

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

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ АВИАЦИИ И КОСМОНАВТИКИ

*Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции
творческой молодежи, посвященной 55-летию запуска
первого искусственного спутника Земли
(9–14 апреля 2012, г. Красноярск)*

В 2-х томах

Том 1

**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
СООБЩЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ**

Красноярск 2012

УДК 629.7
ББК 39.5
А43

Редакционная коллегия:

Е. В. Белякова, В. В. Богданов, А. А. Бойко, Л. А. Герасимова, П. М. Гнатюк,
А. Н. Городищева, Ю. В. Данильченко, Т. Т. Ереско, П. С. Зеленский, Н. В. Илюшин,
А. В. Кацура, Н. А. Князев, В. А. Колмыков, В. В. Кольга, В. Д. Лаптенко, А. В. Лонин,
М. В. Лукьяненко, В. И. Лячин, А. В. Медведев, М. Г. Мелкозеров, А. Б. Меркулов,
Г. С. Михалев, А. Е. Михеев, 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, И. В. Трифанов,
М. Н. Фаворская, В. Х. Ханов

Под общей редакцией

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

Актуальные проблемы авиации и космонавтики : материалы VIII Всерос. науч.-
А43 практ. конф. творческой молодежи, посвященной 55-летию запуска первого искусст-
венного спутника Земли (9–14 апреля 2012 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, 2012. – 438 с.

Представлены результаты научных исследований студентов, аспирантов и молодых специали-
стов (до 30 лет) высших учебных заведений, НИИ, промышленных предприятий аэрокосмического
комплекса России по приоритетным направлениям отраслей науки и производства аэрокос-
мической 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, 2012

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 621.7.043

В. В. Азингареев*

Научный руководитель – Н. А. Амельченко**

*Открытое акционерное общество «Красноярский машиностроительный завод»

**Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск**ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ СФЕРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ
МЕТОДОМ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ***Рассмотрена технология изготовления титановых шаробаллонов, применяемых в ракетных двигателях.*

Развитие теории ракетных двигателей, совершенствование ракетной техники и уровня производства за последние десятилетия привели к значительному улучшению характеристик жидкостных ракетных двигателей.

На космических летательных аппаратах широко используются двигательные установки с жидкостными ракетными двигателями, в которых для подачи компонентов топлива в камеру сгорания применяются две основные системы: вытеснительная и турбонасосная. Требуемые давления компонентов топлива на входе в насосы двигателя обеспечиваются системой наддува топливных баков. Для размещения запасов компонентов ракетного топлива в конструкциях летательных аппаратов применяются шаробаллоны [1].

Традиционная технология изготовления шаробаллонов заключается в сварке плавлением (электронно-лучевая, лазерная или аргонодуговая сварка) двух полусфер. Технология включает сварку давлением двух листовых заготовок с мелкозернистой структурой по периметру и их последующую формовку газом (аргоном) в условиях сверхпластичности. Эта технология обеспечивает структурную однородность и изотропность механических свойств по всему объему сферического баллона. Кроме того, она позволяет изготавливать баллоны с повышенными механическими свойствами и надежностью (рис. 1).

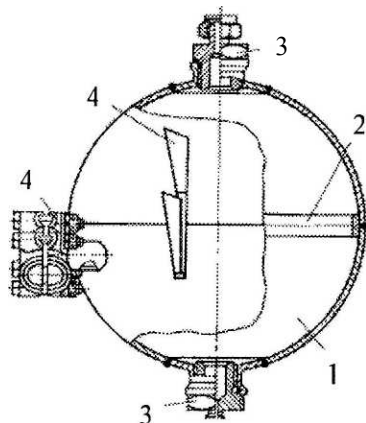


Рис. 1. Шаробаллон:

1 – полусфера; 2 – подкладка; 3 – переходник;
4 – кронштейн

Титановые деформируемые сплавы ВТ6, ВТ6С и ВТ14 с высокими прочностными и антикоррозионными свойствами применяют для изготовления полусфер шаробаллонов, которые характеризуются низкой теплопроводностью, теплостойкостью, высокой механической прочностью, коррозионной стойкостью, хорошей свариваемостью [2].

Процесс изготовления деталей шаробаллонов заключается в формовании полусфер методом последовательной штамповки (рис. 2), механической обработки, сварки и термообработки.

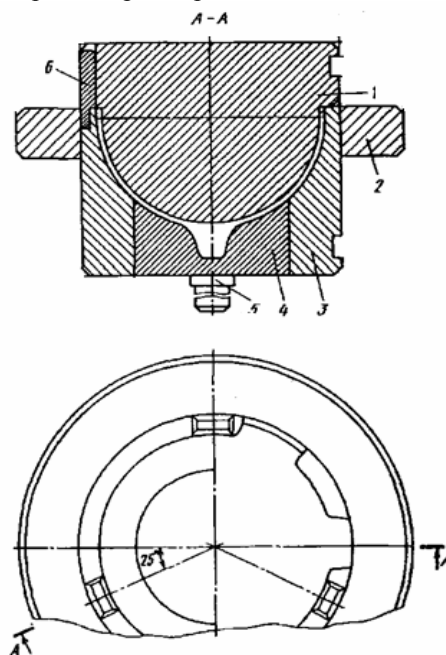


Рис. 2. Метод последовательной штамповки:

1 – пуансон; 2 – бандажное кольцо; 3 – матрица;
4 – выталкиватель, формирующий; 5 – штуцерную
и донную части поковок; 6 – толкатель;
7 – направляющие колонки

Для увеличения прочности конструкции применяют технологическую операцию термообработки, обеспечивающую прочность за счет изменения структуры материала. Это достигается объемной закалкой путем нагрева полусфер в электропечи и с последующим охлаждением в воде [3].

В процессе сварки полусфер в сварном шве возникают остаточные напряжения, проявление которых при заполнении шаробаллона компонентами топлива может вызвать его разрушение. Поэтому на этапе термообработки необходимо сделать отпуск сварного шва для снятия внутренних напряжений.

Недостатком термической обработки является то, что изделие приходится помещать в печь в контейнере и нагревать полностью. Это приводит к нарушению режимов нагрева и вызывает появление цветов побежалости на поверхности, свидетельствующие об изменении термодинамических свойств металла, что может привести к нарушению режимов работы двигателей коррекции. Подобные дефекты снижают надежность работы топливной системы, а также всего летательного аппарата.

Известно существование установок на основе ТВЧ, которые позволяют нагревать только сварной шов для снятия остаточных напряжений. Поэтому

существует необходимость проведения конструкторских работ по разработке подобных установок для локального нагрева поверхностей деталей, которые можно было бы использовать и для термообработки шаробаллонов.

Библиографические ссылки

1. Основы конструирования ракет-носителей космических / под ред. В. П. Мишина, В. К. Карраска. М. : Машиностроение, 1991.
2. Конструкция и проектирование жидкостных ракетных двигателей / под общ. ред. Г. Г. Гаулина. М. : Наука, 1989.
3. Елисеев Ю. С., Абраимов Н. В., Крымов В. В. Химико-термическая обработка и защитные покрытия в авиадвигателестроении. М. : Высш. шк., 1999.

© Азингареев В. В., 2012

УДК 681.5.011

С. В. Беседин, Н. Л. Ручкина, А. В. Скрипка
Научный руководитель – В. Д. Утенков
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОЦЕНКА ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИВОДОВ ПОДАЧ СВЕРЛИЛЬНО-ФРЕЗЕРНОГО СТАНКА

На основе разработанной математической модели создан виртуальный прибор и проведена оценка быстродействия и устойчивости приводов подач.

Для обеспечения высокого качества обработки при выполнении операций фрезерования и сверления на станках с ЧПУ необходимо учитывать динамические характеристики приводов подач. Управление перемещением стола станка по каждой координате производится от персонального компьютера, который через блок управления приводами подач обеспечивает движение с заданной скоростью и позиционирование стола.

Построим математическую модель управления приводом подачи с позиционированием стола по сигналу от датчика обратной связи [1].

Структурная схема привода подачи (рис. 1) состоит из цифровой и непрерывной частей. В цифровой части

происходит расчет необходимого количества управляющих импульсов, импульсов, поступающих с первичного преобразователя датчика обратной связи (ДОС), и формирование сигнала рассогласования. Непрерывная часть образована регулятором, двигателем Р1К6-25/3 постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов, червячным редуктором с передаточным отношением $i = 40$. Стол станка перемещается через винтовую пару (шаг 2 мм), которая не охватывается обратной связью. В качестве ДОС использован фотоимпульсный датчик TRD-S1000VD, дающий 1000 импульсов на оборот [2]. Передаточные функции всех элементов приведены на структурной схеме.

