он излучает за полчаса, равна всей энергии, которая выделяется при взрыве Сверхновой. Светимость каждого квазара в тысячу раз превышает светимость крупных галактик, в которые входят миллиарды звезд. Поражает в квазаре и другое – компактность этой фабрики энергии. Квазар скорее сравним по размерам со звездой, чем с галактикой. (Поэтому его и назвали «квази» – звездным источником) Естественно, главным является вопрос, как устроен квазар, как работает его фабрика энергии, или, как говорят физики, какова его физическая природа. Не менее поразительно и то, что его фабрика энергии работает неритмично. Излучаемая квазаром энергия (он излучает видимый свет, ультрафиолетовые, инфракрасные и рентгеновские лучи, радиоволны) меняется не только в течение нескольких лет, но и в течение нескольких месяцев или даже недель. Это при среднем возрасте квазара 10 миллионов лет. Ничтожный по астрономическим масштабам объект излучает энергию в сотни тысяч раз больше, чем какая-

нибудь звездная система типа нашей галактики. Это указывает на грандиозность тех физических процессов, которые там происходят [1–5].

Квазары движутся (вернее, двигались) со скоростями, составляющими 87 % от скорости света. Скорости квазаров направлены от нас, то есть они разлетаются во все стороны с огромными скоростями. Измерялись не скорости, а смещение частоты излучения квазаров за счет эффекта Доплера. Оказалось, что смещение линий излучения атомов водорода происходит в сторону красного края спектра, то есть частота излучения увеличивается, что имеет место при удалении источника. Квазары движутся со скоростями, превышающими 250 000 км/с! Такие скорости запрещены другим объектам. Так, если бы звезда имела скорость движения больше 1000 км/с, то она покинула бы свою галактику. Кроме того, звезды движутся как от нас, так и к нам. Квазары же движутся исключительно от нас.

Библиографические ссылки

1. Гендештейн Л. Э., Дик Ю. И. Физика : учебник базового уровня. 11 кл. 2007.
2. Шкловский И. С. Вселенная, жизнь, разум. 1976.
3. Иллюстрированная энциклопедия. Звездное небо. М. : Аванта+, 2007.
4. Данлон С. Азбука звездного неба. М. : Мир, 1990.
5. URL: <http://www.walkinspace.ru/publ/2-1-0-221>.

© Сысолин В. Е, 2013

УДК 004.942

П. Д. Тяпкина¹

Научные руководители – А. А. Ракитский², Л. А. Марковская¹

¹Аэрокосмический лицей имени Ю. В. Кондратюка, Новосибирск

²Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Новосибирск

ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ КАК СРЕДСТВО МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕАЛЬНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ПРИМЕРЕ ПОЛЕТА СПУТНИКА ПО ОРБИТЕ ПЛАНЕТЫ

Изучены и применены средства объектно-ориентированного программирования (ООП) на языке C++ для моделирования процесса запуска спутника с поверхности планеты.

В настоящее время существует множество задач, которые ставит перед собой человечество для дальнейшего развития науки и общества: высадка людей на неизвестной планете, движение небесных тел при воздействии внешних факторов, изучение траектории полёта объектов в космосе и влияние внешних факторов на неё. Реальные эксперименты в таких случаях затруднительны в связи с большими финансовыми или физическими затратами, опасны для жизни и могут дать непредсказуемый результат. В таком случае необходимо использование компьютерного моделирования. Логичность компьютерных моделей позволяет выявить основные факторы, определяющие

свойства изучаемого объекта-оригинала (или целого класса объектов), в частности, исследовать реакцию моделируемой физической системы на изменения ее параметров и начальных условий [1–8].

С развитием вычислительной техники появился новый уникальный метод исследования – компьютерный эксперимент. Компьютерный эксперимент включает некоторую последовательность работы с моделью, совокупность целенаправленных действий пользователя над компьютерной моделью.

Абстрактное моделирование с помощью компьютеров стало одной из информационных технологий, в познавательном плане исключительно мощной. Изу-

чение компьютерного математического моделирования открывает широкие возможности для осознания связи информатики с математикой и другими науками – естественными и социальными.

Основной целью работы являлось изучение методов компьютерного моделирования и основ ООП языка C++ для написания упрощённой модели полёта спутника.

В работе были рассмотрены различные виды и области применения моделирования.

Была создана программа на языке C++ (Windows Forms) с применением средств ООП. Приложение позволяет рассчитать время «жизни» на орбите, скорость и период обращения спутника на определённом расстоянии от планеты (Земля, Марс... или своя планета) в зависимости от формы траектории. Влияние других планет и различных возмущений не учитывалось при создании данной модели.

На основе проведенного исследования можно сделать вывод, что компьютерное моделирование помогает изучать и анализировать поведение реального объекта, но не даёт стопроцентной гарантии в достоверности результатов, так как создаётся упрощённая модель.

В дальнейшем планируется доработка компьютерной модели движения спутника по орбите с учётом дополнительных факторов воздействия и создание других моделей реальных физических процессов.

Библиографические ссылки

1. Могилев А. В., Пак Н. И., Хеннер Е. К. Информатика : учеб. пособие. М. : Академия, 2004. 848 с.
2. Гулд Х., Тобочник Я. Компьютерное моделирование в физике. Т. 1. М. : Мир, 1990. 352 с.
3. Попова Н. В. Математические методы : электронный учебник [Электронный ресурс]. URL: <http://matmetod-popova.narod.ru/>.
4. Лафоре Р. Объектно-ориентированное программирование в C++ / пер. с англ. СПб. : Питер, 2004. 928 с.
5. Павловская Т. А. C/C++. Программирование на языке высокого уровня. СПб. : Питер, 2003. 461 с.: ил.
6. Страуструп Б. Язык программирования C++. Специальное издание. / пер. с англ. М. : Бином, 2012. 1136 с.: ил.
7. Александров С. Г., Федоров Р. Е. Советские спутники и космические корабли. 2-е изд. доп. и перераб. М. : Академия наук СССР, 1961. 440 с.
8. Левантовский В. И. Механика космического полёта в элементарном изложении. М. : Наука, 1970. 492 с.: ил.

© Тяпкина П. Д., 2013

УДК 620.3

П. Д. Тяпкина¹

Научные руководители – К. В. Зобов², Л. П. Малыгина¹

¹Аэрокосмический лицей имени Ю. В. Кондратюка, Новосибирск

²Институт теоретической и прикладной механики имени С. А. Христиановича СО РАН, Новосибирск

МАТЕРИАЛЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАНОЧАСТИЦ

Работа посвящена экспериментальному исследованию процесса получения нанокompозитных материалов путем модификации эпоксидных смол наночастицами диоксида кремния и изучению возможностей применения данных нанокompозитов как в аэрокосмической отрасли, так и в повседневной жизни [1–11].

Активное развитие и совершенствование энерго- и ресурсосберегающих технологий, которое происходит в настоящее время, предъявляет все большие требования к используемым на производстве материалам, например, высокая прочность, эластичность и пористость, а также малый вес. Поиск новых и усовершенствование уже существующих материалов, обладающих подобными экстремальными свойствами, является актуальной задачей в наши дни.

Одним из наиболее перспективных направлений исследований для получения подобных материалов в наше время являются так называемые нанокompозиты – вещества, полученные путем модификации с помощью добавления различных наноразмерных частиц (нанопорошков).

Работа была выполнена на базе Института теоретической и прикладной механики имени С. А. Христиановича СО РАН, где производятся различные

виды нанопорошков, проводятся исследования их свойств, а так же возможностей их применения для модификации различных полимеров и других веществ. Так, в ходе исследования было показано положительное влияние нанопорошка диоксида кремния на прочностные свойства эпоксидных смол и адгезию клея.

Основной целью данной работы являлось проведение процесса модификации материала наночастицами на примере добавления порошков диоксида кремния (SiO₂) в эпоксидную смолу и исследование свойств получившейся композиции и композитов на её основе. Также в процессе работы были рассмотрены различные типы нанопорошков и их свойства, выявлены трудности, возникающие при работе с ними.

Проведенные нами исследования процесса модификации эпоксидной смолы различными типами нанопорошков диоксида кремния позволили нам вы-

явить основные трудности, возникающие при использовании данного типа модификации материалов, такие как:

- равномерное распределение порошка по объёму образца,
- разбиение агломератов частиц нанопорошка в смоле,
- устранение влияния воздуха попавшего в смесь.

Для преодоления выявленных проблем была разработана технология процесса модификации, включающая в себя этапы подогрева смолы для уменьшения вязкости, добавление порошка с последующим механическим перемешиванием на гомогенизаторе, обработка ультразвуком совместно с вакуумной откачкой для устранения агломератов, а также для удаления попавшего в смесь воздуха, добавление отвердителя и спекание композитных образцов.

С использованием этой технологии модификации был получен ряд композитных образцов. Проведено исследование влияния времени обработки ультразвуком на размер агломератов нанопорошка в смоле. Показано, что существует интервал времени, после которого эффективность обработки становится незначительной. Для полученных образцов были проведены измерения прочностных параметров. Определено влияние свойств поверхности нанопорошка на эффективность модификации.

Было показано, что увеличение прочности композитных материалов на основе эпоксидной смолы, в частности DER-331 для двух отвердителей ПЭПА и изо-МТГФА, достигается при добавлении всего 1 % массовой доли нанопорошка, однако сама модификация должна включать в себя ряд технологических процессов, без которых эффект может быть обратным.

Экономическая оценка проекта показала, что на данный момент производить модифицирование эпоксидных составов наночастицами в промышленных масштабах нерентабельно, в связи с неэффективностью методики модификации. Однако при плотном графике проведения исследований можно создать эффективную технологию модификации эпоксидных смол нанопорошком диоксида кремния и внедрить её в производство через несколько лет.

Для проведения сравнения теоретических расчетов с экспериментальными данными нами планируется создание компьютерной программы на языке C++.

В работе проведена подготовка к более глубокому исследованию и внедрению описанной технологии модификации в промышленность.

Библиографические ссылки

1. Борисова Т. А., Филиппов А. А., Фомин В. М. Исследование упругих характеристик материала с наличием в структуре нанодисперсного порошка // *Известия АГУ. Математика и механика*. 1–1(73) 2012. С. 20–21.
2. *Нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов : словарь [Электронный ресурс]*. URL: <http://thesaurus.rusnano.com/>.
3. *Нанопорошки. Назначение, свойства, производство [Электронный ресурс]*. URL: <http://nano-info.ru>.
4. *Нанопорошки: описание мирового рынка [Электронный ресурс]*. URL: <http://abercade.ru/>.
5. *Материалы сайта «Википедия. Свободная энциклопедия» [Электронный ресурс]*. URL: <http://ru.wikipedia.org/>.
6. *Статьи российского электронного «Наножурнала» [Электронный ресурс]*. URL: <http://nanorf.ru/>.
7. *Материалы сайта «Металлические нанопорошки» [Электронный ресурс]*. URL: <http://nanosized-powders.com>.
8. *Производство и применение нанопорошков [Электронный ресурс]*. URL: <http://fabrikamisli.ru/>.
9. Воробьев А. Эпоксидные смолы. // *Компоненты и технологии*, 2003. № 8.
10. Ли Х., Невилл К. *Справочное руководство по эпоксидным смолам : пер. с англ. / под ред. Н. В. Александрова. М. : Энергия, 1973. 416 с.*
11. Свириденко А. И., Кравцевич А. В., Бардаханов С. П., Лысенко В. И. *Термопласты, модифицированные наночастицами диоксида кремния // Актуальные проблемы прочности : материалы 53 Междунар. конф. (2–5 октября 2012 г.), Витебск, Республика Беларусь.*

© Тяпкина П. Д., 2013

УДК 54

А. А. Усольцева

Научный руководитель – А. П. Андреев
КГОАУ «Школа космонавтики», Железногорск

ВЫРАЩИВАНИЕ КРИСТАЛЛОВ МАЛАХИТА

Описан метод получения искусственного малахита в лабораторных условиях из наиболее распространенных реактивов.

Судьба любого крупного месторождения малахита (а их в мире можно пересчитать по пальцам) одинакова: сначала там добывают крупные куски, из которых делают вазы, письменные приборы, шкатулки; затем размеры этих кусков постепенно уменьшаются, и из

них делают в основном вставки в кулоны, броши, перстни, серьги и другие мелкие ювелирные изделия. В конце концов месторождение поделочного малахита полностью истощается, как это и случилось с Уральскими. Неудивительно, что значительные уси-

лия были направлены на получение искусственного малахита [1–4].

Малахит – минерал, основной карбонат меди (дигидрокарбонат меди (II)), состав которого почти точно выражен химической формулой $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$.

Синтезировать основной карбонат меди сравнительно легко, но получить настоящий малахит очень трудно – ведь полученный в пробирке или реакторе осадок, по составу соответствующий малахиту, и красивый самоцвет отличаются друг от друга не меньше, чем невзрачный кусочек мела от куска белоснежного мрамора.

Существует несколько способов получения искусственных минералов. Один из них – это создание композитных материалов спеканием порошка природного минерала в присутствии инертного связующего при высоком давлении. В нашей стране композиты получали цементованием мелких обломков природного малахита размером от 2 до 5 мм с помощью органических отвердителей (наподобие эпоксидных смол) с добавлением в них красителей соответствующего цвета и тонкого порошка того же минерала в качестве наполнителя. Правда, их довольно легко отличить от природного малахита. Другой возможный способ – гидротермальный синтез, т. е. получение кристаллических неорганических соединений в условиях, моделирующих процессы образования минералов в земных недрах. Он основан на способности воды растворять при высоких температурах (до 500 °С) и давлениях до 3000 атм.