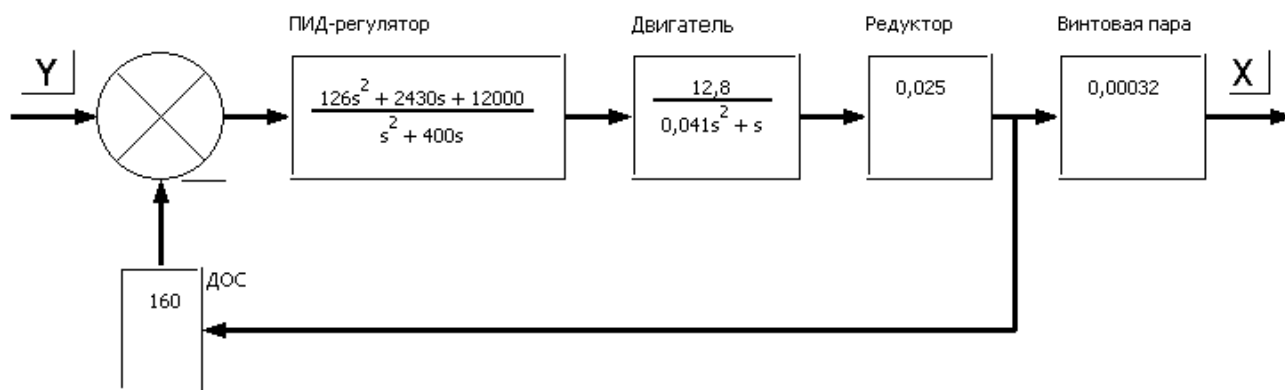


Рис. 1. Структурная схема управления приводом подачи

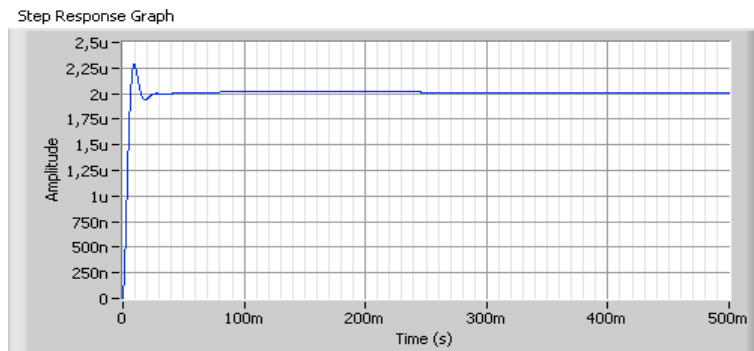


Рис. 2. Переходная характеристика привода

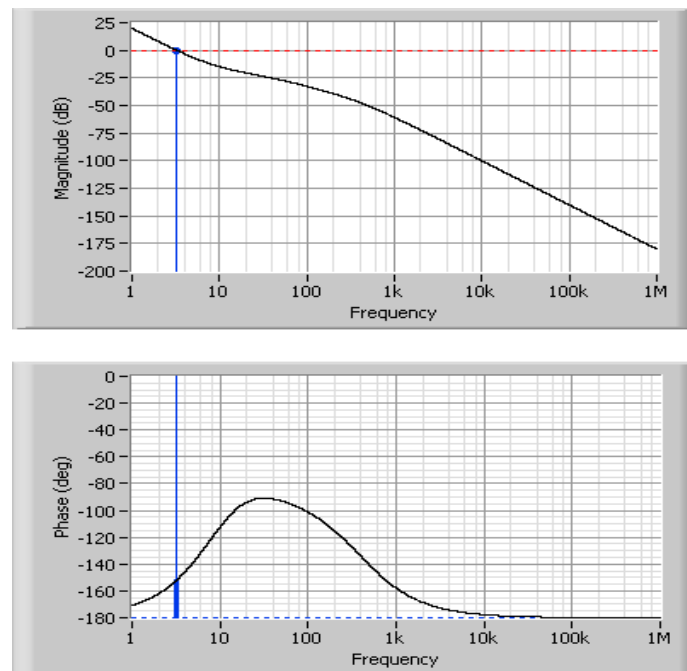


Рис. 3. Амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики

Моделирование проводилось в среде графического программирования LabVIEW с применением модуля Control Design. Для синтеза ПИД-регулятора использовался режим «Academic».

Переходная характеристика привода приведена на рис. 2. Перерегулирование составляет 14,5 %, время переходного процесса 0,15 с, время нарастания 0,004 с. Установившаяся ошибка менее 1 %. Полученные данные показывают высокое быстродействие привода.

Для оценки устойчивости использован частотный метод. Амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики приведены на рис. 3. Запас по фазе составляет 28,4 град, по амплитуде – бесконечность, что характеризует устойчивость привода.

В результате выполненной работы построена тематическая модель привода, разработано программное обеспечение. Верификация модели проведена на станке НСФ-4Ф4. Полученные данные могут

быть использованы при разработке приводов подач металлорежущих станков и в учебном процессе.

Библиографические ссылки

1. Методы классической и современной теории автоматического управления : учебник : в 5 т.; 2-е изд., перераб. и доп. Т. 1 : Математические модели, динамические характеристики и анализ систем автоматического управления / под ред. К. А. Пупкова, Н. Д. Егупова. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. 656 с.
2. Мазеин П. Г. Учебные стенды на базе сверлильно-фрезерного станка с компьютерным управлением ; ЮурГУ. Челябинск, 2004. 137 с.

© Беседин С. В., Ручкина Н. Л.,
Скрипка А. В., 2012

УДК 621.9.06

С. В. Беседин
Научный руководитель – В. Д. Утенков
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ВИБРАЦИЯ И ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

Приведены результаты предварительного эксперимента по изучению влияния вибрации в зависимости от режимов резания и точности обработки заготовок на сверлильно-фрезерных станках класса PCNC.

В космическом машиностроении применяются новейшие технологии, которые позволили значительно увеличить скорость главного движения и подачи при резании. Операции механической обработки деталей осуществляются с управлением амплитуд вынужденных колебаний режущего инструмента на основных режимах. При этом наблюдается изменение амплитуд компонент вибрации, особенно в переходных процессах. Поэтому были проведены предварительные эксперименты по изучению вибрации, влияющей на точность изготовления деталей. Для проведения эксперимента использовался специальный стенд, изготовленный на основе сверлильно-фрезерного станка с ЧПУ НСФ-3Ф4 класса PCNC.

Эксперимент проводился с применением методики многофакторного планирования типа 2^2 [1]. Управляемыми факторами являлись: скорость вращения шпинделя и подача. Контролируемый фактор: погрешность расстояния между фрезерованными пазами обрабатываемой заготовки. Для унификации расчётов и вывода вводим кодирование факторов, для скорости вращения шпинделя:

$$x_1 = (X_1 - 1250)/250$$

и подачи:

$$x_2 = (X_2 - 45)/5.$$

Условия эксперимента приведены в табл. 1, где строки соответствуют опытам, а столбцы значениям факторов.

В результате проведённого анализа в соответствии с алгоритмом расчёта [1] получено следующее уравнение регрессии:

$$y = 0,095 - 0,015x_1 - 0,195x_2 - 0,125x_1x_2. \quad (1)$$

Проверка уравнения по критерию Кохрена показала, что дисперсия коэффициентов уравнения однородны при 5 % уровне значимости, по критерию Фишера подтверждена адекватность.

В натуральных значениях факторов уравнение (1) принимает следующий вид:

$$\Delta = 0,8 + 8,4 \cdot 10^{-4}S - 1,4 \cdot 10^{-2}n - 0,2 \cdot 10^{-4}Sn.$$

На основе полученной зависимости построим график отклонения точности изготовления от режимов резания (рис. 1).

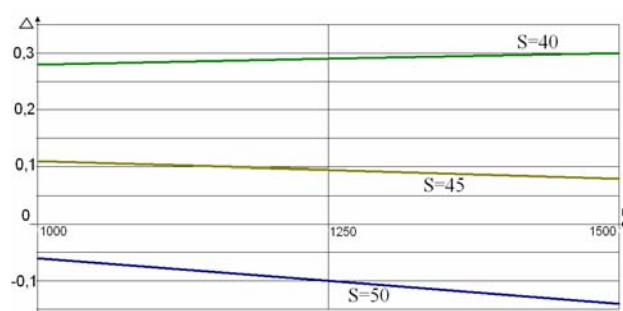


Рис. 1. График изменения параметра точности

Для исследования вибрационных характеристик было решено провести однофакторный эксперимент методом наименьших квадратов. Управляемыми факторами являются скорость вращения шпинделя, контролируемый фактор, виброускорение. Вибрация измерялась датчиком Д-13 N412 при помощи платы PCI 4472. Для регистрации данных использовалась программа NI Sound and Vibration Assistant написанная в среде графического программирования LabVIEW. Для расчёта строим таблицу свободных параметров (табл. 2).

Полученные значения произведения решаем методом Крамера и получаем уравнение регрессии для виброускорения:

$$y = 11,3 + 8,8x \cdot 10^{-5} - 0,8x^2 \cdot 10^{-5}.$$

Таблица 1

Матрица планирования эксперимента

N	X ₁	X ₂	Y ₁	Y ₂	(Y ₁ + Y ₂)/2	S ²	Y	(Y - Y) ²
1	+	+	-0,08	-0,04	-0,06	0,80 · 10 ⁻³	-0,225	2,72 · 10 ⁻²
2	-	+	-0,01	0,03	0,01	0,80 · 10 ⁻³	0,025	2,25 · 10 ⁻⁴
3	+	-	0,08	0,12	0,10	0,80 · 10 ⁻³	0,415	9,92 · 10 ⁻²
4	-	-	0,03	0,06	0,05	0,45 · 10 ⁻³	0,165	1,44 · 10 ⁻²

Таблица 2

Расчёт свободных параметров

N	X	Y	X ²	X ³	X ⁴	XY	X ² Y
1	1000	12,1	1,0·10 ⁶	1,0·10 ⁹	1,0·10 ¹²	1,2·10 ⁴	1,2·10 ⁷
2	1250	9,8	1,6·10 ⁶	1,9·10 ⁹	2,4·10 ¹²	1,2·10 ⁴	1,5·10 ⁷
3	1500	6,5	2,3·10 ⁶	3,3·10 ⁹	5,1·10 ¹²	0,9·10 ⁴	1,4·10 ⁷
Сумма	3750	28,4	4,8·10 ⁶	6,3·10 ⁹	8,5·10 ¹²	3,4·10 ⁴	4,2·10 ⁷

На основе полученной функции строим график (рис. 2).

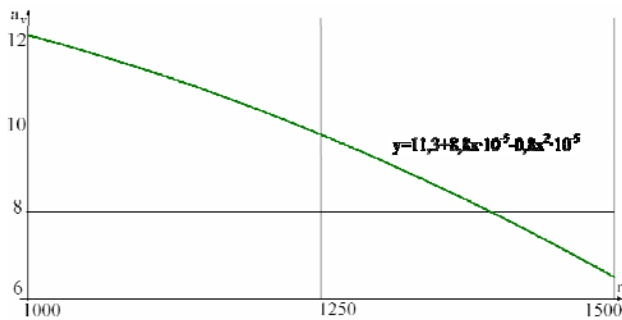


Рис. 2. График функции регрессии

В результате выполненного эксперимента установлены регрессионные зависимости точности обработки от скорости подачи и частоты вращения шпинделя, а так же уровень виброускорения, которые позволяют прогнозировать получение ожидаемой точности и уровень вибрации на этапе выполнения технологического процесса

Библиографическая ссылка

1. Попов Е. А. Планирование и организация регрессионных экспериментов : учеб. пособие ; САА. Красноярск, 2002. С. 83.

© Беседин С. В., 2012

УДК 621.923.9

Е. А. Васильева, Л. П. Сысоева

Научный руководитель – С. К. Сысоев

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

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РЕЗАНИЯ ЕДИНИЧНЫМ АБРАЗИВНЫМ ЗЕРНОМ ПРИ ШПИНДЕЛЬНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКЕ ДЕТАЛЕЙ ЛА

Рассмотрена возможность использования шпиндельно-абразивной обработки для формирования направленной шероховатости внутренних поверхностей улиток насосов.

В турбонасосных агрегатах широко используют сложнопрофильные геометрические элементы, формирующие внутренние поверхности улиток. Эти поверхности, как правило, формируют высокоскоростной гидравлический поток и должны иметь шероховатость $R_a \leq 0,8$ мкм и направленность ее по потоку. Окончательное формирование шероховатости поверхности улиток после литья по выплавляемым моделям осуществляется виброобработкой в абразивной среде либо фрезерованием на станках с ЧПУ. После виброобработки шероховатость практически мало изменяется, а после чистового фрезерования – не ниже 6,3 мкм. Таким образом, существующими технологическими методами задачу обеспечения заданной шероховатости в улитках выполнить трудно.

Нами исследована возможность использования для этих целей шпиндельно-абразивной обработки, которая заключается во вращении шпинделя с инструментом относительно обрабатываемой поверхности в абразивной среде по схеме, показанной на рис. 1.

При вращении инструмента в абразивной среде единичное абразивное зерно массой m воздействует на обрабатываемую поверхность силами:

центробежной $F_c = \frac{mv^2}{R}$, где v – скорость вращения ротора, м/мин; R – радиус инструмента; m – масса абразивного зерна, г;
и кориолисовой $F_k = 2mvR$.