Наш метод состоит в использовании наиболее распространенных реактивов, позволяющих получить искусственный малахит в лабораторных условиях.

Сложность получения малахита состоит в том, что для этого минерала главное – не химическая чистота и прозрачность, важная для таких камней как алмаз или изумруд, а его цветовые оттенки и текстура – неповторимый рисунок на поверхности отполированного образца. Эти свойства камня определяются размером, формой, и взаимной ориентацией отдельных кристалликов, из которых он состоит. Одна малахитовая «почка» образована серией концентрических слоев разной толщины – от долей миллиметра до 1,5 см разных оттенков зеленого цвета. Каждый слой состоит из множества радиальных волокон («иглолочек»), плотно прилегающих друг к другу и подчас неразличимых простым глазом. От толщины волокон зависит интенсивность цвета. Например, тонкокристаллический малахит заметно светлее крупнокристаллического, поэтому внешний вид малахита, как природного, так и искусственного, зависит от скорости зарождения новых центров кристаллизации в процессе его образования. Регулировать такие процессы очень трудно; именно поэтому этот минерал долго не поддавался синтезу.

Библиографические ссылки

1. URL: <http://otebe.info/talisman/malahit.html>.
2. URL: <http://ru.wikipedia.org>.
3. URL: <http://www.inmoment.ru/magic/healing/malahite.html>.
4. URL: <http://www.google.ru>.

© Усольцева А. А., 2013

УДК 66

Д. С. Федоров, А. О. Соловьев
Научный руководитель – Г. О. Патрушев
МБОУ СОШ №145, Красноярск

БАТАВСКИЕ СЛЕЗКИ ИЛИ СВОЙСТВА ЗАКАЛЕННОГО СТЕКЛА

Цель исследовательской работы: экспериментальное нахождение прочностных характеристик закаленного стекла. Исследуется связь толщины закаленного слоя с температурным режимом закалки. В работе предложена альтернативная методика определения толщины такого слоя, основанная на измерении характерного радиуса нити, при деформации которой происходит ее разрушение. Основные результаты исследовательской работы: полученные в ходе экспериментов данные позволили рассчитать внутреннее давление в слое быстроохлажденного стекла.

Теории упругости и пластичности представляют собой разделы механики деформируемого твердого тела – совокупности дисциплин, изучающих напряженно-деформированное состояние твердых тел. Задачи, которые решаются этими науками, сходны между собой и заключаются в установлении связи между внешними нагрузками и поведением деформируемого тела [1].

Неведомый нам голландский ученый некогда провел интересный опыт [2; 3]. Он плавил на сильной горелке стеклянную палочку, а капельки жидкого стекла ронял в стакан с холодной водой. Там они за-

стывали в виде слегка вытянутых шариков с длинными, причудливо изогнутыми хвостиками. Исследователь назвал их «батавскими слезками» в честь старинного названия своей родины – Батавии.

Оказывается, эти слезки обладают исключительной прочностью – по ним можно бить молотком, и они не разрушатся (лишь на металле останутся вмятины). Однако если бокорезами отломить хвостик у такой слезки, то она разлетается в пыль.

Если же перед отламыванием хвостика у слезки ее поместить в пробирку с кипяченой водой, то разлетается вся пробирка.

Целью настоящей работы является:

1. Определение характерной толщины закаленного слоя стекла.

2. Установление связи полученной величины с температурными параметрами закалывания.

В этой связи были определены следующие задачи:

1. Отработать методику получения тонких нитей напряженного стекла при различных режимах закалки (получение «батовских слезок»).

2. В серии опытов определить характерный радиус нити, при деформации которого происходит разрушение слезки.

3. Рассчитать давление внутренних слоев закаленного стекла.

Актуальность и практическая значимость исследования обусловлена широким спектром возможного применения и уникальными свойствами закаленного стекла, а именно:

- высокая термическая стойкость – выдерживает перепады температур в 180° против 40° у обычного стекла (область применения – наружное остекление в зонах с резкими температурными перепадами);

- при разрушении образует мелкие осколки (травмобезопасно);

- прочность на изгиб и удар более чем в 5 раз превышает показатели для обычного стекла (бронезащита, лобовые стекла автомобилей, банковские хранилища).

Настоящее исследование позволяет гораздо дешевле (с меньшими трудо- и время-затратами) определять часть прочностных характеристик таких стекол. В работе предложена альтернативная методика определения толщины закаленного слоя, основанная не на исследовании массивного образца, а на измерении характерного радиуса нити, при деформации которой происходит ее разрушение.

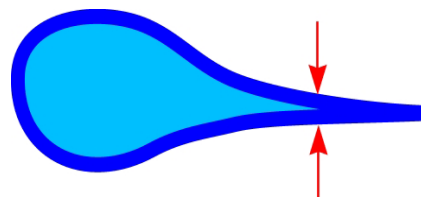
Недостатками классического способа определения глубины закаленного слоя [1] являются: необходимость иметь достаточно массивный образец с плоской поверхностью, определенный произвол в определении степени спадания нагрузки.

Дело в том, что при закалке стекла, внешние слои затвердевают и оказывают сильное давление на внутренние слои. Это внутреннее напряжение и противодействует силе удара. Если батовские слезки осторожно нагреть, внутренние напряжения постепенно снимутся и капелька потеряет способность взрываться. Такой процесс называется отжигом. Отжиг является важной операцией при работе со стеклом, поскольку локальные внутренние напряжения очень сильно уменьшают прочность изделий (особенно – изделий сложной формы).

Отломанный хвостик разрушает поверхностный слой, и «слезку» разносит в пыль внутреннее давление. Разрыв капли происходит также, если надпилить толстую часть до определенной глубины или растворить хвостик в плавиковой кислоте.

На рисунке схематично показана структура «батовской слезки». Синим цветом указана область закаленного особо прочного стекла. Отрезание хвостика левее красной стрелки приводит к ее разрушению. Понятно, что если экспериментально «нащупать» эту

границу, начиная с которой слезка разрушается, то можно считать, что размер образца в этом месте равен удвоенному значению толщины закаленного слоя.



Преимущества такого способа определения размера закаленной области:

- становится возможно работать с образцами малого размера (нитями);

- точность метода определяется лишь классом измерителя длин.

Описание эксперимента и результаты измерений.

Капли расплавленного стекла попадали в стакан с водой фиксированной температуры и охлаждались. Было проведено несколько серий экспериментов с температурой водной среды 0°C (водно-ледяная смесь), 20°C , 30°C , 60°C , 100°C (кипящая вода). В каждой серии экспериментов было получено 6–7 слезок и методом постепенного отламывания кончика был определен средний радиус места надлома, при котором слезка разрушалась. На графике представлена зависимость средней толщины закаленного слоя от температуры. Обнаружено, что примерно с 20°C и ниже, батовские слезки при охлаждении самопроизвольно разрывались. Это связываем с тем, что при быстром охлаждении слой закаленного стекла слишком тонкий и не выдерживает внутреннего давления. Критическая толщина слоя закаленного стекла была нами оценена при этом в 0,8 мм. Этот факт позволяет произвести оценку внутреннего давления в слоях быстроохлажденного стекла. Соотношение силы внутреннего давления и сил, разрывающих слой закаленного стекла, толщиной d . R – наибольший радиус слезки в месте разрыва, получаем $P = 18$ МПа, что вполне соответствует данным, имеющимся в литературе [4].



Выводы

1. Предложен способ определения толщины закаленного слоя стекла, основанный на прочностном испытании нитей «батовских слезок». 2. Получены экспериментальные данные о толщине закаленного слоя при различных температурных режимах закалывания.

3. Обнаружен эффект самопроизвольного разрушения слезки при температуре охлаждающей среды ниже 20 °С.

4. Произведена оценка внутреннего давления в слоях быстроохлажденного стекла.

Библиографические ссылки

1. Горшков А. Г., Старовойтов Э. И., Тарлаковский Д. В. *Теория упругости и пластичности*. М. : Физматлит, 2002. 416 с.

2. Транковский С. *Батавские слезки // Наука и жизнь*. 2006. № 2. С. 139–140.

3. Гирке Р., Шпрокхоф Г. *Эксперимент по курсу элементарной физики. Ч. 1. Механика твердого тела*. М. : Учпедгиз, 1959. 264 с.

4. *Физические величины : справочник / под ред. И. С. Григорьева, Е. З. Мейлихова*. М. : Энергоатомиздат, 1991. 1234 с.

© Федоров Д. С., Соловьев А. О., 2013

УДК 53.01

К. В. Ченцов, А. В. Дедер
Научный руководитель – А. Н. Бизяев
Аэрокосмический лицей имени Ю. В. Кондратюка, Новосибирск

ПЛАЗМА И КОСМОС

Рассмотрена теория плазмы, измерена температура низкотемпературной плазмы, проведен опыт по получению плазмы, и проведена аналогия эксперимента на МКС.

Плазма – частично или полностью ионизированный газ, в котором плотности положительных и отрицательных зарядов практически одинаковы. Термин «плазма» в физике был введен в 1929-м году американскими учеными И. Ленгмюром и Л. Тонксом, в связи с исследованием процессов в электронных лампах. В повседневной жизни плазма встречается в виде примеров: вспышка молнии, мягкое свечение северного сияния, электрические дуги, световая реклама, рабочая среда многих лазеров, плазменные мониторы и т. д. В лабораторных условиях плазма образуется в электрическом разряде в газе, в процессах горения и взрыва. Вещество, разогретое до температуры в сотни тысяч и миллионы градусов, уже не может состоять из обычных нейтральных атомов. Средние кинетические энергии различных типов частиц, составляющих плазму, могут быть разными. Поэтому в общем случае плазму характеризуют не одним значением температуры, а несколькими – различают электронную температуру T_e , ионную температуру T_i и температуру нейтральных атомов T_a . Плазму с ионной температурой $T_i < 10^5$ К называют низкотемпературной, а с $T_i > 10^6$ К – высокотемпературной.

В отличие от нейтрального газа, между молекулами которого существуют короткодействующие силы, между заряженными частицами плазмы действует кулоновские силы, сравнительно медленно убывающие с расстоянием. Каждая частица взаимодействует сразу с большим количеством окружающих частиц. Благодаря этому, наряду с беспорядочным (тепловым)

движением, частицы плазмы могут участвовать в разнообразных упорядоченных (коллективных) движениях. В плазме легко возбуждаются разного рода колебания и волны. Проводимость плазмы увеличивается по мере роста степени ее ионизации. При высоких температурах плотностью ионизированная плазма по своей проводимости приближается к сверхпроводникам. Плазма представляет собой состояние вещества, наиболее распространенного во Вселенной, обладающее интересными свойствами, которые находят всё более широкое применение в разработках, посвящённых большим проблемам современной техники [1–6].

Библиографические ссылки

1. Котельников И. А., Супаков Г. В. *Лекция по физике плазмы: учеб. пособие для студентов физического факультета НГУ // Новосиб. ун-т. Новосибирск, 1996.*

2. Касьянов В. А. *Физика. Базовый уровень. 10 кл. М. : Дрофа, 2011.*

3. Мякишев Г. Я., Сияков А. З. *Физика. Углубленный уровень. 10 класс. М. : Дрофа, 2008.*

4. Франк-Каменецкий Д. А. *Плазма – четвертое состояние вещества. М. : Атомиздат, 1963.*

5. URL: <http://www.elementy.ru/lib/431042>.

6. URL: <http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/7fad7805-d929-0649-67a1-558c7e332736/1012368A.htm>.

© Ченцов К. В., Дедер А. В., 2013

К. Ю. Черкасов¹

Научный руководитель – С. Н. Толкачев²

¹Аэрокосмический лицей имени Ю. В. Кондратюка, Новосибирск

²Институт теоретической и прикладной механики
имени С. А. Христиановича СО РАН, Новосибирск

ДЫМОВАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ОТРЫВНЫХ ТЕЧЕНИЙ НА МОДЕЛИ СУПЕРДЖЕТ

Разработка малоразмерных летательных аппаратов требует адаптации современных аэродинамических технологий в область малых масштабов. Данная работа направлена на исследования картины обтекания крылового профиля на различных углах атаки масштабной модели самолета Сухой Суперджет 100 в масштабе 1/144 в высококачественной аэродинамической трубе МТ-324. Картина течения фиксировалась с помощью методики дымовой визуализации. В широком диапазоне углов атаки наблюдался отрыв потока. Зафиксировано возмущающее влияние профиля крыла на течение и при малых углах атаки.