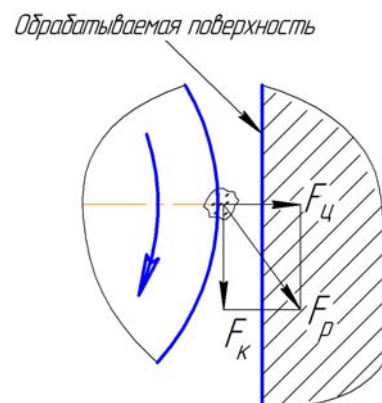


Рис. 1. Схема сил, действующих на свободное единичное абразивное зерно при вращении инструмента

Результирующую силу находим по формуле

$$F_p = \sqrt{F_{\text{ц}}^2 + F_{\text{к}}^2}. \quad (1)$$

Исходя из реальных условий назначены частоты вращения шпинделя при абразивной обработке в диапазоне от 500 до 1500 мин⁻¹.

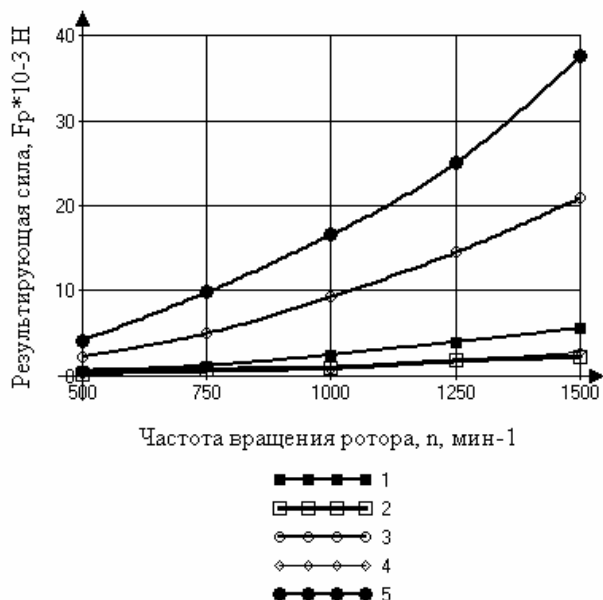


Рис. 2. Изменение результирующей силы $F \cdot 10^{-3} \text{ Н}$, действующей на обрабатываемую поверхность в зависимости от частоты вращения шпинделя при роторо-абразивной обработке:

1 – электрокорунд F240; 2 – электрокорунд нормальный F360; 3 – карбид кремния черный, F180; 4 – электрокорунд белый F320; 5 – карбид кремния черный, F36

Для расчета сил, действующих на обрабатываемую поверхность, выполнено взвешивание различных абразивных зерен и вычислены средние значения массы единичного абразивного зерна. По формуле (1) рассчитаны результирующие силы для различных видов абразива и по результатам расчетов построен график зависимости этих сил от скорости вращения шпинделя станка.

Из графика видно, что увеличение размера абразивного зерна и скорости вращения шпинделя с инструментом возрастает сила взаимодействия его с поверхностью. Для того чтобы происходило резание единичным абразивным зерном даже для условий хонингования необходимо обеспечить силу резания абразивным зерном в диапазоне 0,2...0,5 Н [1; 2]. В этой связи можно констатировать, что силы резания необходимо увеличить минимум в 10 раз по сравнению с расчетными за счет изменения условий массового резания абразивным смесью, содержащейся в зазоре между инструментом и обрабатываемой поверхностью, уменьшения этого зазора, а также подбора высокоэффективных рабочих смесей. Уменьшение зазора в улитках и обеспечение его постоянства в процессе обработки можно достичь использованием, например, фрезерного станка 6Р13Ф3, программируя перемещение детали относительно инструмента.

Библиографические ссылки

1. Маслов Е. Н. Теория шлифования материалов. М. : Машиностроение, 1974. 320 с.
2. Сысоев С. К., Сысоев А. С. Экструзионное хонингование деталей летательных аппаратов: теория, исследования, практика : моногр. ; СибГАУ. Красноярск, 2005. 20 с.

© Васильева Е. А., Сысоева Л. П., 2012

УДК 621.38

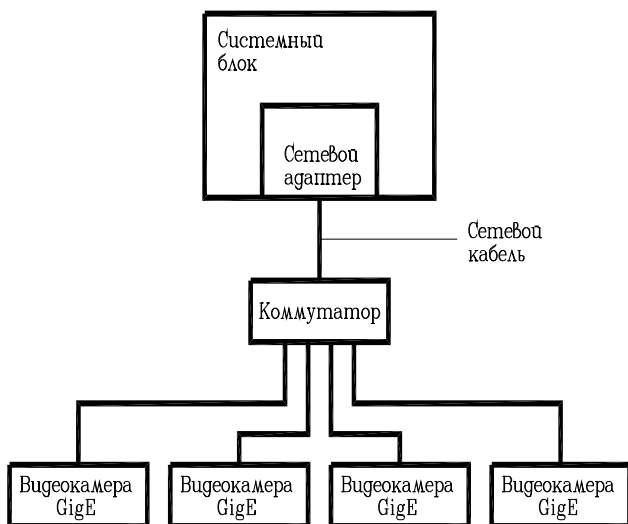
В. А. Волков, А. Ю. Кузин, В. А. Будьков, С. Ю. Сыроежко, Н. Л. Ручкина
Научный руководитель – Л. В. Ручкин
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОЙ ПОЛОСЫ ПРОПУСКАНИЯ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ВИДЕОДАНЫХ

Проведена оценка необходимой полосы пропускания для передачи видеоданных от нескольких параллельно работающих цветных цифровых видеокамер при проведении дистанционного контроля обрабатываемых деталей.

При проведении механической обработки изделий аэрокосмической техники часто возникает задача дистанционного контроля обрабатываемых деталей. В последнее время для этой цели все шире применяются устройства визуальной обработки информации, в состав которых входит несколько профессиональных видеокамер, подключенных к системному блоку персонального компьютера. При использовании сетевого интерфейса Gigabit Ethernet (GigE Vision) передача видеоданных осуществляется по стандарту 1000BaseT через сетевой адаптер [1].

При использовании в сети GigE одной видеокамеры проблем с передачей видеоданных не возникает. Сеть просто выделяет необходимую полосу пропускания и в этом случае никаких дополнительных операций не требуется. Более сложная ситуация возникает при подключении и передачи через один сетевой адаптер данных одновременно от нескольких камер, как показано на рис. 1. В этом случае необходимо определить суммарную скорость передачи данных от всех работающих камер.



Подключение нескольких камер к одному адаптеру

Определим необходимую полосу пропускания для видеокамер модели scA1400gc производства фирмы Basler [2]. Камеры оборудованы видеоматрицами с размерами 1390×1038 пикселей, глубина (тип) пикселя 12 бит.

Простейший способ определить суммарную скорость передачи данных от всех работающих камер – прочесть значение параметра Bandwidth Assigned. Если сумма значений параметров меньше чем 125 Мбайт/с, то камеры будут работать без проблем, если больше, то необходимо уменьшить скорость передачи данных с одной или нескольких камер.

Теоретически, управление полосой пропускания заключается в изменении временной задержки между передачей каждого пакета от камеры (параметр Interpacket Delay). Практически, это более сложная процедура, так как необходимо учитывать несколько факторов:

- выполнение оптимизации настройки сетевых параметров;

- определение полосы пропускания, необходимой для передачи видеоданных от каждой камеры;
- определение полосы пропускания, действительно установленной для передачи видеоданных от каждой камеры;
- сравнение действительно установленной и необходимой полос пропускания для каждой камеры;
- сравнение общей полосы пропускания, установленной для всех камер, и полосы пропускания сети;
- приведение в соответствие определенных параметров.

Величина полосы пропускания для камеры зависит от нескольких факторов: объема данных, заключенных в каждом образе; количества данных, которые необходимо добавить к каждому образу; заголовка пакета; скорости съемки. В случае передачи цветного изображения при максимальном разрешении объем передаваемой информации составит 2,27 Мбайт/кадр, а для проведения съемки со скоростью 24 кадра/с необходимая полоса пропускания составит 54,4 Мбайт/с.

Таким образом, через один сетевой кабель GigE, подключенный к одному порту адаптера, при максимальном разрешении 1,4 мегапикселей одновременно можно передать данные только от двух видеокамер. Приведенную схему подключения можно использовать как при проведении дистанционного контроля механической обработки деталей, так и при проведении испытаний изделий в вакуумных камерах, когда по технологическим причинам не применяется сжатие видеоданных.

Библиографические ссылки

1. Гук М. Аппаратные интерфейсы ПК. Энциклопедия. СПб. : Питер, 2003. 528 с. : ил.
2. Basler scout. User's manual for GigE Vision cameras. Document number AW000119. – Basler Vision Technologies, 2008.

© Волков В. А., Кузин А. Ю., Будьков В. А., Сыроежко С. Ю., Ручкина Н. Л., 2012

УДК 621.923.9

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

ИЗМЕНЕНИЕ ПРОФИЛЯ КАНАЛОВ ПРИ ЭКСТРУЗИОННОМ ХОНИНГОВАНИИ

Исследована зависимость изменения профиля канала, возникающего при экструзионном хонинговании, от параметров обработки. Предложены рекомендации по выбору режимов обработки.

Задача выбора технологических параметров процесса резания для обеспечения качества поверхностного слоя и размерной стабильности деталей после экструзионного хонингования сводится к определению оптимальных условий обработки резанием поверхности каналов.

Процесс перепрессования рабочей смеси (РС) при экструзионном хонинговании (ЭХ) предполагает наличие сил, проталкивающих ее через каналы в детали.

Под действием давления РС на входе в канал детали формируется сжатый абразивный «жгут», который при движении «отслеживает» контуры канала. На поверхности абразивного «жгута» находятся активные абразивные зерна, контактирующие с поверхностью канала, вследствие чего при движении снимается определенный слой материала [1]. Достижение заданной размерной точности зависит от равномерности обработки, т. е. от равномерности съема металла при реза-

нии единичным абразивным зерном по всей длине обрабатываемого канала. Величина съема металла зависит от силы прижима единичного абразивного зерна к обрабатываемой поверхности.

При течении потока среды по каналу наблюдаются перепады давления, приводящие к неравномерному съему металла на входе и на выходе из канала и, как следствие, к его конусности. Причина конусности – образование конусного ядра в абразивном «жгуте» потока РС, что приводит к удалению большего слоя металла на входе в канал, чем на выходе из канала (рис. 1). При этом было установлено, что величина конусности ядра зависит от давления РС в канале [2].