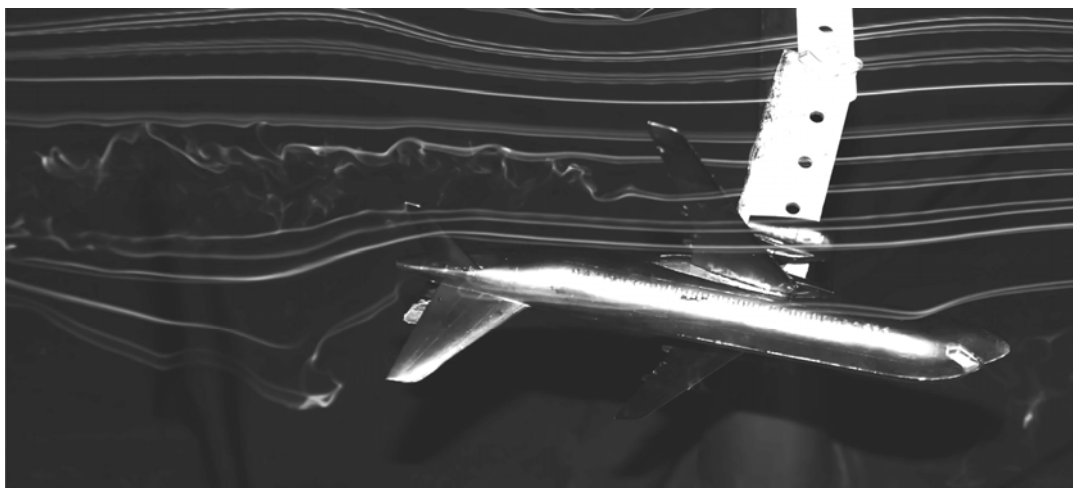
В настоящее время одним из бурно развивающихся направлений в современной авиации являются беспилотные летательные аппараты. При их конструировании можно использовать уменьшенные модели самолетов большой авиации, однако при этом возникает много трудностей. Основная проблема заключается в том, что число Рейнольдса $Re = \rho v x / \eta$ (ρ – плотность среды, v – скорость набегающего потока, x – характерный размер, η – динамическая вязкость), характеризующее течение, значительно отличается для большого и модельного самолета, в нашем случае примерно в 8000 раз, что меняет физические эффекты при обтекании.

Одна из важных характеристик самолета – критический угол атаки, при котором подъемная сила максимальна. При превышении этого угла поток срывается с крылового профиля и образуются крупномасштабные вихри (см. рисунок), которые приводят к уменьшению подъемной силы и резкому увеличению силы сопротивления воздуха.

Эксперимент проводился в высококачественной малотурбулентной аэродинамической трубе МТ-324 Института Теоретической и Прикладной Механики. Для исследования структуры течения использован метод визуализации струйками дыма. В качестве генератора дыма использовалась натянутая нагреваемая электрическим током нихромовая проволока толщи-

ной 0,3 мм, на которую наносились капельки специальной жидкости. Скорость набегающего потока определялась с помощью насадка Пито-Прандтля, соединенного пневмотрассой с жидкостным спиртовым манометром и составляла $2,1 \pm 0,1$ м/с. Работа проводилась в открытой рабочей части, так как модель самолета достаточно большая и такой подход значительно упрощает процесс получения картин визуализации течения. Так как область равномерного и ламинарного течения имеет меньшие размеры, чем выходное сечение сопла аэродинамической трубы в исследовании была задействована только половина самолета. Углы атаки менялись в пределах от 0° до 42° .

Основными результатами работы являются картины визуализации течения при обтекании модели самолета Суперджет 100 при различных углах атаки. Обнаружено, что отрыв возникает при углах атаки, превышающих 7° , в то время как на реальных самолетах критические углы атаки составляют примерно 13° – 15° . Это различие объясняется тем, что модель самолета обтекается ламинарно, что приводит к низкой устойчивости потока к срыву. На крыльях большого размера возникает локальный отрыв и происходит ламинарно-турбулентный переход [1], что приводит к присоединению потока. При меньших углах атаки в следе за крылом наблюдается возникновение возмущений, нарастающих вдоль по потоку.



Визуализация отрыва при угле атаки $14,4^\circ$ и скорости потока 2,1 м/с

Данная работа показала возможность оценки характера течения при обтекании крылового профиля, что позволяет активно использовать его при разработке малоразмерных летательных аппаратов. Проведено знакомство с особенностями аэрофизического эксперимента. В процессе работы были освоены методика измерения скорости набегающего потока с физическим объяснением, метод визуализации потока струйками дыма, изучено устройство аэродинамической трубы.

Библиографическая ссылка

1. Бойко А. В., Грек Г. Р., Довгаль А. В., Козлов В. В. Возникновение турбулентности в пристенных течениях. Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние РАН, 1999. С. 224–225.

© Черкасов К. Ю., 2013

УДК 65 (075.32)

Н. Е. Шабусова, Т. А. Самойлова
 Научные руководители – Т. И. Аверина, Ю. В. Жуковская
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск
 Аэрокосмический колледж, Красноярск

ВНЕШНИЕ И ВНУТРЕННИЕ ФАКТОРЫ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Эффективность управления проявляется в эффективности производства, составляет часть эффективности производства. Рассматриваются внутренние и внешние факторы, оказывающие влияние на эффективность управления. Изучены понятия внутренней и внешней эффективности управления, экономизации управления, которые должны соответствовать цели и стратегии организации.

Эффективность управления – это относительная характеристика результативности деятельности конкретной управляющей системы, отражающейся в различных показателях, как объекта управления, так и собственно управленческой деятельности. Эффективность показывает, в какой мере управляющий орган реализует цели, достигает запланированных результатов. Эффективность управления проявляется в эффективности производства, составляет часть эффективности производства. Результаты действия, соотношенные с целью и затратами, – это и есть содержание эффективности как управленческой категории [1–9].

Понятие эффективности управления во многом совпадает с понятием эффективности производственной деятельности организации. Однако управление производством имеет свои специфические экономические характеристики. В качестве главного критерия результативности управления выступает уровень эффективности управляемого объекта. Проблема эффек-

тивности управления – составная часть экономики управления, которая включает рассмотрение:

- Управленческого потенциала, т.е. совокупности всех ресурсов, которыми располагает и которые использует система управления. Управленческий потенциал выступает в материальной и интеллектуальной формах;
- Затрат и расходов на управление, которые определяются содержанием, организацией, технологией и объемом работ по реализации соответствующих функций управления;
- Характера управленческого труда;
- Эффективности управления, т. е. эффективности действий людей в процессе деятельности организации, в процессе реализации интересов, в достижение определенных целей.

Каждая организация, каждый субъект управления имеют свои внешние и внутренние факторы влияния на эффективность. Приведем эти факторы в таблице.

Внешние и внутренние факторы влияния на эффективность

Внешние факторы	Внутренние факторы
Активная политика конкурента. Резкие колебания на финансовых рынках	Действия влиятельных лиц, содействующих или мешающих деятельности организации (лобби)
Внезапные изменения в экономическом положении клиентов	Криминальное поведение клиентов или персонала: воровство, обман, хищения, технический вандализм
Общественно значимые события	Мероприятия, проводимые профсоюзным движением (забастовки, митинги и т. д.)
Структурные изменения в обществе	Психологический климат коллектива. Административный контроль, система поощрения и взыскания. Позитивная мотивация творческого и производственного труда сотрудников
Неблагоприятные погодные условия Неожиданные изменения конъюнктуры на рынках энергоресурсов и сырья	Неисправности машин и оборудования, оргтехники, средств связи

Внешние факторы	Внутренние факторы
Положение на рынке труда: избыток специалистов, безработица, недостаточная квалификация работников	Увольнение или прием на работу новых сотрудников. Прогулы работников, немотивированные пропуски и потери рабочего времени. Производственные конфликты. Болезни руководителей и сотрудников
Мероприятия правительства по регулированию социальных процессов за счет работодателей	Расширение или сокращение деятельности организации
Миграционные процессы, ухудшающие качество населения	Неравномерность, неритмичность поставок и перезагрузки в работе
Влияние средств массовой информации на формирование имиджа предприятия и его руководства	Социальные инициативы коллектива, изобретательство и рационализаторство, разработка стратегий управления, согласование с коллективом планов развития
Требования профсоюзов к технике безопасности условиям труда	Факторы охраны имущества и безопасности труда
Изменения в соотношении политических сил, влияющих на промышленную политику государства. Новые технологии производства товаров и услуг. Экономические, политические кризисы, влияющие на эффективность работы предприятия. Репрессивное и агрессивное к предпринимательству законодательство	

Эффективность управления – один из основных показателей совершенствования управления, определяемый сопоставлением результатов управления и ресурсов, затраченных на их достижение.

Если управленческая деятельность полностью или частично решает поставленную задачу, воплощается в ожидаемом результате, причём обеспечивает его достижения на основе оптимального использования имеющихся ресурсов, то она считается эффективной. В первом случае речь идёт о внешней эффективности, во втором – о внутренней.

Внешняя эффективность иначе называется выгодностью, а внутренняя – экономичностью, показывающей цену, которую пришлось заплатить за полученный результат (для этого он соотносится с величиной затрат). Чем результат в большей степени превышает затраты, тем экономичнее деятельность.

На практике между двумя этими подходами всегда должен достигаться определённый компромисс, учитывающий требования конкретной ситуации.

Эффективное управление соответствует цели и стратегии организации.

Сегодня важнейшими условиями эффективности управления сегодня являются использование новейших информационных и управленческих технологий, максимальная автоматизация и компьютеризация деловых процессов. Они позволяют освободить человека не только от тяжелой работы, но и от выполнения

рутинных операций, сковывающих его творческие возможности.

Библиографические ссылки

1. Казначевская Г. Б. *Менеджмент : учебник. 12-е изд., доп. и перераб.* Ростов н/Д : Феникс, 2011.
2. Драчева Е. Л., Юликов Л. И. *Менеджмент : учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования. 2-е изд., стер.* М. : Академия, 2010.
3. Иванова Е. Н., Сергеев С. С. *Тон задает руководитель. Изд-во ДНК, 2009.*
4. Мескон М., Альберт М., Хедоури Ф. *Основы менеджмента. М. : Дело, 2009.*
5. Шипунов В. Г., Кишкель Е. Н. *Основы управленческой деятельности : учеб. для сред. спец. учеб. заведений. 2-е изд., перераб. и доп.* М. : Высш. шк., 2009.
6. Муравьев А. И., Игнатъев А. М., Крутик А. Б. *Предпринимательство : учебник. СПб. : Лань, 2009.*
7. Бишов А. *Самоменеджмент: Эффективно и рационально: пер. с нем. Д. А. Пергамент. 3-е изд. испр.* М. : Омега-Л, 2008.
8. Брукс Я. *Организационное поведение: индивидуумы, группы и организация : учебник / пер. с англ. 3-е изд. М. : Дело и сервис, 2008.*
9. Тебекин А. В. *Менеджмент организации : учебник для вузов. М. : КНОРУС, 2007.*

© Шабусова Н. Е., Самойлова Т. А., 2013

УДК 620.9

М. Б. Шелехов
 Научный руководитель – С. А. Дмитриев
 Центр дополнительного образования детей
 «Аэрокосмическая школа», Красноярск

СОВРЕМЕННОЕ УЛИЧНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Главная полезная функция (ГПФ) уличных фонарей выполняется неэффективно т.к. фонари светят в ненужное время, не в том месте. Такое освещение является следствием «грубого» управления работой фонарей (т. е. все фонари включаются от одного рубильника). Поэтому происходит перерасход электроэнергии, в связи с работой фонарей на участках в отсутствие автомобилей и людей. Полученная система будет работать под управлением технологии X10. И при дежурном освещении (метод ШИМ – широтно-импульсная модуляция) или светодиодах. Так как обычная уличная лампа загорается в течении нескольких минут, а для данной системы важна скорость включения и выключения ламп. Вследствие чего мы сможем фонари, которые будут включаться и выключаться, снижать и повышать яркость, светить в зависимости от волны дороги на каком-либо участке. В дальнейших разработках можно сделать освещение улицы в соответствии с сигналом светофора (зеленый, желтый, красный), что сможет снизить аварийность.

Описание проблемной ситуации

Существует множество различных фонарей и надо придумать новый.

План действий по Методу Фокальных объектов

► Выбрать случайный объект или явление которое будем изменять (ФО).

► Выбрать любую книгу.

► Выбрать 3-7 случайных объектов (ОА).

► Выписать свойства объектов (3-7).

► Последовательно перенести признаки и свойства ОА на ФО.

► Отметить необычайные сочетания.

► Из отмеченного получить новые идеи используя шаблон «Если ФО будет _____, то это хорошо потому что _____.»

Получим новые идеи

Если фонарик будет радиоуправляемым, то это хорошо, потому что, с помощью пульта управления мы сможем его включать и выключать в нужное время.

Рассмотрим идею подробнее. Функциональный анализ. ГПФ фонарей

Главной полезной функцией фонарей является освещение дороги для людей и машин ночью в нужном месте, в нужное время.

Уличное освещение

Уличное освещение – средство искусственного увеличения оптической видимости на улице в темное время суток. Как правило осуществляется лампами, закрепленными на мачтах, столбах, путепроводах и других опорах. Лампы включаются в ночное время автоматически, либо вручную из диспетчерского пункта.

Нежелательные эффекты существующей системы

ГПФ уличных фонарей выполняется неэффективно так как фонари светят в ненужное время, в не том месте. Такое освещение является следствием «Грубого» управления работой фонарей (т. е. все фонари включаются от одного рубильника). Поэтому происходит перерасход электроэнергии, в связи с работой фонарей на участках в отсутствие автомобилей и людей.

Описание работы найденных решений

Уличное радиоуправляемое освещение. Фонари которые могут включаться и выключаться, снижать и

повышать яркость, светить в зависимости от волны дороги на каком-либо участке.

Обоснование работоспособности

Полученная система будет работать под управлением технологии X10. И при дежурном освещении (метод ШИМ) или светодиодах. Так как обычная уличная лампа загорается в течении нескольких минут, а для данной системы важна скорость включения и выключения ламп.

Что такое технология X10?

Отсутствие дополнительных проводов

► Технология домашней автоматизации X10 предназначена для интеллектуального управления освещением и бытовыми электроприборами с использованием силовой электропроводки.

Быстрый и легкий монтаж

► Сигналы управления X10 передаются и принимаются непосредственно по электрической. Отсутствие дополнительных проводов делает установку систем X10 быстрой и легкой.

Удобство управления

► Для передачи команд управления в системах X10, кроме силовой проводки, используется радиоканал с частотой 433МГц. Так обеспечивается комфорт беспроводного способа управления.

Простая и гибкая настройка

► Одно из главных преимуществ технологии X10 по сравнению с традиционной электроинсталляцией заключается в том, что схема управления может многократно меняться простой перенастройкой отдельных компонентов сети X10 – контроллеров, выключателей, реле и диммеров.

Возможность расширения в будущем

► Системы X10 легко расширяемы. В любой момент в действующую инсталляцию можно добавить новые компоненты, даже если отделочные работы давно закончены.

Доступная цена

► Стоимость минимального комплекта оборудования X10 составляет 4-5тыс.руб., что делает технологию доступной и популярной.

Команды X10

В протоколе X10 предусмотрено шесть базовых команд:

- ▶ Включить (On)
- ▶ Выключить (Off)
- ▶ Ярче (Bright)
- ▶ Темнее (Dim)
- ▶ Включить весь свет (ALL Lights ON)

Выключить все (ALL Units OFF)

Работоспособность сети X10

При установке автоматики X10 необходимо обращать особое внимание:

- ▶ на помехозащищенность системы;
- ▶ защиту электрических цепей и устройств X10 от перенапряжения, перегрузки и короткого замыкания.

Рекомендуемые меры для устранения помех в сетях X10:

- ▶ использование сетевых фильтров (FM10, FD10, TF678 и др.) на вводе домашней электросети и в мес-

тах подключения к электропитанию приборов-источников помех;

- ▶ замена «шумящих» электроприборов на более качественные модели.

При соблюдении несложных правил защиты от высокочастотного шума автоматика X10 работает надежно в течение долгого времени.

Преимущества новой системы уличного освещения

- ▶ Таким образом, мы получим систему уличного освещения, в результате которой будет экономия электроэнергии.

Достоинства и потенциальные возможности развития найденных решений

- ▶ Можно сделать освещение улицы в соответствии с сигналом светофора.

© Шелехов М. Б., 2013

УДК 663.63.0

В. И. Шестаков¹

Научный руководитель – И. Я. Шестаков²

¹МБОУ «Общеобразовательное учреждение гимназия № 4», Красноярск

²Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ЭЛЕКТРОАКТИВАТОР ВОДЫ

Изготовлен электроактиватор с коаксиальным расположением электродов. Показано, что минимальное значение рН анолита и максимальное значение рН католита зависят от соотношения объёмов этих вод. Рассчитаны значения удельных энергозатрат из экспериментальных данных.

С середины прошлого века и по сей день свойства активированных растворов изучают у нас и за рубежом. Лечение активированной водой постепенно входит в лечебные методики медицинских учреждений. Биологически активная вода обладает целебными и косметическими свойствами. Такую воду получают в электроактиваторах, при этом вода бывает двух типов: электроактивированный католит – «живая» вода и электроактивированный анолит – «мертвая» вода. Католит является мощным стимулятором биологических процессов. Анолит является мощным антисептиком консервантом.

В настоящее время на рынке предлагается большое разнообразие бытовых электроактиваторов: Ива-1, Мелеста, АП-1 и другие. Анализ конструкций этих устройств показал, что в качестве электродов применяются плоские металлические пластины, поэтому имеются объёмы воды, которые не подвергается электрохимическому воздействию или подвергается слабо. В результате этого удельные энергозатраты на получение активированной воды значительны 15–30 Вт час/л.

В бытовом электроактиваторе Эсперо-1 анод изготовлен в виде стержня квадратного сечения, катод выполнен из тонколистовой стали в виде цилиндрической оболочки. Электроды установлены коаксиально относительно друг друга. В центре – анод, по перифе-

рии- катод. В результате этого вся вода находящаяся в активаторе подвергается электрохимическому воздействию, что приводит к значительному снижению энергозатрат до 2-3 Вт час/л. Данная величина энергозатрат вызывает некоторые сомнения. Расчёт энергозатрат производился по паспортным данным активаторов.

Для оценки удельных энергозатрат в активаторах с коаксиальным расположением электродов было изготовлено устройство подобной конструкции. В качестве диафрагмы используется ткань-брезент. Анодом является графитовый стержень, катодом полый цилиндр из нержавеющей стали. Были проведены опыты с различным соотношением объёмов анолита и католита. Установлено, что соотношение объёмов для достижения минимального значения рН анолита и максимального значения рН католита должно быть равно 0,6. При этом удельные энергозатраты составляют 8-10 Вт час/л.

Таким образом, коаксиальное расположение электродов в активаторах более предпочтительно. При соотношения объёмов анолита и католита равным 0,6 получается максимальная разница между значениями рН равная 7 единицам.

© Шестаков В. И., 2013

УДК 532.1

Е. А. Шихалева¹Научный руководитель – А. П. Завьялов²¹Аэрокосмический лицей имени Ю. В. Кондратюка, Новосибирск²Институт теоретической и прикладной механики
имени С. А. Христиановича СО РАН, Новосибирск**СВОЙСТВА НАНОЖИДКОСТЕЙ**

Вода является основным элементом во многих технологических процессах и так же может быть подвержена модификации нанопорошками, поэтому необходимо знать точную вязкость получающейся наножидкости. В данной работе были проведены экспериментальные исследования влияния концентрации нанопорошков на вязкость получаемой водной суспензии, а также проведён расчёт толщины присоединённого слоя согласно модифицированной модели Бетчелора.

Наножидкости являются плохо изученным типом гетерогенной среды [3]. Однако к их числу относятся многие окружающие нас объекты, такие как туман, дым или, текущая в наших венах, кровь. В последнее время наножидкости получают всё большее применение в технике, являясь присадками к маслам или топливу. Существуют данные об эффективности их использования в качестве теплоносителя для охлаждения [1]. В связи с этим необходимо хорошо знать свойства наножидкостей для конструирования топливных, фильтрующих или охлаждающих систем. Классическая модель Бетчелора, описывающая увеличение вязкости при добавлении в среду твёрдых сферических частиц, не подходит для описания экспериментальных данных, как полученных мной, так и ряда других авторов [2; 3]. При этом большинство альтернативных формул носят чисто экспериментальный характер и не опираются на какие-либо модельные представления.

В статье [4] изложены представления о присоединённом слое, возникающем на поверхности находящихся в жидкости наночастиц. Согласно этим представлениям можно использовать классическую модель Бетчелора, если в формуле для вычисления вязкости в качестве концентрации добавки использовать не истинную концентрацию частиц, а концентрацию механически цельных включений, состоящих из наночастиц с некоторым присоединённым слоем жидкости. В такой модели вязкость должна зависеть не только от концентрации частиц, но и от их размера,

поскольку именно размер частиц определяет количество присоединённого слоя и, как следствие, концентрацию механически цельных включений. Так же данная модель позволяет оценить толщину присоединённого слоя по экспериментальной зависимости вязкости от концентрации и размера частиц.

Библиографические ссылки

1. Кириловский С. В., Миронов С. Г., Анискин В. М. Экспериментальное исследование теплообмена в канале при течении суспензии нанопорошка диоксида кремния в этиловом спирте // *Фундаментальные основы МЭМС- и нанотехнологий : материалы 4-й Всерос. конф. Новосибирск, 6–8 июня 2012 г.*

2. Mahbubul I. M., Saidur R., Amalina M. A. Latest developments on the viscosity of nanofluids // *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 55, 2012. P. 874–885.

3. Рудяк В. Я., Димов С. В., Кузнецов В. В., Бардаханов С. П. Измерение коэффициента вязкости наножидкости на основе этиленгликоля с частицами двуокиси кремния // *Доклады Академии наук. Т. 450. 2013. № 1. С. 1–4.*

4. Сызранцев В. В., Завьялов А. П., Бардаханов С. П. Роль присоединённого слоя в вязкости наножидкостей с диоксидом кремния // *International Journal of Heat and Mass Transfer*.

© Шихалева Е. А., 2013

УДК 52.1683

А. Д. Юн, А. В. Жилин

Научный руководитель – А. Н. Бизяев

Аэрокосмический лицей имени Ю. В. Кондратюка, Новосибирск

ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ, ПРОБЛЕМЫ ИХ ПОЗНАНИЯ, СТРОЕНИЕ И ВОЗМОЖНОСТИ

Представлены факты, сведения и результаты анализа характера поведения черных дыр с использованием математической и 3D моделей.

Актуальность. Изучить теорию возникновения черных дыр, с их испарением, а также с силой и радиусом их притяжения, зависимости их скорости, и силы притяжения от массы и объема. Некоторые звез-

ды не превращаются в черные дыры, хотя по всем свойствам входят в категорию возможного коллапса.

Цель: анализ и моделирование теории черных дыр.

Задачи:

- изучить теорию чёрных дыр;
- исследовать аномалии связанные с горизонтом событий;
- рассмотреть теоретические примеры поведения частиц в поле гравитации чёрной дыры;
- смоделировать чёрную дыру на компьютере и показать особенности: строения и возможности;
- высказать предположения об использовании знаний о чёрных дырах для практических применений.

Методы исследования:

- аналитический, моделирования, инструментальный.

При анализе информации о черных дырах установлено, что – это области в пространстве-времени, гравитационное притяжение которых настолько велико, что покинуть её не могут даже объекты, движущиеся со скоростью света, в том числе кванты самого света. Анализируя характер поведения, чёрных дыр выявлено, что они являются – главным полигоном для проверки теории квантовой гравитации, потому что для их описания критически важны как квантовая механика, так и общая теория относительности [1–10].

Теоретически возможно, что две частицы, столкнувшись, могут создать чёрную дыру. Новорождённая дыра ассиметрична, она может вращаться, вибрировать и иметь электрический заряд. Каким бы сложным не было исходное тело, после его сжатия в черную дыру внешний наблюдатель может определить только три его параметра: массу, момент импульса и элект-

рический заряд. Все остальные особенности тела (форма, распределение плотности, химический состав) в ходе коллапса «стираются». Теоретически самые мощные процессы энерговыделения во Вселенной происходят с участием черных дыр. Именно они считаются источником активности в ядрах квазаров – молодых массивных галактик. Вблизи черной дыры темп колебания всех атомов и молекул замедляется. Смоделирован процесс поглощения черной дырой космического тела (с использованием 3D моделирования), результат моделирования будет представлен в виде видеофайла, прикрепленного к презентации и продемонстрирован в процессе выступления.

Библиографические ссылки

1. URL: http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_colier/5971/ЧЕРНАЯ.
2. URL: http://www.astrotime.ru/black_hole.html.
3. URL: <http://www.astrogalaxy.ru/705.html>.
4. URL: http://wsyachina.narod.ru/astronomy/blackhole_5.html.
5. URL: http://ru.vlab.wikia.com/wiki/Чёрная_дыра.
6. URL: http://traditio-ru.org/wiki/Чёрная_дыра.
7. URL: http://spacegate.ucoz.ru/publ/referaty/chernye_dyry/1-1-0-12.
8. URL: <http://www.nkj.ru/archive/articles/2927/>.
9. URL: <http://www.modcos.com/articles.php?id=100>.
10. URL: http://star-galaxies.ucoz.ru/publ/chernaja_dyra/1-1-0-4.

© Юн А. Д., Жилин А. В., 2013

УДК 002

И. С. Жукова

Центр дополнительного образования детей
«Аэрокосмическая школа», г. Красноярск

НОВЫЙ ПЕРЕНОСНЫЙ НАКОПИТЕЛЬ ИНФОРМАЦИИ

Известны устройства хранения и переноса информации с компьютера на компьютер с различными объемами памяти. Недостатками этих устройств являются механические повреждения при использовании, когда «флешка» выступает из корпуса системного блока и при извлечении; ухудшение электрического контакта из-за окисления средой, ограничения скорости из-за особенностей пропускной способности шины USB.

Настоящая работа посвящена поиску решения по устранению указанных недостатков и повышению скорости обмена информации между компьютером и переносным накопителем.

Целью работы является нахождение новых вариантов переносного накопителя твердой памяти для компьютеров.

Задачи, решаемые в ходе исследования:

1. Обзор существующих переносных накопителей передачи информации без устройства USB.
2. Разработка новых принципиальных вариантов переносных накопителей.
3. Описание работы предлагаемого накопителя.

В результате проделанной работы предложено принципиально новое переносное устройство для хранения и обмена компьютерной информации лишенной недостатков традиционной «флэшки» с USB.

Ключевые слова: переносный накопитель информации

Известны устройства хранения и переноса информации с компьютера на компьютер с различными объемами памяти. Недостатками этих устройств являются механическая ненадежность при эксплуатации, когда «флешка» выступает из корпуса системного блока; ухудшение электрического контакта из-за окисления средой и ограничения скорости из-за особенностей пропускной способности шины USB. Отсюда вытекает вопрос: как сделать, чтобы «флешка» подключалась к компьютеру без помощи USB?