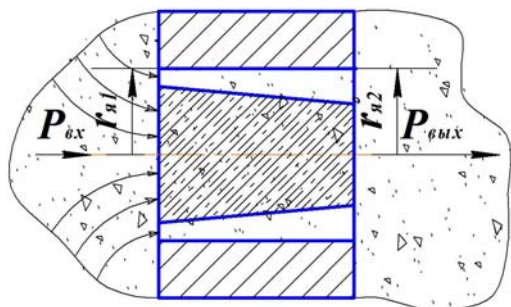


Рис. 1. Схема формирования «ядра» потока при течении рабочей среды в круглом канале:
 $r_{я1}$ – радиус «ядра» на входе в канал; $r_{я2}$ – радиус «ядра» на выходе из канала

Исследование было вызвано необходимостью обосновать диапазон давлений РС, при котором допускается ЭХ, обеспечивающее заданные геометриче-

ские параметры поверхности и исключаящее изменение профиля канала в пределах допуска.

Эксперименты выполняли на установке УЭША-1 с изменением давлений РС на входе в отверстие в диапазоне 16,4...61,4 МПа. Содержание компонентов в каучуке СКТ: электрокорунд белый F120 (массовое содержание по плану эксперимента), олеиновая кислота – 10 %. Исследование проводилось на плоских образцах – шайбах толщиной от 2 до 10 мм с отверстием $\varnothing 1,2$ мм, изготовленных из стали 12Х18Н10Т. Через отверстие в образце 1 в одну сторону экструдировали $30 \cdot 10^{-2}$ м³ рабочей смеси.

Планирование экспериментов выполнено с реализацией матрицы планирования по плану Бокса для трех факторов на трех уровнях варьирования [3]. В качестве отклика функции принята конусность отверстия, определенная по отношению:

$$k = \frac{d_1 - d_2}{2l} 100\%, \quad (1)$$

где d_1 – диаметр отверстия на входе РС, мм; d_2 – диаметр отверстия на выходе РС, мм; l – длина отверстия, мм.

Математическая обработка результатов позволила получить зависимость конусности (k) канала от параметров обработки и состава РС (K_a – концентрация абразива в смеси; B_a – зернистость абразива, P – давление на входе в канал):

$$k = 19,515 + 0,0833P + 0,122K_a + 0,1885B_a + 0,0012K_a - 0,019Pl - 0,004K_a l - 0,0039P^2 - 0,00018K_a^2 + 0,087l^2. \quad (2)$$

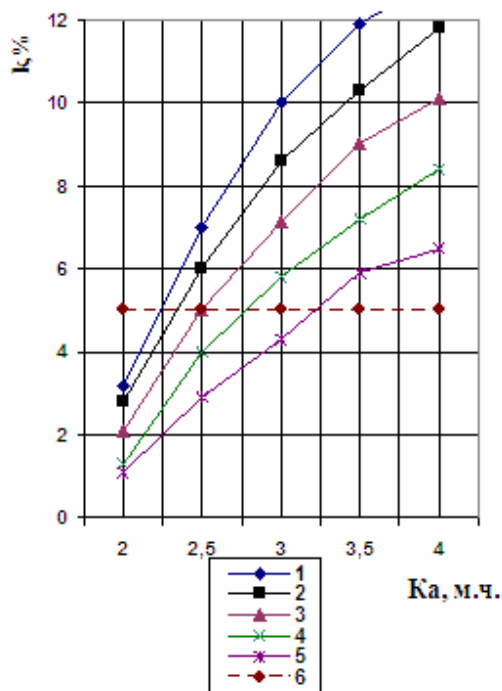


Рис. 3. Зависимость конусности k , % отверстия от концентрации абразива K_a при экструзии РС при содержании абразива от 50 до 400 м.ч. под давлением (МПа):
 1 – 64; 2 – 52; 3 – 38,5; 4 – 30; 5 – 1, 6 – пятипроцентный барьер конусности

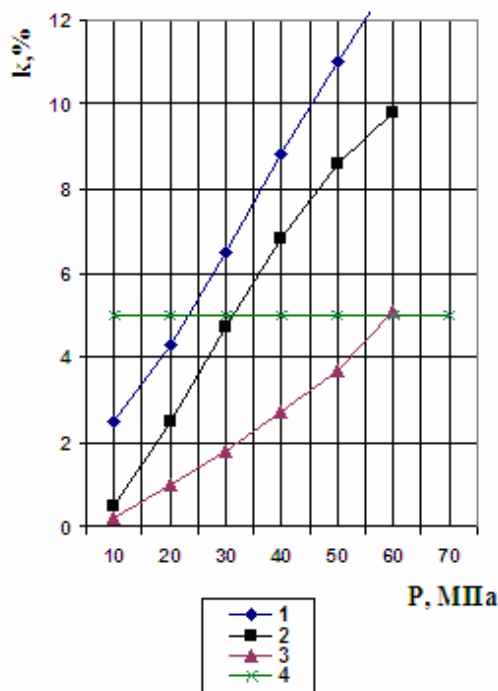


Рис. 4. Зависимость конусности k , % отверстия при экструзии РС под давлением P (МПа) для различных длин l :
 1 – 2 мм; 2 – 6 мм; 3 – 10 мм; 4 – пятипроцентный барьер конусности канала

Графики (рис. 3, 4), выполненные по зависимости (2), показывают увеличение конусности с уменьшением длины канала, увеличением содержания абразива в РС и увеличением ее давления на ходе в канал.

Анализ экспериментальных данных позволяет дать следующие рекомендации по выбору режимов ЭХ:

- для уменьшения величины конусности в каналах любой длины необходимо ограничить режимы ЭХ (давление на входе не должно превышать 12 МПа), что соответствует рекомендациям по выбору параметров обработки, предложенным ранее [4];

- для обеспечения геометрических параметров канала в пределах допуска конусность не должна превышать 5 %;

- необходимо провести исследования зависимости конусности канала от количества циклов обработки, температуры РС и конструктивных параметров каналов, что позволит определить оптимальные режимы обработки при ЭХ.

Библиографические ссылки

1. Сысоев А. С., Сысоев С. К., Лубнин М. А. Абразивно-экструзионная обработка деталей // *Технология машиностроения*. 2002. № 4. С. 24–28.
2. Сысоев С. К., Сысоев А. С. Экструзионное хонингование деталей летательных аппаратов: теория, исследования, практика : моногр. ; СибГАУ. Красноярск, 2005. 220 с.
3. Пен Р. З., Менчер М. Н. Статистические методы в целлюлозно-бумажном производстве. М. : Лесная промышленность, 1973. 120 с.
4. McCarty R. W. Pat. 3521412 US, ISC B24B 1/00, 19/00. Method of honing by extruding. 05.11.1965; 21.07.1970.

© Ворожейкин В. А., Гулло А. А.,
Лушикова А. Г., Сысоева Л. П., 2012

УДК 621.9.06.001

В. А. Гаврилов, Г. В. Кочкина, В. В. Зверинцев
Научный руководитель – Л. В. Зверинцева
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЭВОЛЬВЕНТНЫХ ОТВЕРСТИЙ ЛА

Рассмотрено прогрессивное оборудование для получения эвольвентных отверстий различными методами и проведены замеры остаточных напряжений на элементах деталей при протягивании и прожиге.

Эвольвентные шлицевые отверстия широко применяют в деталях летательных аппаратов. Такие соединения более надежны и передают большие крутящие моменты, чем прямобоочные при тех же габаритных размерах.

Нами рассмотрено получение эвольвентных шлицевых отверстий с 42 зубьями, модулем 1 мм, углом зацепления 30°, точностью 7...8 квалитета с шероховатостью Ra 3,2 мкм, биением 0,1 мм, с длиной протягивания 33 мм и размерами, указанными на эскизе (рис. 1), из жаропрочного сплава ХН59МВТКУЛ.

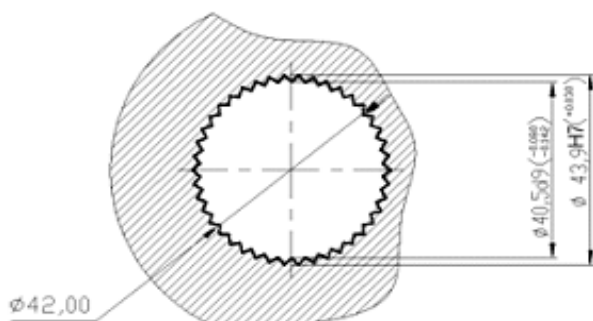


Рис. 1. Эскиз обрабатываемого отверстия

Рассмотрим два наиболее эффективных метода: протягивание и электроэрозионная обработка.

Оба эти метода теоретически дают возможность получения этого отверстия с требуемой точностью и шероховатостью.

Протягивание на предприятие осуществляется на станке 7А520. Протяжка изготавливалась из быстрорежущей стали Р6М5К5, полученной порошковой металлургией. Из-за отсутствия закалочных ванн для получения отверстия использовались две протяжки первого и второго прохода. Заготовка детали получена литьем по выплавляемым моделям. Применение эвольвентных протяжек ограничивается их низкой стойкостью. Расчетная стойкость протяжки 74 м, на практике используется для изготовления одного эвольвентного отверстия длиной 33 мм.

В последнее время нарезание эвольвентных шлицев в детали методом протягивания на предприятии стало проблематичным: зубья протяжки срезаются на первых шести-семи рядах или выламываются. Другой дефект – заклинивание протяжек на образцах детали. Причин много – это конструкция протяжки и невозможность ее получение по существующей технологии с применением имеющегося оборудования, отсутствие контрольных устройств и квалифицированных работников. Инструмент получается по принципу «как вышло».

Мы ставили задачу предложить более прогрессивное оборудование для протягивания и изготовления протяжки. Прогрессивная технология изготовления дисков турбин возможна на обрабатывающем центре Millturn M65, протягивания пазов на протяжном станке HOFFMAN RAWX 16× 8500× 320. Это оборудование опробовано и внедрено на ОАО «Пермский Моторзавод». Производительность обработки повыси-

лась в 4 раза при общем улучшении качества изделий. Технология изготовления протяжек при снижении трудоемкости в 5...10 раз внедрена на ЗАО «Инструментальный завод – ПМ» применением прогрессивных станков для заточки всех режущих и вспомогательных кромок протяжек без переустановки Arthur Klink RSB 1600, высокоточного плоскошлифовального станка для профиля любой сложности Fib-Schliff Micrj-Cut A12 CNC и оптического проектора Dr. Schneider ST 1000 для контроля профилей (снижение трудоемкости в 4–5 раз и точность контроля 1 мкм).

Другой метод получения эвольвентных шлицевых отверстий – электроискровой проволочно-вырезной обработки на станке AP200L LQ1W фирмы «Sodick».

Пример вырезки детали, произведенной на этом станке за 17 проходов показан на рис. 2.