Целью работы является нахождение новых вариантов переносного накопителя твердой памяти для компьютеров.

Задачи, решаемые в ходе исследования:

1. Обзор существующих переносных накопителей передачи информации без устройства USB.
2. Разработка новых принципиальных вариантов переносных накопителей.
3. Описание работы предлагаемого накопителя.

Общее содержание работы: Подключаемое устройство ввода – вывода и хранения информации на компьютере предназначено для ввода – вывода и хранения информации из компьютера на подключаемый к компьютеру извне носитель информации. Содержит компьютерный блок и внешнее устройство, располагаемые соосно относительно друг друга предназначены для ввода – вывода и хранения информации. Компьютерный блок содержит индукционную катушку с магнитопроводом, схему питания катушки, схему преобразования электрических сигналов в световые импульсы, источник импульсов света, светочувствительный элемент и схему преобразования сигналов светочувствительного элемента в сигналы компьютера. Внешнее устройство содержит индукционную катушку с магнитопроводом, схему преобразования электрического напряжения на выходе катушки в напряжение электрического питания, схему преобразования электрических сигналов в световые импульсы, источник импульсов света, светочувствительный элемент и схему преобразования сигналов светочувствительного элемента в сигналы для хранения в твердотельной памяти, элементы твердотельной памяти.

Описание: известны подключаемые устройства ввода – вывода и хранения информации на компьютере различными типами памяти, предназначено для ввода – вывода и хранения информации из компьютера на подключаемый к компьютеру извне носитель информации. Твердотельные подключаемые устройства ввода – вывода и хранения информации – флэш-память или переносные устройства типа «винчестер» подключаются к компьютеру через универсальный электромеханический разъем типа USB.

Недостатком известного устройства является недостаточная эксплуатационная надежность из-за возможности механического повреждения выступающего из корпуса компьютера, ухудшение электрического контакта из-за окисления средой и ограничение скорости обмена сигналами между компьютером и устройством

памяти из-за индуктивности электрических проводников разъема.

Прототипом подключаемого устройства ввода – вывода и хранения информации на компьютере является система бесконтактной передачи информации на электронный ЧИП.

Недостатком прототипа является малый объем и низкая скорость обмена информации.

Другим прототипом подключаемого устройства ввода – вывода и хранения информации на компьютере является система бесконтактной передачи информации на сотовые телефоны.

Недостатком прототипа является малый объем и низкая скорость обмена информации.

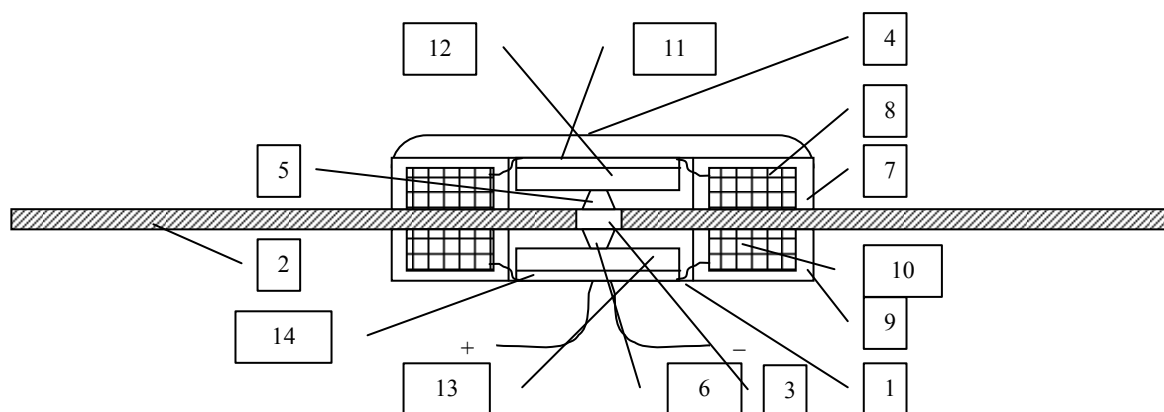
Задачей настоящей модели является повышение эксплуатационной надежности Подключаемые устройства ввода – вывода и хранения информации на компьютере, повышение скорости обмена информации между компьютером и подключаемым устройством ввода – вывода и хранения информации.

Технический результат: подключаемые устройства ввода – вывода и хранения информации содержит компьютерный блок и внешнее устройство, располагаемые соосно относительно друг друга. Компьютерный блок содержит индукционную катушку с магнитопроводом, схему питания катушки, схему преобразования электрических сигналов в световые импульсы, источник импульсов света, светочувствительный элемент и схему преобразования сигналов светочувствительного элемента в сигналы компьютера. Внешнее устройство содержит индукционную катушку с магнитопроводом, схему преобразования электрического напряжения на выходе катушки в напряжение электрического питания, схему преобразования электрических сигналов в световые импульсы, источник импульсов света, светочувствительный элемент и схему преобразования сигналов светочувствительного элемента в сигналы для хранения в твердотельной памяти, элементы твердотельной памяти.

Подключаемое устройство ввода – вывода и хранения информации изображено на рисунке.

Подключаемое устройство ввода – вывода и хранения информации работает следующим образом.

Компьютерный блок 1 установлен под верхней диэлектрической панелью компьютера 2 соосно с отверстием в панели 3. Извне соосно с отверстием 3 устанавливается внешнее устройство 4. Световые импульсы, излучаемые источником импульсов света 5 ком-



пьютерного блока 1 попадает через отверстие 3 в панели 2 в светочувствительный элемент 6 внешнего устройства 4. И наоборот, световые импульсы, излучаемые источником импульсов света 6 внешнего устройства 4 попадает через отверстие 3 в панели 2 в светочувствительный элемент 5 компьютерного блока 1. Конструктивно, светочувствительные элементы и источники импульсов света компьютерного блока и внешнего устройства совмещены пространственно. Энергообеспечение внешнего устройства 4 осуществляется индуктивно связанными катушками 8 и магнитопроводом 7 внешнего устройства 4 и соответственно, катушкой 10 и магнитопроводом 9 компьютерного блока 1 следующим образом. На схему питания 14 катушки 10 подается напряжения из компьютера (+и-), на выходе схемы питания 14 катушки 10 вырабатывается переменное напряжение заданное частоты и величины. Это напряжение подается на катушку 10 компьютерного блока 1. Магнитное поле, создаваемое катушкой 10 компьютерного блока 1 в магнитопроводе 9 замыкается через магнитопровод 7 внешнего устройства 4, пересекая при этом немагнитную и диэлектрическую панель компьютера 2. При изменении магнитного поля в магнитопроводах 7 и 9 под действием переменного тока в катушке 10, в катушке 8 возникает электродвижущая сила эдс, и переменное напряжение с катушки 8 преобразуется в схеме преобразования электрического напряжения 11 в напряжение электрического питания, требующиеся для питания электрических схем внешнего устройства и элементов памяти 12.

Передача информации из компьютерного блока 1 во внешнее устройство 4 осуществляется следующим образом. Электрические сигналы компьютера преобразуются в схеме преобразования электрических сигналов 13 и в источнике импульсов света 6 в световые

импульсы. Световые импульсы через отверстие 3 попадают в светочувствительный элемент 5 внешнего устройства 4. Электрические сигналы на выходе светочувствительного элемента 5 преобразуются в схеме преобразования сигналов светочувствительного элемента в сигналы для хранения в твердотельной памяти 12, которые хранятся в элементах памяти внешнего устройства.

Управление содержимым элементов памяти внешнего устройства осуществляется из компьютера с помощью командных сигналов также по описанному световому каналу. Передача сигналов из внешнего устройства в компьютер осуществляется по соответствующим командам по световому каналу, аналогично описанному выше.

Вывод: в результате проделанной работы предложено принципиально новое переносное устройство для хранения и обмена компьютерной информации лишенной недостатков традиционной «флэшки» с USB.

Библиографические ссылки

1. URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Near_Field_Communication.
2. URL: <http://www.nfc-forum.org/home/>.
3. URL: http://www.i-free.com/activities/nfc_solutions.
4. URL: http://www.smart-recovery.ru/publ/ustroistvo_usb_flashki/.
5. URL: <http://electrono.ru/elektromagnetizm-i-elektromagnitnaya-indukciya/24-vzaimoindukciya>
6. URL: http://www.motor-reмонт.ru/books/1/03_46.html.

© Жукова И. С., 2013

СОДЕРЖАНИЕ

От редакционной коллегии	3
--------------------------------	---

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Секция

«ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ»

Винидиктова Т. А., Киященко А. В. Моделирование руки манипулятора	7
Ворожейкин В. А., Будьков В. А., Сысоева Л. П. Микропроцессорный контроль параметров абразивно-экструзионной обработки	8
Ершова Н. Е., Сапичев В. В., Михайлов В. С. Моделирование датчика ускорения	9
Завершинская Ю. С., Тягушева Ю. И. Определение свойств инструмента из полиуретана	11
Зверинцев В. В. Установка для хонингования внутренней поверхности волноводов	12
Иванова О. В., Саклакова О. Е. Определение времени захолаживания методом Био-Фурье	13
Карабарин Д. А. Критерии абразивной износостойкости материалов	14
Карабарин Д. А. Термическое упрочнение сталей для повышения абразивной износостойкости	16
Квятковский И. Ю., Пахомов И. А. Анализ методов гибки прямоугольных волноводов	17
Котов А. В., Метелкин Ю. В. Анализ шума холодильного прибора в процессе работы	19
Лукьянов А. С., Иванова О. В., Скрипка А. В., Янковская Н. Ф. Давление газа в восходящем пузырьке при погружных испытаниях сборок агрегатов КА	20
Макеев В. В., Сыроежко С. Ю., Жилина К. Е. Математическое моделирование жесткости радиально-упорных подшипников в LABVIEW	21
Метелкин Ю. В., Тулин И. В. Абразивно-экструзионная обработка алюминиевых сплавов	23
Полещук А. А., Соломатова Е. А., Сысоева Л. П. Исследование характеристик рабочих сред для абразивно-экструзионной обработки	24
Резанова М. В. Пустотелые конструкции в технике	25
Саклакова О. Е., Иванова О. В., Саклакова А. Е. Повышение эффективности технологических процессов производства деталей космических аппаратов	27
Филимонов И. В., Пацкова Е. Г. Разработка узла для однозначного расположения сотовой панели	28
Хилько В. М., Пасечник К. А., Фаррахова А. Ю. Разработка технологии обработки деталей РКТ с наличием винтовых поверхностей	29
Чумакова А. В., Котов А. В., Саламатова Е. А., Петухова А. А. Применение нанотехнологий в производстве режущего инструмента	31
Чумакова А. В., Пашков А. В., Сыроежко С. Ю., Шишконокова Т. А., Анисимова К. Г. Методология проведения эксперимента по оценке прецизионности	32

Секция

«ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ»

Алякрецкий Р. В., Орлова Д. В., Брокс А. А. Защита элементов конструкций КА от воздействия плазмы стационарных плазменных двигателей	34
Баляков Д. Ф., Герус А. А., Мироненко Е. Д., Похильченко Я. Л., Снытко А. В. Оценка нагружения конструкции КА при консольной транспортировке железнодорожным транспортом	35

Бердникова Н. А., Бакаенко В. Д. Проектирование крупногабаритной двухрефлекторной антенны с поддерживающей рамой	37
Гончарук А. В. Разработка методики для проведения испытаний систем наведения антенн для космических аппаратов с нежесткими конструкциями	38
Протевень И. С. Вертикальный взлет за счет разрежения воздуха на поверхности летательного аппарата	39
Снытко А. В., Мироненко Е. Д., Герус А. А., Баляков Д. Ф. Зарубежные методы защиты КБВД от несанкционированных воздействий	41
Трофимов А. Н., Лоскутов В. Д. Моделирование и анализ термических напряжений в трубопроводах системы терморегулирования космических аппаратов	42

Секция

«ДВИГАТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ И СИСТЕМЫ ТЕРМОРЕГУЛИРОВАНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ»

Асеинов Н. И. Способы управления вектором тяги РДТТ	44
Ахметшин К. Ш., Кирюхин С. Ю., Рябинин А. С. Сравнительный анализ способов регулирования тяги ЖРД и РДТТ	45
Бакулин Я. Ю. Разработка экспериментальной установки для исследования пластических деформаций и усталостной прочности диафрагм разделителей	46
Белобровина М. В. Особенности применения прямоточных ВРД	47
Бочерикова Я. В., Савина А. Е. Первый сибирский жидкостный ракетный двигатель	48
Буртыль И. В. Внешние источники тепла космического аппарата и задачи расчета теплообмена	50
Веселов А. В., Фуфачев Н. С. Лазерное зажигание в ЖРД	50
Гайнутдинов А. В., Каменюк О. В. Алгоритм расчета течений с теплоотдачей в элементах проточных частей турбомашин	52
Евтух А. В., Ерисов А. А., Крылов А. С., Торгашин А. С. Перспективные направления развития электрореактивных двигателей	52
Каменюк О. В., Гайнутдинов А. В. Использование фазового измерителя крутящего момента в составе стенда для гидравлических испытаний шнекоцентробежных насосов	54
Куимов И. А., Шадт М. В. Совершенствование технологического оборудования для нанесения лент припоя в производстве камер ЖРД	55
Маханьков В. Г. Аэродинамический наддув топливных баков	56
Окунев А. В. Задачи теплового проектирования космического аппарата	57
Останина Н. Г. Особенности измерения температуры при создании и эксплуатации криогенных двигательных установок	58
Паровой Е. Ф. Разработка расчетной модели гидродинамического подшипника с самоустанавливающимися вкладышами и сравнительный анализ результатов аналитических и программных расчетов его характеристик	60
Рыбакова В. Н. Методология расчета теплового режима космических аппаратов	61
Рыбакова В. Н., Мехтиев А. С. Перспективные материалы в производстве корпусных деталей турбонасосных агрегатов	62
Самошкин В. М., Васянина П. Ю. Анализ эффективности охлаждения камеры ЖРД при создании искусственной шероховатости каналов охлаждающего тракта	62
Торопкин А. В. Общие требования к тепловому режиму и тепловой баланс космических аппаратов	64
Чернов А. А. Имитационное моделирование работы турбонасосного агрегата	64

Секция

«МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ И ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ
В МАШИНАХ И АППАРАТАХ»

Басынин В. В., Танасиенко Ф. В. Методика испытаний по определению термического сопротивления образцов экранно-вакуумной изоляции	66
Болотский В. И., Ицкович В. А., Лазненко А. С., Слепак Ю. С. Разработка стенда для теплопрочностных испытаний остекления фонаря Т-50	67
Делков А. В., Непомнящий Д. А., Ситничук Д. Б. Задачи и методы математического моделирования тепловых технических систем	69
Делков А. В., Тихонова Н. В. Экспериментальный стенд и установка для исследования закрученного течения несжимаемой жидкости в турбомашинках	70
Деткова В. А., Ситничук Д. Б. Математическое моделирование малых холодильных машин	72
Козловцева М. А., Лыткин А. Ю., Деткова В. А., Делков А. В. Моделирование циклического режима работы малой холодильной машины	73
Колчанов И. П., Делков А. В. К постановке задачи по модернизации тепловакуумных испытаний	74
Кулаков Е. В., Шелепов В. В. Организация воздухообмена в ЦОД	75
Кулаков Е. В. Схема обеспечения помещения горячей водой и холодным воздухом на основе теплового насоса	77
Танасиенко Ф. В., Шевченко Ю. Н. Методика теплового расчета электронных приборов космического аппарата, работающих в открытом космосе	78
Тасенко Т. А., Прокаев И. О. Применение прямых силовых циклов на низкокипящих рабочих телах	80
Ходенков А. А., Мокеев В. В. К вопросу оценки теплообмена в двухфазных потоках	81
Чикирда Д. В., Степанов Н. И., Тасенко Т. А., Ходенков А. А. Моделирование паротурбинных установок на органических рабочих телах	82

Секция

«МОДЕЛИ И МЕТОДЫ АНАЛИЗА ПРОЧНОСТИ ДИНАМИКИ И НАДЕЖНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ
КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ»

Бакаенко В. Д. Моделирование сетчатых композитных спиц зонтичных антенн космических аппаратов	84
Болгов В. В., Быков А. В. К решению задач плоской теории упругости вариационно-разностным методом в перемещениях и напряжениях	85
Большаков М. А., Ерошенко П. Е. Преобразование обобщенного закона Гука, составленного на главных площадках, в закон Гука для площадок произвольного направления	87
Ежикова Е. В., Лобков М. О., Оськин А. В. К решению задачи об определении равновесных форм деформированных линий стержня моделированием чистого изгиба при действии продольной силы	89
Казанкин В. А. Метод контроля деталей высокой твердости	90
Климовский Д. А., Мелконян А. Н. Моделирование движения микроробота с вибрационным приводом и анизотропным трением контактной поверхности	91
Кожевников А. Н. Математическая модель контактного взаимодействия гибкой спицы рефлектора	93
Козырева А. А. Моделирование композитного бака высокого давления эллиптической формы	94
Крылов Е. Д. Методика проектирования конструкций беспилотных летательных аппаратов из композиционных материалов	96
Литовка Д. А., Крылов Е. Д. Технология инъекционного литья деталей из полимерных смол в вакууме	97

Лопатин И. А. Нелинейное деформирование тонкостенного композитного стержня под действием поперечной инерциальной нагрузки	98
Подлеснова Д. П., Игнатовский А. Д., Агаповичев А. В. Расчет количества циклов до разрушения при изгибе детали из алюминиевого сплава Д16Т	99
Сабиров Р. А. К формированию и решению систем линейных алгебраических уравнений в задачах расчета оболочек и пластин вариационно-разностным методом	100
Смирнов А. Н., Мирзаев Р. А. Определение координат рабочего звена механизма для финишной обработки изделий	102
Сорокин В. А. Применение пневморекуператора в ветрогенераторе с вертикальной осью вращения типа Дарье	103
Фисенко О. Б. Обзор накопителей (аккумуляторов) энергии	104
Шатов А. В. Конечно-элементное моделирование сетчатого цилиндра с эллиптическим поперечным сечением	106

Секция

«СВАРКА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ И РОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Бобоед А. А., Фролченков И. С. Разработка математической модели процесса нагрева при диффузионной сварке фторопласта-4 с металлами	108
Ковалев Д. С., Мухин А. С. Радиационно-акустическое взаимодействие импульсных пучков электронов с металлами	109
Ковалев Д. С., Тимошев П. В. Экспериментальная установка для возбуждения радиационно-акустических импульсов	110
Колодкин Ю. В., Онтужев И. В., Голубкина М. Г. Улучшение стабилизации взаимного пространственного положения электродов при точечной сварке	111
Кочкина Г. В. Расчет прочности волокон алюминиевого композита	113
Лецовник А. В., Сафонова Е. В. Исследование влияния ширины переходной зоны диффузионного соединения фторопласта-4 с металлами на прочность соединения	114
Пестов А. Е., Бобоед А. А. Повышение прочности соединения пьезокерамики с металлом при диффузионной сварке	115
Пестов А. Е., Сафонова Е. В. Разработка прогрессивной технологии изготовления электроакустических пьезопреобразователей с заданными свойствами	116
Трошин А. А., Мухин А. С., Шепелевич М. В. Особенности и преимущества электронно-лучевой сварки	118
Трошин А. А., Шепелевич М. В. Повышение качества сварных соединений из алюминиевых сплавов при электронно-лучевой сварке	119
Шпигоревская М. И., Царегородцева М. М. Определение устойчивости процесса точечной сварки по технологическим параметрам	120
Шпигоревская М. И., Шахматова В. А. Влияние технологических факторов точечной сварки на процесс образования конечного выплеска	122

Секция

«ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

Алексеев А. В., Лалетин М. А. Проблема обработки композиционных материалов	124
Афонин А. О., Угрюмов А. В. Исследование свойств микрополосковых резонаторов при криогенных температурах	125
Ерзунова Н. М. Получение и свойства магнитной пленки Fe_5Si_3	127
Есин М. Ю., Тимофеев В. А. Исследование процесса роста твердого раствора GeSi на поверхности Si(001)	127

Комаров К. К. Трехспиновый полярон как элементарное возбуждение купратных высокотемпературных сверхпроводников	129
Коньков В. А., Мягков В. Г. Магнитные и структурные свойства эпитаксиальных Fe ₃ Ge(001) пленок	130
Королев Е. В., Древин К. А. Исследование влияния ионосферной задержки на определение псевдодальности навигационных космических аппаратов спутниковых радионавигационных систем	132
Лапухин Е. Г. МКА «Юбилейный-2»: расчет положения, ПЗС-наблюдения, анализ	133
Назаренко И. И., Křížek K., Jiráček Z., Nejtmaček J. Исследование структурных свойств PB ₃ MN ₇ O ₁₅ +CU	135
Осипов А. В., Жилин К. П., Матюхин Д. Е. Проект создания топливной перевалочной базы на Церере	137
Остапенко А. А., Кретинин В. В. Диэлектрические свойства мультиферроиков NdxBi1-xFeO ₃ в магнитном поле	138
Погуляева В. А., Нурдаuletov P. M. Технология получения сверхпроводника с калиброванными пустотами	139
Семячков В. А., Жигалов В. С., Мягков В. Г., Немцев И. В. Синтез и исследование свойств гранулированных пленок FePd	141
Соловьева Е. С. Спектроскопия характеристических потерь энергии электронов кремниевых пластин в процессе термической очистки	142
Тачева Н. Н. Исследование методом электронной ОЖЕ-спектроскопии кремниевых пластин в процессе термической очистки	143
Якубов И. А. Фазовые превращения и магнитные свойства пленок, полученных твердофазным синтезом, в системе Mn-Si с примесями Ge и C	144

Секция

«ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАШИН И РОБОТОТЕХНИКА»

Анисимова К. Г. Возможность использования ЛЭДМ в технологических процессах обработки материала	146
Гурский А. П. Динамический анализ гидравлического привода произвольного вида	147
Ереско А. С. Исследование и оптимизация гидросистемы привода рычажных гидромеханизмов	149
Ерошенко П. Е., Большаков М. А. Программно-аппаратная несовместимость сложных объектов машиностроения	150
Келеров Н. Н. Исследование системы гидропривода судового подъемника Красноярской ГЭС	151
Кузнецов В. В. Методика проектирования гибких шарниров	153
Кукушкин Е. В., Меновщиков В. А. Малоцикловая усталость игольчатого подшипника	154
Кукушкин Е. В. Разработка конструкции ручного гидромолота	156
Ладыгина А. В., Некрасова Т. Л. Совершенствование технологии изготовления сложнопрофильных элементов антенно-фидерных устройств	157
Мальцева А. В., Ереско В. С. Конструкторско-технологическое обеспечение производства пресс-форм для изготовления манжетных уплотнений	159
Народова О. В. Совершенствование технологии проектирования гидромеханических трансмиссий мобильных машин	161
Павлова О. А. Планетарно-волновая передача	162
Паулин И. А., Холин А. Д., Хабаров И. В., Денисов Р. А. Анализ исследований износостойкости рабочих поверхностей рельсов технологических путей авиастроительных предприятий	163
Пономарев С. И., Ереско С. П., Ереско Т. Т. Совершенствование технологии изготовления металлокерамических узлов авиационной техники	165
Смирнов А. Н., Смирнов П. Н. Решение задач кинематики рычажных механизмов параллельной структуры методом однородного преобразования координат	166

Тен В. П. Разработка привода мехатронной системы контроля точности кривизны антенных излучателей	167
Холин А. Д., Паулин И. А., Хабаров И. В., Денисов Р. А. Разработка устройства для повышения износостойкости рабочих поверхностей рельсов технологических путей авиастроительных предприятий	168
Хоменко И. И., Брукс А. А. Особенности нанесения вакуумных покрытий на детали из терморектопластов	169
Шниперов А. В. Разработка телескопического исполнительного гидроцилиндра привода рычажных механизмов	169
Юдина З. А., Масловская А. М. Некоторые аспекты совместимости производственного технологического процесса изделий машиностроения	171

Секция

«ЭЛЕКТРОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ»

Баженов А. С. Разработка информационной базы данных предупреждения аварийных ситуаций на Красноярской железной дороге	173
Баннх А. В. Об аппаратурно-методическом обеспечении контроля технологического процесса хранения отработавшего ядерного топлива	173
Бычкова А. А., Доржин И. А. Согласование тросовой антенной системы проволочного вида телекоммуникационного низкочастотного радиоканала	175
Виноградов К. Н., Виноградова Е. К., Фадеев А. А., Надарана Ц. Г. Энергетическая установка космического аппарата с вращающимися аккумуляторными батареями	175
Гордовенко П. Г. Возможности применения линейных электродинамических двигателей в авиации и космонавтике	177
Иванин В. В., Шокиров В. А. Миниатюрный трехпроводниковый полосковый резонатор и полосно-пропускающий СВЧ-фильтр с высоким уровнем подавления помех в широкой полосе заграждения на его основе	178
Иконников С. И. Анализ факторов влияющих на качество радиосвязи при распространении радиоволн в нестационарной диспергирующей анизотропной среде	179
Ковалев А. М. Разработка инфокоммуникационной сети на основе пикоспутников	181
Лаврищев А. А. Разработка структуры связи и ее оптимизация при оказании услуг Three-play в пригородных поселковых районах	182
Мысягин В. В. Исследование проблемы создания системы нагрева кремниевых подложек в условиях высокого вакуума	183
Нихочин В. И. Разработка универсального комплекса для вакуумной установки, обеспечивающего подвижность подложки и ее температурный режим	184
Разумовский А. В., Суворов А. Ю. Применение высоковольтной установки ГИТ-М для испытаний РЭС на электромагнитную безопасность	185
Скубо В. В., Молева А. П. Исследование оптических характеристик просветляющих покрытий для светодиодов на основе GAN	187
Сорокатый Р. Э. Разработка способов организации радиосвязи для вывода в мировые сети интернет удаленных абонентов	188
Фаткулин А. Н. Построение отказоустойчивой ИТ-инфраструктуры с использованием средств виртуализации	190

Секция

«АВТОМАТИКА И ЭЛЕКТРОНИКА»