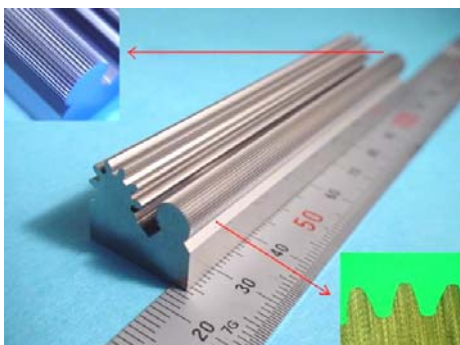


Рис. 2. Профиль детали, полученной электроэрозионной обработкой

Деталь из карбида вольфрама G5 со сложным наружным профилем с шестью и сорока зубьями имеет толщину 80 мм. Вырезка проводилась в масле при черновом резании проволокой из материала KH-W Ø 0,2 мм и TW-S Ø 0,03 мм (Sumitomo) при чистовом резании. Общее время резания 31 ч 00 мин, проволокой Ø0,2 мм – 10 ч 40 мин, Ø0,03 мм – 20 ч 20 мин. При этом точность контура $\pm 0,0015$ мм, шероховатость поверхности Rz 0,38...0,40 мкм, Ra 0,06 мкм.

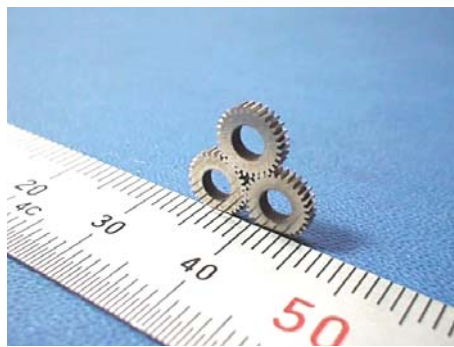


Рис. 3. Зубчатые колеса, полученные электроэрозионной обработкой

Зубчатые колеса из карбида вольфрама G5 с эвольвентным профилем изготовлены на станке EXC100 M20P за 5 проходов, имеют 30 зубьев толщиной 1,5 мм с модулем 0,2. Общее время резания на два зубчатых колеса 6 ч 50 мин. При этом точность контура $\pm 0,0015$ мм, шероховатость поверхности Ra0,012 мкм.

Сравнение методов получения эвольвентных отверстий предполагалось по технологической себестоимости и качеству, но определить стоимость предлагаемого оборудования не удалось.

Замеры остаточных напряжений растягивающие на элементах деталей, МПа: на лопатках 9,8...22,5; на покрывном диске 37,2...70,5; на основном диске 65,7...112,7, полученных протягиванием. Искровой обработкой получены замеры как растягивающие, так и сжимающие напряжения, МПа: на лопатках – 3,92...5,88; на покрывном диске – 39,2...59,8; на основном диске 84,3...105. Испытания проведены при одинаковых условиях и показали, что эти напряжения находятся в пределах допустимых.

Вывод: Получение эвольвентного шлицевого отверстия с применением электроэрозионной обработки более универсально, не требует изготовления дорогостоящей протяжки.

© Гаврилов В. А., Кочкина Г. В.,
Зверинцев В. В., 2012

УДК 621.9.06

А. И. Ермоленко, С. А. Степанов, А. П. Грибанов, Р. Ю. Буйнов
Научный руководитель – Е. В. Раменская
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОЦЕНКА РЕСУРСА РАБОТЫ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО СТАНКА

Рассмотрены вопросы оценки технического состояния станков на основе функции ресурса точности с целью технического обслуживания конкурентоспособных конструкций станков.

Проблема принятия решения по анализу технического состояния металлорежущих станков является важнейшей задачей возрождения экономики России. По многочисленным данным 75–85 % станочного парка страны нуждается в модернизации, а в отдельных случаях в полной замене. Современный парк станков, состоит из различных видов и групп, боль-

шого числа типов и моделей, обусловленных многообразием и сложностью выполняемых ими функций. До сих пор в машиностроении эксплуатируются металлорежущие станки, имеющие значительный физический износ, снижающие качество выпускаемой продукции при низкой производительности. Авиационно-космическая отрасль нуждается в пополнении

новым прогрессивным технологическим оборудованием, что предъявляет повышенные технические требования к создаваемым конструкциям металлорежущих станков, особенно по ресурсу точности.

Ресурс точности станков является не регламентированным показателем, несмотря на свою практическую значимость, как для промышленности, так и маркетинга.

Для металлорежущих станков ресурс технологической точности станка, определяется по формуле

$$R_t = [C_M \cdot K_{CM} \cdot K_{MI} \cdot K_{TC} \cdot K_{KC} \cdot K_B \cdot K_D \cdot K_V^{0.5}] : (n_c + 1), \quad (1)$$

где C_M – видовая константа, отражающая ремонтный цикл станка, $C_M = 16\,800$ ч; K_{CM} , K_{MI} , K_{TC} , K_{KC} , K_B , K_D , K_V – коэффициенты, характеризующие соответственно обрабатываемый материал; материал применяемого режущего инструмента; точность станка; массу конструкции; возраст станка; долговечность; вибрационные процессы; n_c – число средних ремонтов в ремонтном цикле.

При проектировании вероятность безотказной работы металлорежущего станка по геометрической и технологической точности оценивается по функции Пуассона

$$P(t) = \exp(-t/T_p), \quad (2)$$

где t – запланированное время работы станка без поломок; T_p – межремонтный цикл работы станка, причем $T_p = R_t \cdot (n_c + 1)$.

Из формулы (2) получаем

$$t/T_p = \ln(1/P(t)). \quad (3)$$

Вероятность отказа работы станка за время t по геометрической и технологической точности можно оценить по функции

$$q(t) = 1 - P(t). \quad (4)$$

Вероятность безотказной работы металлорежущего станка для определенного класса точности имеет установленное значение см. табл. 1.

Таблица 1

Исходное значение вероятности безотказной работы станка [1]

Класс точности ГОСТ 8-82 ИСО 230-2	Н –	П (Н)	В (Р)	А (SP)	С (UP)
Вероятность безотказной работы, $p(t)$	0,8 5	0,90	0,9 9	0,99 9	0,99 99

Для удобства оценки вероятности безотказной работы МРС в зависимости от соотношения времени работы станка без поломок и межремонтного цикла работы станка с учетом формулы (3) составлена табл. 2.

Таблица 2

Значение $P(t)$ от t/T_p

t/T_p	1/2	1/4	1/6	1/8	1/10	1/12	1/14
$P(t)$	0,61	0,78	0,85	0,88	0,905	0,92	0,931
t/T_p	1/16	1/18	1/20	1/30	1/40	1/100	1/1000
$P(t)$	0,939	0,946	0,951	0,967	0,975	0,990	0,999

Расчетные значения периодов безотказной работы анализируемого станка с межремонтным циклом работы $T_p = 12\,000$ часов представлены в табл. 3.

По нормам технического обслуживания и планово-предупредительного ремонта определяется межремонтный период для металлорежущих станков

$$T_{mp} = T_p / 9. \quad (5)$$

Предельный период безотказной работы t_n определяется по формуле

$$t_n = t_n + t_n \cdot 40\%. \quad (6)$$

Расчетный период безотказной работы t_m определяется по формуле

$$t_m = t_n + t_n \cdot 10\%. \quad (7)$$

Таблица 3

Расчетные значения ($T_p = 12\,000$ ч)

Показатель функции t/T_p	1	0,5	0,25	0,125	0,0625	0,03125
Расчетная вероятность безотказной работы, $P(t)$	0,37	0,608	0,780	0,883	0,940	0,970
Межремонтный период для металлорежущих станков, T_{mp}	1333	2667	5333	10667	21333	42667
Нормальный период безотказной работы, t_n	12000	6000	3000	1500	750	375
Предельный (40 %) период безотказной работы, t_n	16800	8400	4200	2100	1050	525
Расчетный (10 %) период безотказной работы, t_m	18480	9240	4620	2310	1155	577,5

Для поддержания ресурса точности станка, необходимо выполнять регламентные нормы технического обслуживания и планового ремонта с целью обеспечения качества и точности изготовления с минимальными затратами труда и ресурсов.

Библиографическая ссылка

1. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем: Справочник-учебник. В 3-х т. Т. 2. Ч. 1. Расчет и конструирование узлов и элементов станков / А.С. Проников, Е.И. Борисов, В.В. Бушнев и др. – М.: Машиностроение, 1995. – 371 с.

© Ермоленко А. И., Степанов С. А.,
Грибанов А. П., Буйнов Р. Ю., 2012

И. Ф. Зуйков, М. В. Киселев
 Научный руководитель – Н. А. Амельченко
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПОВЕРХНОСТНАЯ ЗАКАЛКА ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ

Установлены механизмы структурных и фазовых превращений в инструментальных материалах при поверхностной обработке высококонцентрированными источниками нагрева и их влияние на уровень эксплуатационных свойств.

Повышение долговечности режущего инструмента за счет технологической модификации поверхностных слоев материала является одним из приоритетных направлений развития технологии машиностроения на современном этапе.

Для получения большой твердости в поверхностном слое деталей из конструкционных материалов с сохранением вязкой сердцевины на практике широко применяют диффузионное насыщение, лазерное легирование, поверхностную закалку и другие методы. Это обеспечивает износоустойчивость и одновременно высокую динамическую прочность. Однако это не в полной мере удовлетворяет предъявляемым требованиям по качеству, надежности и износостойкости для режущего инструмента.

Качественно новый уровень эксплуатационных характеристик достигается при поверхностной обработке инструментальных материалов высококонцентрированными источниками энергии: электронным и лазерным лучом или плазменной струей [1]. При локальном сверхскоростном тепловом воздействии на поверхность изменяется её микрорельеф, появляется возможность получения более высоких значений твердости, прочности и вязкости в сравнении с объёмной обработкой или традиционными методами механического упрочнения. Это обусловлено, прежде всего, образованием в поверхностном слое высокодисперсной метастабильной структуры с намного более высокой плотностью дислокаций.

В настоящей работе процессы фазовых и структурных превращений при плазменном упрочнении исследованы с использованием оптической и электронной микроскопии, путем замеров твердости и микротвёрдости, а также триботехнических испытаний. Для более полного изучения структуры сплава и выявления границ зёрен и их размеров поверхности шлифов образцов из инструментальных сталей 5ХНМ, Х12Ф1 подвергались обработке с применением химических реактивов. Проводилась также оценка глубины проплавления в зависимости от режимов обработки.

На основании исследований выявлено, что скоростные нагрев и охлаждение материалов при плазменном воздействии приводят к повышению дефектности структуры, так как усиливается фазовый наклеп, тормозятся процессы отдыха и рекристаллизации, более полно наследуются дефекты γ -фазы. При этом происходит измельчение блоков, повышение плотности дислокаций и увеличение микронапряжений в кристаллической решётке.

Также установлено, что скоростной нагрев до около солидусных температур с применением плазменного источника вызывает более интенсивное (чем при объёмной закалке) растворение карбидной фазы и дополнительное насыщение твердого раствора углеродом и легирующими элементами. Следовательно, при такой обработке в поверхностном слое протекают химические и окислительные процессы.

Выявлено, что при охлаждении из твердого раствора выделяются высокодисперсные карбидные частицы, равномерно распределенные в мартенситной матрице. Это свидетельствует о частичном самоотпуске мартенсита. Разброс значений микротвёрдости поверхности обработанных материалов указывает на нестабильность процессов, протекающих в поверхностных слоях.