Антипин А. В. Интеграция САПР при конструировании электронной аппаратуры	192
Апонасенко А. В. Библиотека методов оперативного управления процессами радиоэлектронного производства	192
Архипов В. С., Тарасов Д. В. Решение задачи размещения электронных компонентов на основе последовательно-итерационного алгоритма	194
Гончарук Д. В. Параллельная работа быстродействующих импульсных стабилизаторов напряжения понижающего типа с цифровым управлением	195
Донцов О. А. Экстремальный регулятор поискового типа для автономной системы электропитания	196
Зорин А. Н. Параллельная работа преобразователя напряжения с переключением при нулевых значениях тока повышающего типа	197
Каржаев А. С., Мацук Н. В. Методика измерения тепловых потерь МДП транзистора в импульсном режиме работы	199
Клевцова О. Г. Интеллектуальные системы управления процессом уплотнения	200
Петров А. Д. Разработка модели системы управления процессом уплотнения асфальтобетонной смеси дорожным катком на основе нечеткой логики	201
Пост С. С. Энергетическая модель контроллера солнечной батареи	202
Сазонов И. Е. Выравнивание заряда в литий-ионных аккумуляторных батареях	204
Тарасов Д. С. Подсистема конструирования бортовой радиоэлектронной аппаратуры	205

Секция

«ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРОСИСТЕМ И АВИОНИКА»

Алтухов И. В., Гейман В. Н. Исследование методов защиты бортовой аппаратуры систем посадки от интермодуляционных помех	207
Анисимова А. А., Пашков Р. С. Современные требования метрологии	208
Байкина Л. В., Полежаев С. В. Значение метрологии в гражданской авиации	209
Борисов Б. А., Иванов Н. В. Современные тенденции и перспективы развития авиационного электромашиностроения	210
Владимирова К. В. Специальные типы трансформаторов. Особенности работы трансформаторов на выпрямительную нагрузку. Авиационные трансформаторно-выпрямительные блоки	212
Воскресенский Н. Р., Сеславин В. С. Разработка канала связи для передачи аэронавигационных данных на воздушное судно	213
Ганжа А. И. Анализ эксплуатационных возможностей спутниковых систем связи при УВД	214
Герасёв И. В., Золкина Е. С. Роль и значение электрических машин и аппаратов в авиационной технике	215
Герасимова Д. С. Система «человек–машина» и ее особенности в авиации	217
Елисеева Н. В., Сеславин В. С. Повышение эффективности бортовых автоматических радиоконпасов УКВ-диапазона в высоких широтах	218
Карпова Е. О. Повышение эффективности системы руления в районе аэродрома без отклонения от маршрута движения	219
Лазарева Е. А. Повышение эффективности применения ультразвука против обледенения воздушного судна	220
Ларченко И. А., Линдт Д. В. Современные средства измерения в гражданской авиации	222
Макаренко Ю. А. Разработка и исследование резонансного метода и средства съема информации с гироскопических систем ориентации и навигации	223
Максимов А. С., Худоногов В. П. Анализ контрольно-поверочной аппаратуры для системы перемещения закрылков	224

Москалева О. А., Хохлов О. А., Панкратов М. В. Трансформаторный эквивалент токопроводящих проводов	226
Мутовина Е. А., Сотников Д. И. Гистерезисный двигатель, принцип действия, асинхронный и синхронный режим работы, область применения	227
Прусс Л. В., Карлов Н. В. Разработка учебного стенда по каналу курса системы ILS	228
Росинский П. А., Патриев В. П. Проектирование и разработка контрольно-проверочной аппаратуры системы TCAS	230
Савина М. Г., Карлов Н. В. Исследование функциональной схемы и отказов радиовысотомера	230
Сазыкин И. В., Гейман В. Н. Техническая диагностика надежности метеонавигационной радиолокационной станции «Буран»	232
Семенова Н. В., Шнайдер М. А. Метрология в обеспечении безопасности полета ВС	233
Строков Д. Е., Киселев В. В. Актуальность использования трансполярных воздушных трасс	234
Тушина Н. В. Микромашины постоянного тока. Перспективы развития бесколлекторных машин постоянного тока	235
Шкляев Г. В., Худогонов В. П. Организация воздушного движения в рамках CNS/ATM	237

Секция

«ЭКСПЛУАТАЦИЯ И НАДЕЖНОСТЬ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ»

Афанасьев В. Ю., Чупряков П. С., Винокуров К. Н. Исследование влияния времени полета с отказом на вероятность отказа восстанавливаемой системы	239
Берзина А. В. Компенсация искажения погрешности при нелинейном преобразовании данных в методе наименьших квадратов	240
Величко Я. В., Демченко А. В. Обеспечение безопасного взлета и посадки воздушных судов на загрязненной полосе	242
Захаров А. А. Развитие производства атомной энергии в Соединенных Штатах Америки	243
Казак М. В. Использование 3D-технологий в лабораторных работах по курсу «Конструкция и прочность авиационных двигателей»	244
Кравченко А. В. Состояние авиатранспортной системы Красноярского края	245
Кужанбаев Р. Т. Способы повышения надежности авиационной техники при условиях эксплуатации в агрессивных средах	247
Малина Е. А. Пожарная безопасность космических аппаратов	248
Марков К. Н., Афанасьев В. Ю. Анализ надежности систем общего резервирования с различным количеством резервирующих подсистем	249
Немов К. В. Расчет крана для снятия-установки редуктора ВР-14 (ВР-8) и двигателей ТВЗ-117 и ТВ2-117 на вертолете Ми-8т (АМТ, МТВ)	251
Никитевич Н. В. Перспективы использования воздушных судов с электросиловой установкой	252
Писарев Н. А. Расчетный анализ. Конструкции и прочности основных агрегатов и элементов самолета АTR-42/72	253
Пчелин И. Л. Разработка БПЛА для поисково-спасательных операций и переброски грузов	254
Тушина Н. В. Микромашины постоянного тока. Перспективы развития бесколлекторных машин постоянного тока	255
Федотова Т. С. Риск-анализ безопасности полетов вертолетов Ми-8 по статистическим данным авиакомпании	257
Хотько К. С. Модернизация авиационного двигателя АИ-24 с целью повышения его эффективности	258
Шмельков Д. А. Мониторинг состояния трибосопряжений компрессорного оборудования по анализу работающих смазочных материалов	259

Секция

«ЭКОЛОГИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

Ахмаметева А. Д., Каменев Н. О. Экологизация общественного сознания на примере России и Японии	261
Бакланова А. В., Стешко С. В., Калигин А. Ю. Сравнение природных сорбентов, применяемых для очистки воды, загрязнённой нефтепродуктами	262
Банщикова М. Н. Оценка уровня потребления природных ресурсов различными группами населения	263
Василюк К. В. Защита населения и территории в чрезвычайных ситуациях, обусловленных террористическими актами	264
Веретнов Д. А. Общая криминогенная обстановка Красноярска	265
Войтов И. Ю., Севрунов А. А. Визуализация процессов, протекающих в пневмогидравлической схеме ракетного двигателя	266
Воробьева А. Ю., Наджафов А. Ф. Установка для сбора газообразного гелия при проведении испытаний клапанов	267
Гнатовская А. В., Миронова Е. В. Экодом – ключ к будущему	269
Горева И. А., Воробьева А. О. Применение биопрепаратов для ремедиации почв, подверженных локальному загрязнению горюче-смазочными материалами	270
Дрейман Н. А. Самоочищение малых рек центральной Сибири	271
Зотина С. С., Калинина К. Р. Проблемы суицидного поведения подростков	272
Калашников А. А., Никитевич Н. В., Турчанов А. М. Утилизация отработанных масел	273
Михайлов Д. В., Эминов Х. Г. Ракета-носитель «Ангара»: все ближе к звездам	274
Медянин А. В., Веретнов Д. А. Мероприятия по повышению энергоэффективности паровых котлов	275
Назаренко И. И. Сравнительный анализ таксономической структуры альгобактериальных сообществ города Красноярска, Сосновоборска и Железногорска	276
Неделин Н. А. Биологическая диагностика почвы техногенно-загрязненного ландшафта	278
Перфилов Ю. А. Причины суицидального поведения в подростковом возрасте	279
Поскотина А. А. Обеспечение пожарной безопасности в образовательных учреждениях. Первичные средства пожаротушения	280
Проценко К. А. Психологическая устойчивость человека в чрезвычайных ситуациях	281
Снытко А. В. Оценка риска водных экосистем Красноярского края	282
Сорокатый Р. Э., Шокиров В. А. Красноярск – энергоэффективный город	284
Сутягина Ю. В. Аспекты снижения потребления природных ресурсов человеком	285
Тычкина Ю. И., Гайдукова А. О. Определение иммуногенетической структуры популяции крупного рогатого скота Красноярского края	286
Шемелев Е. Д., Машенков С. Е. Процессы горения дизельного и реактивного топлива	286

Секция

«МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ»

Валеева Д. Х., Решетова Т. В. Вступление России в ВТО: потери и приобретения	288
Габдуллина М. Р., Мирзоева М. А. Актуальность разработки программы итоговых испытаний готовой продукции на ООО «Деревообработка»	289
Глотова М. А. Технология изготовления рупорной решетки	291
Грачёва М. А., Боброва А. А. Приоритетные направления работ по стандартизации в области CALS	292
Дектярева М. А. Современные тенденции развития метрологического обеспечения средств измерений	293

Захарова Н. В. Управление энергопотреблением при токарной обработке	295
Игнатъева А. П. Повышение эффективности предварительной обработки крупномодульных малозубых колес	296
Казьмин Б. Н., Рыжов Д. Р. Создание электродинамических двигателей как одно из направлений решения экологических проблем двигателестроения и энергетики космических аппаратов	298
Казьмин Б. Н., Рыжов Д. Р. Об использовании энергии электронного взаимодействия для создания электродинамической тяги космических аппаратов	299
Куташевский А. А., Судленкова Е. А. Особенности конструирования шпиндельного узла инструментальной головки устройства для ротационного точения винтовой поверхности деталей машин	300
Линейцева А. А., Абрамчик А. В. Выбор системы координат для описания эвольвентой и переходной части профиля зуба цилиндрических колес нарезаемых червячной фрезой	301
Майорова А. В., Малько Л. С. Исследование силы резания по выходным параметрам процесса ротационного точения принудительно вращаемым многолезвийным инструментом	302
Можаева Т. Г. Разработка методики измерения технологической составляющей P_z силы резания при ротационном точении винтовой поверхности деталей машин	304
Оборина Л. И., Шелковская В. М., Исмаилов Б. Н. Расчет параметров процесса удаления дефектного слоя с рабочей поверхности зеркал лучеводов методом ЭХРО	305
Оборина Л. И., Исмаилов Б. Н., Стерехов И. В., Шелковская В. М. Моделирование процесса вибрационного электрохимического хонингования зеркал лучеводов	306
Пурхало А. Н. Техническое регулирование – способ повышения конкурентоспособности продукции	307
Саркисян А. А. Интегрированная система менеджмента	308
Силина Д. С. Методы повышения качества при изготовлении зеркал лучеводов	310
Тетерина Н. В. Техническое регулирование энергетической эффективности продукции	310
Федорова Д. А. Обеспечение качества при изготовлении рупоров облучателей, работающих в КВЧ-диапазоне	312
Чуваева Е. Ю. Особенности метрологического обеспечения на этапе подготовки производства	313
Шелковская В. М. Предварительный национальный стандарт как инструмент ускорения инновационного развития страны	314
Шляхтенкова Л. А. Современные правила регистрации имен небесных объектов	316

Секция

«ИСТОРИЯ, РАЗВИТИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ»

Голованов М. В. Аварийные ситуации при эксплуатации ракетно-космической техники	318
Стрижнев А. С. Подготовка к пуску ракет-носителей	319
Худеев В. А. История создания ЖРД	320

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Секция

«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ, УПРАВЛЕНИЯ И АНАЛИЗА ДАННЫХ»

Бакаева О. А. Математическое моделирование донозологического контроля с использованием аппарата таблиц сопряженности	325
Брестер К. Ю. Параллельный адаптивный генетический алгоритм многокритериальной оптимизации	326
Голубкин А. В., Панкратов М. В. Моделирование переменной нагрузки электрической сети	327

Голубкин А. В., Швырков И. Н. Формирование последовательности случайных чисел с линейным законом распределения	329
Горохов А. В. Построение трехмерной модели зенитной ракеты «SM-3»	330
Дьячкова П. Д. Построение 3D-модели летательного аппарата типа КР «Яхонт»	332
Коромыслова А. А. Сравнение эффективности эволюционных алгоритмов многокритериальной оптимизации	333
Кузьмич Р. И. Взвешенное голосование правил в задаче классификации данных	335
Ликсонова Д. И. О методике повышения качества образовательного процесса в вузе	336
Паротькин Н. Ю. О решении задачи многокритериальной оптимизации дифференцированным генетическим алгоритмом	337
Полякова А. С. Исследование эффективности методов NSGA – II, SPEA и SPEA2 в задачах многокритериальной оптимизации	338
Семенкина О. Е. Об эффективности бионических алгоритмов при решении задачи коммивояжера	339
Соболевский Е. С., Турчин М. Ю. Оценка параметрической надежности артиллерийских систем в процессе испытаний	340
Становов В. В. Исследование эффективности распараллеливания алгоритма генетического программирования для задачи формирования систем на нечеткой логике	341
Старовойтова А. В. Идентификация непараметрических моделей и алгоритмы управления динамическими системами	343
Хритonenко Д. И. Применение распределенного самоконфигурируемого алгоритма генетического программирования для решения задач классификации	344
Ярлыкова Л. К. О непараметрических алгоритмах сглаживания при моделировании лавинообразных процессов	345
Ящук И. Л. Применение общего логико-вероятностного метода для оценки показателей надежности структурно-сложных систем	347

Секция

«ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

Абдугалимова Е. Г., Степурко К. В. Сегментация изображения руки на видеопоследовательности	349
Алехина М. С. Разработка информационной системы для организации работы сервисного центра	350
Белоконь А. В., Проскурин А. В. Оценка эффективности алгоритмов поиска похожих изображений с индексацией на основе преобразований Хаара и значений цветовых гистограмм	351
Болдырев К. М., Лаптева М. А. Система детектирования глаз на нелокализованном изображении	353
Болотов К. И., Семашко А. В. Обеспечение защиты персональных медицинских данных в информационных системах здравоохранения	353
Бузаев Д. В. Оценка фильтра BILATERAL для устранения теней внутри помещений	355
Володин В. А. Алгоритмическая реализация обеспечения надежности компьютерной сети	356
Давыдов А. С. Получение и обработка информации с датчиков устройства на базе ОС Android	358
Догадин А. Ф. Проектирование автоматизированной системы для рассылки SMS-сообщений	359
Ермолаев А. Д. Влияние алгоритмов обучения и генерации топологии сети Кохонена на погрешность решения задачи классификации	360
Иванов М. А., Лыткин М. Б. Диагностика сети SpaceWire	361
Истомина Ю. А. Разработка библиотеки классов генетических алгоритмов для подбора наилучшей структуры ИНС	363
Колесников С. В. Алгоритмы генерации ландшафта	365

Косарев М. С. Система автоматической торговли для валютного рынка «Форекс»	366
Косарев М. С. Оценка доходности системы автоматического мониторинга и принятия решений для межбанковского валютного рынка	367
Лаптева М. А., Болдырев К. М. Система распознавания глаз на локализованном изображении	368
Латыш С. К. Аппроксимация случайных процессов RBF-сетью с ядерными функциями активации	369
Лисица А. С., Щеголькова Д. В., Орешкина Е. И. Технические и программные средства визуализации электронного дидактического материала	371
Лукьянова Е. С. Применение информационных технологий в медицине для поддержки деятельности врачей-лимфологов	371
Лысенко С. Ю. Методы расчета оценки влияния дисциплины обслуживания на надежность восстанавливаемых систем	372
Новиков Д. С. Многополосное смешивание изображений в задаче формирования панорамных снимков	374
Орешкина Е. И., Щеголькова Д. В., Лисица А. С. Организация виртуальной интерактивной доски с управлением	375
Петров А. С. Создание библиотеки классов для эволюционной оптимизации	377
Петрухин И. О., Белов К. В. Разработка подсистемы сетевого взаимодействия в дистанционной обучающей системе «3DUCATION»	377
Проскурин А. В., Белоконь А. В. Автоматическое аннотирование ландшафтных изображений по их содержанию	378
Савицкий Р. С. Разработка библиотеки классов для приема GPS-координат с помощью технологии SMS	379
Саиян С. А. Использование нейронных сетей на основе многослойного персептрона для прогнозирования статистических данных на примере погоды	381
Семашко А. В., Болотов К. И. Механизмы защиты системы электронного документооборота предприятия	383
Степурко К. В., Абдугалимова Е. Г. Нахождение смещения объекта на изображениях с помощью модификаций алгоритма сопоставления блоков	384
Ткачева А. А. Применение I-систем при моделировании объектов с ветвящейся структурой	386
Тычков С. А. Автоматизированная система управления выполнением плана государственного задания для федерального бюджетного учреждения здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии» в Красноярском крае	387
Хохлова В. С. Применение различных алгоритмов инициализации весовых коэффициентов нейронной сети для прогнозирования биржевого индекса HANG SENG	388

Секция

«ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ»

Арипова О. В., Зацепина Е. А., Павлова О. Ю. Апробация метода оценки эффективности использования обучающего интернет-ресурса в учебном процессе	390
Артеменко Е. С. Система слежения по стыку соединения при электронно-лучевой сварке	391
Богданов М. А. Разработка роботизированной автономной системы	393
Гиндуллина К. С. Автоматизация обучения и проверки знаний в call-центре	394
Глухов А. А. Разработка мобильной роботизированной автономной системы	395
Кудряшова Г. В. Автоматизация подготовки и проверки БА КА	396
Мирзаев Р. А. Исследование применения ПИД-регулятора для управления пространственными механизмами	396
Тютюник Ю. Н. Качественные характеристики информационной сети	398

Секция

«МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ»

Березовский Ю. А. Разработка алгоритма согласования требований нормативно-методических документов РФ при проектировании систем защиты информации	400
Вашкевич А. В. О задаче конфиденциального многостороннего вычисления в кластерном анализе k-means	401
Голеусов Я. А. Исследование алгоритмов анализа особенностей воспроизведения клавиатурного почерка пользователей	403
Калачев Д. В. Разработка методики аутентификации субъекта операционной системы на основании подключаемого модуля USB-памяти	404
Карцан Р. В. Дактилоскопия. Биометрический метод идентификации на режимном предприятии	405
Климина А. С. Оптимизация выбора параметров для алгоритма полларда	406
Коромыслов Н. А. О выявлении аномалий в сетевом трафике искусственными иммунными системами	407
Купрюхина М. В. Разработка методики динамического контроля целостности программной среды для применения в АС класса 1а	409
Пятков А. Г. О проблеме информационной безопасности в малых инновационных предприятиях	410
Саламатова Т. А., Пугачев С. С. О применении искусственных иммунных систем в системах превентивной защиты информации	411
Силина И. С. Влияние репутации в интернете на позицию бренда на рынке	413
Соколов М. М. Исследование влияния функции расстояния на эффективность работы системы прецедентного обнаружения и анализа инцидентов информационной безопасности	414
Стефаров А. П. О проблеме оценки эффективности защищенности автоматизированной системы	416
Фейгин В. С. Об автоматизации процесса поиска оптимальной конфигурации многопроцессорных систем	417
Яковлев Д. Н. Об обеспечении информационной безопасности в локальных вычислительных сетях IPv6	418

Секция

«ИНФОРМАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»

Безъязыкова Н. А. Телекоммуникационные каналы связи в налоговой системе	419
Бондаренко А. С. Анализ изменения значений индекса РТС-Сибирь за период с 04.08.2011 г. по 27.12.2012 г.	420
Буланкин А. Ю. Исследование геоинформационных систем	421
Галкина Ю. В. Информационные технологии в управленческой деятельности	422
Елистратова А. А., Коршакевич И. С. Применение и перспективы развития российских геоинформационных систем	424
Ермолик А. В. Создание интернет-магазина	425
Жданович Л. Ю. Беспроводная сеть 4G – будущее современности	426
Капустин Ф. А. Двухэтапная аутентификация в интернет-сервисах	427
Карлова Е. А. Olap-технологии	427
Мазай М. В. «Облачные» технологии в бизнесе	428
Митина М. С. Инновации в сфере логистики	429
Морозевич Е. С. Влияние коммуникационных ресурсов сети интернет на человека	431
Мухаметшина А. М. Сервисные возможности для пользователей интернета	432
Никитина Ю. В. Корпоративные информационные системы в управлении предприятием	433
Плотко К. О. Анализ программ ГИС класса в транспортной логистике	434

Расторгуева Е. А. Мобильный банкинг	435
Рябоконе О. С. Новый язык структурного веб-программирования Dart	436
Титов А. С. Прикладное применение нейронных сетей	438
Фомкина Е. С. Визуальный язык программирования GOOGLE BLOCKLY	439
Худяева Т. В. Анализ динамики поступления налогов и сборов по УФНС России по Красноярскому краю	440
Шарапова А. В. Анализ динамики платежей за жилищно-коммунальные услуги в 2011 году	440
Шорохова В. А. Интеграция информационных технологий в системе государственного управления	441
Яковлева М. С. Использование искусственного интеллекта на фондовой бирже	442

СООБЩЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ

Анисимов И. В., Ульянов В. В., Сиротинин А. А. Трехмерная среда для визуализации химических и физических явлений	447
Аниполова П. В., Ипатьева П. М. Вязкое трение и космические объекты	447
Арзыев В. В., Ложников Д. С. Система спасения	448
Асташев О. Б. Анализ возможности использования видов задания для программирования робота NXT	449
Бердечников Д. В. Автоматизированный ультразвуковой контроль сварных швов газонефтепроводов в условиях массового производства	450
Бирюков Е. С. Определение горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля Земли	452
Божок Ю. П. Изменения режима труда и отдыха на МКС	453
Бугаева Т. Г., Шихалева Е. К. Роль коммуникаций в управленческой деятельности	454
Быков Б. А. Высоковольтный генератор импульсных напряжений	455
Быстров Д. И. Свойства арбелоса Архимеда	456
Волошин В. П. Высокотемпературная сверхпроводимость	457
Гаврилов Е. П. Очистка подземных трубопроводов ТЭЦ-1	458
Глуцкая К. А., Чеченко Ю. Н. использование ядерных ракетных двигателей (ЯРД) при межпланетных полетах	458
Дельвер Н. С., Воронин И. В. Элемент Пельтье	459
Дерябкин В. Д. Бюджетная система энергосбережения ресурсов	461
Ерещенко М. А. Несоставные и составные многогранники как альтернативный способ решения некоторых вопросов различных научных дисциплин	462
Игошин В. Е. Адсорбция олеата натрия на наночастицах магнетита	463
Исаченкова А. В. Уменьшение износа деталей ДВС при холодном пуске в суровых климатических условиях сибирской зимы	464
Козлов Г. И. Астероидно-кометная опасность	464
Комарова П. А. Изучение законов теплового излучения	465
Коновал Д. Б. Сравнительная характеристика теплового воздействия на окружающую среду атомного реактора ГХК и Сосновоборской ТЭЦ по космическим снимкам	466
Коровкина С. В. Космический мусор и способы его утилизации	467
Коротина Е. А. Цветопередача в полупроводниковых источниках света	468
Коршунов С. В. Солнечные электростанции как альтернативный источник энергии	469
Кочкина В. А. Проблемы развития космонавтики	470
Кругликов Д. В., Бойченко Е. О. Электронные системы спасения моделей ракет	471

Лемешко А. Б., Васильева А. С. Ленточные боры в Красноярском крае	474
Леонтьева С. А., Хисматуллина Т. С. Повышение эффективности ракет-носителей при запуске на стационарную орбиту космических аппаратов с территории России	475
Луговец И. А., Василенко Г. Н. Что такое флексагон	475
Моляренко Е. П. Особенности полета женщины-космонавта Валентины Терешковой	477
Новикова А. С. Камни как талисманы и амулеты	478
Пайор В. А. Дополненная реальность	478
Пахмутов К. А., Тынаев А. М., Сиско М. Е. Способ предотвращения образования сосулек	480
Пахмутов К. А. Устройство твердого тела для зарядки и восстановления аккумуляторов	482
Пашкевич А. В. Эксперименты с кривыми	483
Перушева В. В. Исследование звезд	484
Плотникова А. С. Интенсификация процесса обогащения жидкости кислородом	484
Польский П. В. Исследование рассеяния света на гидрозоле нанопорошка	485
Пономарев А. А. Еще раз о малой теореме Ферма и целозначных многочленах	486
Попова А. В. Разработка и апробирование программы профилактики манипулятивного влияния в подростковой среде	487
Роговская А. Е. Аномальные свойства воды	489
Самданова Е. А. Теория струн	489
Сердега Р. В., Наракшина Т. Н. Ракета с облегченным корпусом	490
Скорая В. Д. Угроза земле из космоса и возможности ее защиты	492
Сухих К. Д. Космические оранжереи	493
Сысолин В. Е. Квазары	493
Тяпкина П. Д. Объектно-ориентированное программирование как средство моделирования реальных физических процессов на примере полета спутника по орбите планеты	494
Тяпкина П. Д. Материалы с использованием наночастиц	495
Усольцева А. А. Выращивание кристаллов малахита	496
Федоров Д. С., Соловьев А. О. Батавские слезки или свойства закаленного стекла	497
Ченцов К. В., Дедер А. В. Плазма и космос	499
Черкасов К. Ю. Дымовая визуализация отрывных течений на модели суперджет	500
Шабусова Н. Е., Самойлова Т. А. Внешние и внутренние факторы эффективного управления	501
Шелехов М. Б. Современное уличное освещение	503
Шестаков В. И. Электроактиватор воды	504
Шихалева Е. А. Свойства наножидкостей	505
Юн А. Д., Жилин А. В. Черные дыры, проблемы их познания, строение и возможности	505
Жукова И. С. Новый переносный накопитель информации	506

Научное издание

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ АВИАЦИИ И КОСМОНАВТИКИ

*Тезисы IX Всероссийской научно-практической конференции
творческой молодежи
(8–12 апреля 2013 г., Красноярск)*

В 2-х томах

Том 1

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СООБЩЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ

Печатается в авторской редакции

Оригинал-макет и верстка *Л. В. Звонаревой*

Подписано в печать 30.10.2013. Формат 60×84/8. Бумага офсетная.
Печать плоская. Усл. печ. л. 61,0. Уч.-изд. л. 78,3. Тираж 50 экз.
Заказ 87/194. С 207/13.

Редакционно-издательский отдел Сиб. гос. аэрокосмич. ун-та.
660014, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31.
Отпечатано в ИП Суховольской Ю. П.
660125, г. Красноярск, ул. Водопьянова, 2-241.