При плазменном воздействии на поверхность наблюдается процесс оплавления, что способствует образованию структуры дендритного литого материала, а также карбидных соединений на основе хрома.

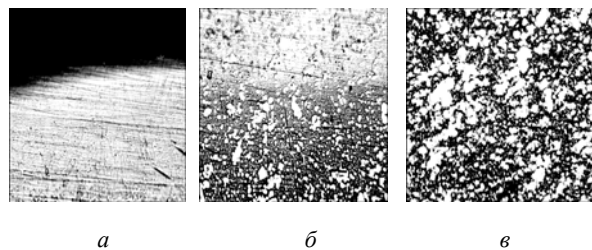


Рис. 1. Микроструктура поверхностного слоя стали Х12Ф1 после упрочнения плазменным методом:
 а – вершина слоя; б, в – середина упрочненного слоя;
 г – структура основы металла

Сталь Х12Ф1 – это заэвтектойдная сталь, при нагреве до 727 °С изменений в структуре не происходит и сталь имеет структуру перлит + цементит вторичный (оттоженное состояние) (рис. 1, в), а после упрочнения микроструктура имеет литое состояние, дендритность и называется бейнитом (НВ 400-500) (рис. 1а). Бейнитное превращение характерно сочетанием особенностей как диффузионного – перлитного так и бездиффузионного – мартенситного превращений, и поэтому оно также называется промежуточным превращением. В зависимости от температуры изотермической выдержки микроструктура и механические свойства бейнита различны. Верхний бейнит имеет перистое строение, а нижний бейнит – игольчатое. В соответствии с рис. 1, а сталь имеют структуру перистого бейнита. Возможно образование карбидов хрома Cr_7C_3 и ванадия VC.

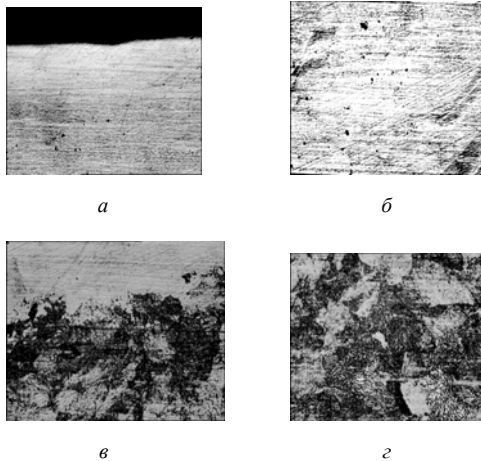


Рис. 2. Микроструктура стали 5ХНМ после упрочнения плазменным методом:

а – упрочненная зона; б – середина упрочненной зоны; в – граничная зона; г – сырой металл

Сталь 5ХНМ – это доэвтектойдная сталь, при нагреве до 727 °С превращений нет, и сталь имеет структуру перлит + феррит (рис. 2, г), а зона после упрочнения электрической дугой имеет структуру

реечного мартенсита (НВ 500-700) (рис. 2, б), который наблюдается в закаленных сталях низко- и среднеуглеродистых. Кристаллы этого мартенсита имеют вид реек, вытянутых в одном направлении.

Можно предположить, что при таком методе следует искусственно создавать условия, при которых возможно протекание химических и окислительных процессов с целью образования карбидных или нитридных соединений в поверхностном слое материала.

Таким образом, на основе рассмотренного метода упрочнения выявлено, что при выполнении финишных операций необходимо назначение режимов обработки, обеспечивающих создание в поверхностном слое выгодных микроструктур, обладающих более высокой износостойкостью, противодействием коррозии и другими эксплуатационными характеристиками.

Библиографическая ссылка

1. Поболь И. Л. Использование электронно-лучевого воздействия в технологиях второго поколения поверхностной обработки металлических материалов // *Трение и износ*. 1993. Т. 14. № 3. С. 524–531.

© Зуйков И. Ф., Киселев М. В., 2012

УДК 621.002.5

Д. А. Карабарин

Научный руководитель – Г. Ф. Тарасов

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

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ЗЕМЛЕРОЙНЫХ МАШИН

Приведены результаты промышленных испытаний, разработанного способа повышения износостойкости рабочих органов землеройных машин, работающих в абразивной среде при низких температурах.

В современных условиях развития научно-технического прогресса и наращивания объемов производства конечного продукта происходит ужесточение режимов эксплуатации машин и оборудования различного функционального назначения (увеличение мощностей, нагрузок, и т. д.). Интенсификация режимов эксплуатации приводит к существенному снижению долговечности большинства деталей машин, особенно подвергающихся изнашиванию вследствие низкой износостойкости применяемых для их изготовления материалов. Это вызывает необходимость поиска вариантов решения задач повышения износостойкости деталей машин, особенно рабочих органов землеройных машин и инструмента, которые подвергаются абразивному изнашиванию.

Интенсивность абразивного изнашивания рабочих органов машин определяется многими факторами, основными из которых являются: гранулометрический состав и состояние абразивной среды, с которой контактирует деталь; свойства материала детали; температура окружающей среды, которая влияет одновременно и на свойства материала детали, и на состояние абразивной среды. В зависимости от указанных факторов сроки службы рабочих органов землеройных машин, а также других деталей, рабо-

тающих в абразивной среде изменяются в широком диапазоне.

В настоящее время широкое распространение получили способы повышения износостойкости деталей машин: увеличение запаса на износ, наплавка износостойкими материалами, применение износостойких покрытий, изменение физико-механических свойств материалов путем применения упрочняющей термической обработки, применение эффекта самозатачивания. Все перечисленные способы повышения износостойкости, безусловно, обеспечивают увеличение срока службы (долговечности) деталей машин. Однако эти методы нецелесообразно применять для деталей, подвергающихся абразивному изнашиванию, а особенно режущих органов землеройных машин по следующим причинам. Любой режущий орган землеройной машины (нож бульдозера, зуб экскаватора и др.) эффективно используется только на 30–40 %, поэтому замена материала или упрочнение термической обработкой таких деталей связаны с излишними, необоснованными затратами, при этом существенного повышения срока службы не достигается. Применение эффекта самозатачивания предполагает увеличение размеров режущих органов, что не всегда оправдано, и не всегда возможно осуществить.

При низких температурах интенсивность изнашивания деталей в абразивной среде резко возрастает, поэтому они более продолжительное время работают в режиме повышенных нагрузок. Как показали настоящие исследования, в зимний период эксплуатации землеройных машин наряду с существенным снижением срока службы режущих органов вследствие их износа, увеличивается и число их поломок. В связи с этим, при повышении долговечности деталей машин, работающих в абразивной среде при низких температурах, необходимо учитывать не только их износостойкость, но и изменение свойств материалов (охрупчивание) при понижении температуры, вызывающих хрупкие поломки деталей. В данной работе предлагается метод повышения износостойкости деталей, работающих при низких температурах путем их армирования. Сущность метода (на примере ножа бульдозера) заключается в следующем. Рабочая поверхность ножа, контактирующая с грунтом, армируется вставками-штырями из износостойкой инструментальной стали.

Вставки-штыри цилиндрической формы из износостойких материалов запрессовываются в отверстия по осевой линии интенсивно изнашивающейся поверхности ножа, закрепленного к отвалу бульдозера. Передняя грань ножа защищается износостойкой наплавкой. Нож изготавливается из обычных углеродистых сталей, обладающих высокой вязкостью, а это существенно снижает вероятность хрупких поломок. Разработанный способ повышения износостойкости не требует специального оборудования и может быть осуществлен при наличии обычной мастерской на предприятии, имеющей прессовое оборудование небольшой мощности. Расход дорогостоящей инструментальной, или другой износостойкой стали на изготовление одного ножа бульдозера составляет порядка 6–8 кг.

Экспериментальную проверку способа повышения износостойкости армированием ножей бульдозеров проводили с применением сталей Р12 и Х8М2Ф, показавших наибольшую износостойкость при лабораторных испытаниях. С целью ускорения производственных испытаний и более точной оценки скорости изнашивания исследуемых материалов в грунтах, конструкция экспериментальных ножей бульдозера была несколько изменена. К стандартному ножу бульдозера, крепились пластины размером 100х65х20

мм, изготовленные из сталей Р12 и Х8М2Ф. В качестве эталонов сравнения использовались такие же пластины из стали Ст.5 и стали Ст.5 с наплавкой, поскольку именно эти стали рекомендуются для изготовления стандартных ножей бульдозеров. При этом сущность физических процессов, происходящих в зоне контакта режущего органа с грунтом, не изменилась. Износ измерялся через каждые 10–12 часов работы машины инструментами, обеспечивающими точность $\pm 0,05$ мм.

Анализ полученных результатов испытаний показал, что скорость изнашивания пластин из инструментальных сталей Р12 и Х8М2Ф в 4–5 раз меньше скорости изнашивания пластин из стали Ст.5 с наплавкой, рекомендуемой ГОСТом для изготовления ножей бульдозеров. Это обусловлено, прежде всего, тем, что интенсивно изнашивающаяся поверхность ножа (задняя) наплавкой не защищена, а защищена передняя часть, по которой скользит разрыхленный грунт. В процессе работы такого ножа характерно наличие двух схем взаимодействия режущего органа с грунтом: зона взаимодействия износостойких пластин с грунтом и зона взаимодействия основного материала стандартного ножа с грунтом. В зоне контакта износостойких пластин или вставок-штырей реализуется схема изнашивания о закрепленные абразивные частицы, поскольку пластины или вставки-штыри непосредственно контактируют с мерзлым грунтом. Основным материалом ножа контактирует с грунтом через прослойку разрыхленного грунта. Интенсивность изнашивания закрепленными абразивными частицами выше, чем свободными. Поэтому, примерно через 20–25 часов работы машины происходит выравнивание процессов изнашивания износостойких пластин из инструментальных сталей и основного материала ножа. При дальнейшей эксплуатации ножа изнашивание его происходит равномерно, но с меньшей интенсивностью, чем и достигается существенное увеличение долговечности. Выполненные расчеты показали, что при предельно допустимой величине износа ножа по его длине (30 мм по стандарту) и полученных скоростях изнашивания, срок его службы может составить 2500–3000 часов, что примерно в 5–6 раз больше долговечности стандартных ножей бульдозеров.

© Карабарин Д. А., 2012

УДК 621.891.001.57

Д. А. Карабарин

Научный руководитель – Г.Ф. Тарасов

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

МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЯ СТАЛЕЙ НА АБРАЗИВНУЮ ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ

Изложены принципы подхода к испытаниям материалов на абразивную износостойкость. Методика испытаний материалов. Рассмотрены особенности испытаний материалов при низких температурах.

Износостойкость материалов при взаимодействии с абразивными частицами зависит от механических свойств, формирующихся непосредственно в момент

разрушения. Определить эти свойства практически невозможно, поскольку сами условия разрушения неизвестны. В связи с этим износостойкость сопос-

тавляют с исходными механическими характеристиками, которые определяют поведение материалов в процессе изнашивания, примером чего может служить прямая пропорциональная зависимость износостойкости (ϵ) от твердости (H_m) для чистых металлов и отожженных сталей.

Все существующие методы испытаний материалов на изнашивание в зависимости от степени фиксации абразивных частиц можно подразделить на три вида: закрепленным, полужакопленным и свободным абразивом [1; 2]. При каждом методе испытаний схема взаимодействия материала и абразива определяется характером прилагаемой нагрузки: трение, удар и трение с ударом, которая является промежуточной, характеризующей разрушение изнашиваемой поверхности абразивными частицами за счет скольжения и удара одновременно.

Наибольшее распространение получил метод испытаний на изнашивание о закрепленный абразив, особенно применительно к деталям, работающим в абразивной среде при низких температурах. Кроме того, в ряде научных исследований установлен одинаковый порядок расположения кривых износостойкости для материалов, испытанных о закрепленный абразив и деталей машин при низких температурах.

Поэтому при исследовании износостойкости, применительно к режущим органам землеройных машин, работающих при низких температурах, необходимо использовать схему взаимодействия сталей с фиксированными абразивными частицами. Поэтому выбор базовой методики для исследования износостойкости сталей производился на основе анализа существующих методов испытаний о закрепленные абразивные частицы.

В качестве базовой в данной работе принята методика испытаний, с применением установки типа УАМ (универсальная абразивная машина). На этой установке представляется возможным проводить испытания на изнашивание при трении и ударе о шлифовальную шкурку при температурах до минус 70 °С.

В качестве критерия оценки износостойкости материалов использовалась относительная износостойкость, что позволяет сравнивать по износостойкости материалы, имеющие различную плотность. Изменение физико-механических свойств при понижении температуры учитывалось введением эталонного материала (сплав АМг-2), который не изменяет своих свойств до минус 70 °С. Он позволяет учитывать не только неоднородность шлифовальной шкурки, но и изменение ее изнашивающей способности при низких температурах. При испытаниях материалов, применительно к деталям машин, подвергающихся изнашиванию при нормальных температурах, в качестве эталона следует применять материал из которого изготовлена деталь, требующая повышения износостойкости.

Из исследованных сталей изготавливались образцы размером 10×10×55 мм без надреза по ГОСТ 9454-91. Исследованиям износостойкости сталей предшествовали их испытания на ударную вязкость, а затем одна половинка образца испытывалась на износостойкость при трении, а вторая – при ударе о закреп-

ленную абразивную поверхность. Один и тот же образец изнашивался в диапазоне температур от плюс 20 до минус 60 °С. Испытания проводились в специальной термокамере типа ТКСи- 01/70, в которой размещались установка типа УАМ, и испытываемые образцы. Перед испытаниями образцы выдерживались при заданной температуре не менее 10–15 мин., для полного их охлаждения по всему объему. С целью обеспечения абсолютной идентичности условий изнашивания образца и эталона, их испытания проводились одновременно. Для этого на испытательной установке предусматривалось две державки: в одной закреплялся образец из испытываемого материала, а в другой – эталон (АМг-2).

Путь трения, для испытаний исследуемых сталей, принят 10 м и выбирался из условия получения величины износа, достаточной для его оценки с минимально возможной погрешностью. Из этих же условий выбрано количество ударов в опыте – 1500.

Критерием выбора скорости скольжения и частоты ударов является температура в зоне контакта образца и шлифовальной шкурки. Ее необходимо сохранить равной температуре окружающей среды, для того, чтобы в процессе исследования представлялось возможным оценить влияние понижения температуры на износостойкость материалов. Исходя из изложенного скорость скольжения принята 0,15 м/с, которая принята на основе измерения температуры на поверхности образца в момент трения. Для эксперимента были взяты образцы из сплава АМг-2 (эталон), в которые встраивались термодатчики (хромель-копель) на расстоянии 0,5 мм от поверхности трения.

В условиях удара об абразивную поверхность возрастание температуры в зоне контакта ограничивается малым временем взаимодействия образца и абразива. Поэтому на основании конструктивных особенностей установки частота ударов при испытаниях сталей принята 96–112 уд/мин.

Выбор нагрузки производился по результатам испытаний группы сталей на шлифовальных шкурках зернистостью 12М при температурах плюс 20 и минус 60 °С, что позволило оценить ее влияние на характер зависимости «износ – нагрузка». Величина износа определялась по потере массы взвешиванием, с последующим пересчетом в объемные единицы. По результатам испытаний выбрана нагрузка 3,6 кГ/см², обеспечивающая сопоставимость результатов испытаний в зоне одинакового влияния нагрузки на износ для всех материалов при понижении температуры до минус 60 °С и получения минимально необходимого износа на пути трения 10 м.

Полученные экспериментальные данные с учетом требований, предъявляемых к методике исследования износостойкости материалов при низких температурах, позволили установить режимы и условия испытаний инструментальных сталей при двух схемах изнашивания. По разработанной методике можно проводить исследования износостойкости различных материалов (конструкционных сталей, наплавов, твердых сплавов и др.) и сопоставлять полученные результаты между собой.

Библиографические ссылки

1. Виноградов В. Н., Сорокин Г. М. Износостойкость сталей и сплавов : учеб. пособие. М. : Нефть и газ. 1994. 415 с.
2. Чулкин С. Г. Анализ современных представлений и подходов при оценке износостойкости и долговеч-

ности материалов в различных условиях внешнего трения // Трение, износ, смазка. 1999. Т. 1. № 2. С. 47–51.

© Карабарин Д. А., 2012

УДК 621.9.048.4

С. Н. Карпенюк, Е. О. Пономарёва
Научный руководитель – Н. А. Амелеченко
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

**ОТРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ГЛУБОКИХ ОТВЕРСТИЙ
МАЛЫХ ДИАМЕТРОВ В ДЕТАЛЯХ ИЗ ТИТАНОВЫХ И ЖАРОПРОЧНЫХ СПЛАВОВ**

Рассмотрена возможность формообразования глубоких отверстий малых диаметров в деталях из жаропрочных и титановых сплавов на станке типа «супердрель» с применением трубчатых медных электрод-инструментов.

В современном машиностроении, нефтяной и газовой промышленности, ракетостроении, при создании военной техники и в других областях применяются детали с отверстиями, глубина которых превышает более пяти диаметров. Такие отверстия считаются глубокими [1].

Формообразование глубоких отверстий является достаточно трудоемким процессом и связано с применением специального технологического оборудования и режущего инструмента. В качестве обрабатываемых материалов могут быть использованы стали с разным содержанием легирующих элементов, а также упрочненные материалы с твердостью 42–46HRC, чугуны, жаропрочные и титановые сплавы, чистый алюминий и другие материалы.

Кроме того, в машиностроении серьезные проблемы возникают при формообразовании отверстий малых диаметров (0,2÷2,0 мм). Сверла из быстрорежущих сталей марки Р6М5 в процессе обработки имеют значительный износ режущей кромки. При обработке жаропрочных сталей и титановых сплавов их применение практически нецелесообразно.

В последнее время при обработке отверстий малого диаметра широко используются микросверла, изготовленные из твердых наноструктурных материалов состава карбид вольфрама (WC) и кобальт (Co) [2]. Преимуществом наноструктурных материалов является возможность формирования трехмерных контактов между частицами размером 30–40 нм из разных фаз (WC и Co) при очень высокой прочности. Однако массовое производство таких материалов только начинает развиваться и связано с большими затратами финансовых средств и сложностью технологий их получения.

На производстве при изготовлении газотурбинных двигателей (ГТД) широкое применение находят электрофизические методы обработки, в частности электроэрозионная (ЭЭО) и электроимпульсная. Это обусловлено несколькими причинами:

– обработка отверстий малых диаметров, часто расположенных под углом к оси детали, с применением

ем мерного инструмента является не технологичной и практически невозможна;

– по своим физико-механическим свойствам современные конструкционные жаропрочные материалы приближаются к свойствам инструментальных материалов, при этом стойкость режущего инструмента, применяемого для обработки подобных деталей, достаточно низкая;

– возможность получения элементов поверхностей деталей, для которых традиционные методы обработки неприменимы.

Наиболее характерным примером разработанной технологии при обработке деталей ГТД из жаропрочных и титановых сплавов является применение струйной электроэрозионной обработки. Суть струйной ЭЭО заключается в обработке глубоких отверстий трубчатым электрод-инструментом (ЭИ), через который под высоким давлением прокачивается охлаждающий компонент. В качестве рабочего компонента используются диэлектрические жидкости на водной основе или на основе углеводородного сырья. Это позволяет получать наряду с высокой производительностью хорошее качество обработанной поверхности.

Для подтверждения теоретических аспектов эффективности применения процесса проведены исследования по отработке режимов ЭЭО на образцах из титановых и жаропрочных сплавов на специальном электроэрозионном станке с ЧПУ типа «супердрель».

На первом этапе методом подбора электрических параметров, влияющих на электроэрозионный процесс, в соответствии с рекомендациями [3], проведена оптимизация режимов ЭЭО с целью установления зависимости между производительностью обработки и износом полого вращающегося электрод-инструмента. Параллельно с этим для сравнительной оценки проводили обработку отверстий такого же диаметра с применением традиционного метода на электроэрозионном станке. В качестве инструмента использовали стержневой электрод из вольфрама. Состояние поверхности электродов оценивали визу-

ально, а величину износа контролировали микрометром (0,01 мм) по истечении определенного времени обработки отверстий в деталях из жаропрочных и титановых сплавов.

Кроме того, проводились металлографические исследования обработанной поверхности для определения граничных условий относительно качества микроструктуры. С целью исключения образования микротрещин в процессе обработки предельные значения упрочнённого слоя ограничивались в пределах не более 40 мкм [4].

По результатам серии экспериментов на обработанных образцах с помощью цифрового портативного прибора TIME Group Inc. модели TR-200 проводили замеры шероховатости с целью оценки влияния движения подачи инструмента на качество обработанной поверхности, по результатам которых установлена зависимость параметров шероховатости от скорости подачи ЭИ при обработке.

На основании проведенных исследований удалось установить, что при обработке отверстий малого диаметра (0,9 мм) более производительным процессом является применение вращающегося трубчатого электрод-инструмента с подачей охлаждающего компонента. Так при обработке отверстий диаметром 0,9 мм и глубиной 14 мм общая длительность процесса составила 0,64 мин. Время обработки на прошивочном станке с вольфрамовым ЭИ составило 25 мин.

Выявлено, что производительность процесса в значительной степени зависит от движения подачи инструмента, которая снижается по мере заглубления ЭИ в отверстие. Кроме того, в процессе взаимного массопереноса электродных материалов на рабочие поверхности электрод-инструмента неравномерно осаждаются частицы материала заготовки, вызывая

развитие вторичных структур с различной эрозионной стойкостью, которые способствуют неравномерному эрозионному разрушению электрода при электроэрозионной прошивке.

Выводы:

Таким образом, на основании проведенных исследований определены оптимальные режимы обработки отверстий малых диаметров с применением ЭЭО и вращающегося полого ЭИ. Установлено влияние производительности процесса на стойкость инструмента и параметры шероховатости обработанной поверхности.

Скорость эрозионного разрушения электрода-инструмента определяется структурной технологической наследственностью, следовательно, технология изготовления медного электрода, обеспечивающая минимальную плотность дефектов кристаллического строения, позволяет создавать инструменты с более высокой эрозионной стойкостью.

Библиографические ссылки

1. Кирсанов С. В., Гречишников В. А., Григорьев С. Н. и др. *Обработка глубоких отверстий в машиностроении: справочник* / под общ. ред. С. В. Кирсанова. М. : Машиностроение, 2010.
2. Головин Ю. И. *Введение в нанотехнику*. М. : Машиностроение, 2007.
3. Max See industry co., LTD Drill EDM/CNC Drill EDM. *Бурильная машина EDM с ЧПУ. Руководство по эксплуатации*. URL: <http://www.maxsee.com>.
4. *Справочник по электрохимическим и электрофизическим методам обработки* / под ред. В. А. Владова. М. : Машиностроение, 1988.

© Карпенюк С. Н., Пономарёва Е. О., 2012

УДК 629.7

В. В. Краев

Научный руководитель – Г. Г. Крушенко

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

УМЕНЬШЕНИЕ ПРИПУСКОВ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ОБРАБОТКУ ДЕТАЛЕЙ ДВИГАТЕЛЯ

Представлена программа расчета припусков на механическую обработку металлических изделий с учетом технологической наследственности.

При изготовлении металлических деталей обработкой резанием достаточно часто завышаются припуски на механическую обработку заготовок, в результате чего увеличивается не только расход материала, но и трудоемкость изготовления деталей, износ инструмента и т. п.

Назначение припусков на механическую обработку зависит от вида сплава (химического состава), из которого получена заготовка, а также способа ее получения (литье,ковка, прокатка и др.) термической обработки, структуры, что и определяет виды операций по обработке.

Факторы, влияющие на формирование операции, можно разделить на три группы. К первой группе относятся факторы, от которых зависит обеспечение

качества детали (деление технологического процесса на предварительную и окончательную обработку, смену технологических баз, выполнение обработки нескольких поверхностей с одной установки заготовки, выделение в самостоятельную операцию переходов, связанных с достижением особо высокой точности и т. п.). Вторую группу составляют факторы, определяющие физическую возможность объединения переходов в операцию (невозможность объединения в операцию процессов обработки, отличающихся своей физической сущностью, отсутствие свободного доступа к различным поверхностям при обработке заготовки). К третьей группе относятся организационно-экономические факторы (тип производства, вид и форма его организации).

Размерный анализ технологического процесса является завершающим этапом разработки технологического процесса механической обработки детали. Он позволяет установить соответствие параметров точности детали, изготовленной с помощью разработанного технологического процесса, с требованиями чертежа и определить достаточность припусков, назначенных на обработку детали.

В справочнике [1] изложен расчетно-аналитический метод определения припусков, который позволяет теоретически рассчитать оптимальные припуски на каждый отдельный переход механической обработки, что, в конечном счете, приводит к экономии материала, сокращению длительности механической обработки, экономии режущего инструмента и продлению срока эксплуатации станочного оборудования.

Метод основан на анализе текущего и предыдущего переходов, а также технологических параметров заготовки [2]. В связи с этим возникает необходимость в обработке достаточно большого объема исходных данных, таких как материал, параметры и способы обработки заготовки. Также следует учесть, что требуемые параметры и качество обработанной поверхности детали можно обеспечить различными методами, для каждого из которых следует проводить отдельный расчет.

Современные расчетные модели позволяют унифицировать такую работу. При этом, разработав алгоритм для ЭВМ для расчета припусков на деталь какого-либо класса, можно получить программу, позволяющую рассчитывать оптимальные припуски для всех деталей этого класса. Математическая модель в таком случае базируется на итерационном подходе. Наиболее удобным для расчетов такого рода является среда Delphi, основанная на языке Object Pascal [3]. При этом данные, на основе которых строится расчет лучше всего хранить в структурированной базе данных, по причине их большого разнообразия. Одним из лучших систем для хранения такой базы данных является система BDE Administrator, позволяющая выделять независимые друг от друга данные в отдельные файлы и использовать только те, которые необходимы в данный момент.

В результате изучения и дополнения [4–6] расчетно-аналитического метода определения припусков, в настоящей работе представлено описание разработанной программы по расчету припусков на механическую обработку. Программа учитывает погрешность закрепления детали в приспособлении, точность выполнения операции и применяемого для нее инструмента, погрешности базирования, погрешности при получении заготовки.

При разработке программы выделены такие этапы, как создание математической модели, структурной и блок-схемы, тестирование и отладка программы на реальных деталях.

Характерная особенность разработанной математической модели [7; 8] заключается в итерационном подходе к расчету припусков на каждый последующий переход. Основопологающим моментом при этом является тот факт, что вначале следует обработать первоначальные данные, которые ввел пользователь.

При этом определяется первый шаг итерации, поскольку входящие расчетные данные существенно видоизменяются как по качественному, так и по количественному признаку.

Для качественной разработки программы проработана блок-схема алгоритма для дальнего кодирования программы, что также дает возможность более простого совершенствования программы.

Рассмотрим работу программы на конкретном примере. В качестве исходных данных возьмем прокат средних параметров:

$$\text{Круг} \frac{52 \text{ ГОСТ } 2590 - 88}{08X18H10T \text{ ГОСТ } 5949 - 75}.$$

Это сортовой прокат с обычной точностью, длиной проката 100 мм и диаметром 52 мм (по параметрам программы не более 80 мм). Требуемый размер детали Ø50 мм, с точностью обработки: 5 квалитет, Ra = 3,2. Длину обработки – 30 мм, материал – сталь 08X18H10T. Способ установки выберем – крепление в трехкулачковом самоцентрирующемся патроне без выверки, поскольку это крепление присутствует на большинстве распространенных станков. После ввода всех данных, получаем таблицу, в которой расписаны все операции расположенные в порядке выполнения, для получения указанной поверхности необходимой точности со всеми припусками на механическую обработку. Для дальнейшего использования исходных, промежуточных и полученных данных, а также формул, по которым производились вычисления, можно сохранить их в текстовый файл.

Библиографические ссылки

1. Косилова А. Г., Мещеряков Р. К., Калинин М. А. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении : справочник. М. : Машиностроение. 1978. 288 с.
2. Дальский А. М., Базров Б. М., Васильев А. С. и др. Технологическая наследственность в машиностроительном производстве. М. : Изд-во. МАИ, 2000. 288 с.
3. Перишиков В. И., Савинков В. М. Толковый словарь по информатике. М. : Финансы и статистика, 1991. 543 с.
4. Суслов А. Г., Дальский А. М. Научные основы технологии машиностроения. М. : Машиностроение, 2002. 684 с.
5. Жукаускас А. Ч., Хасанов Р. С. Основные направления модернизации парка металлорежущих станков // Военная техника, вооружение и современные технологии при создании продукции военного и гражданского назначения : IV Междунар. технологический конгресс. Омск : Изд-во ОмГТУ, 2007. Ч. 2. С. 63–68.
6. Панов А. А., Аникин В. В., Бойм Н. Г. и др. Обработка металлов резанием : справочник технолога. М. : Машиностроение, 2004. 784 с.
7. Краев В. В., Крушенко Г. Г. Программа расчета припусков на механическую обработку с учетом технологической наследственности // XXII Междунар. инновационно-ориентированная конф. молодых уче-

ных и студентов (МИКМУС-2010) «Будущее машиностроения России» : сб. материалов конф. с элементами научной школы для молодежи (Москва, 26–29 окт. 2010 г.). М. : Изд-во ИМАШ РАН, 2010. С. 87.

8. Краев В. В., Крушенко Г. Г. Подходы к оптимизации режимов резания при токарной обработке //

Моделирование неравновесных систем : материалы XI Всерос. семинара. Красноярск : ИВМ СО РАН, 2008. С. 123–126.

© Краев В. В., 2012

УДК 62-69

А. Ю. Кузин, В. А. Будьков, С. Ю. Сыроежко, Н. Л. Ручкина
Научный руководитель – Л. В. Ручкин
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СПОСОБЫ ПОДДЕРЖАНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ РАБОЧЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ СИСТЕМ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ В БАРОКАМЕРАХ

Проведено описание и оценка одного из способов поддержания оптимальной рабочей температуры системы видеонаблюдения в среде низких температур при проведении дистанционного контроля обрабатываемых деталей.

В настоящее время все больше приобретает значение космических аппаратов, но перед тем как отправить их в космическое пространство необходимо провести большой комплекс испытаний. Для имитации нахождения аппарата в космическом пространстве необходимы испытания в барокамерах. В ходе проведения испытаний необходимо наблюдать за процессами, происходящими внутри барокамеры, для этого внутрь устанавливаются системы видеонаблюдения.

В среде отрицательных температур и низкого давления видео аппаратура и привода очень быстро выйдет из строя, чтобы этого не произошло необходимо поддерживать рабочую температуру. Для этого применяются специальные нагревательные элементы. Нагрев происходит вследствие протекания электрического внутри нагревателя и выделяемой им тепловой энергии. В качестве нагревательного элемента используется проволока с диаметром сечения 0,2 мм Х20Н80.

Главная задача обогревателя – защита камеры видеонаблюдения от неблагоприятных воздействий внешней среды и, прежде всего, обеспечение ее работоспособности в условиях низких температур.

Диапазон рабочих температур – основной параметр, имеющий первостепенное значение.

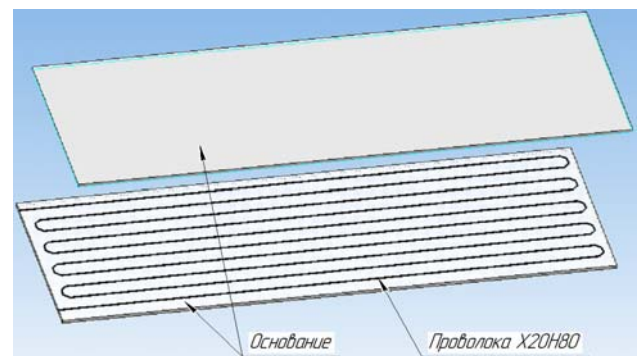


Рис. 1. Схема нагревательного элемента

Для управления нагревателем были использованы терморегуляторы ТАIE FY400, которые подают ток периодически в зависимости от температуры нагревателя, при достижении необходимой температуры терморегулятор прекращает подачу тока, при падении температуры подача тока возобновляется.

Управление терморегуляторами велось автоматически через компьютер, где задавались необходимые рабочие параметры. В качестве программного обеспечения для управления обогревом использовано программное обеспечение LabVIEW (рис. 2).

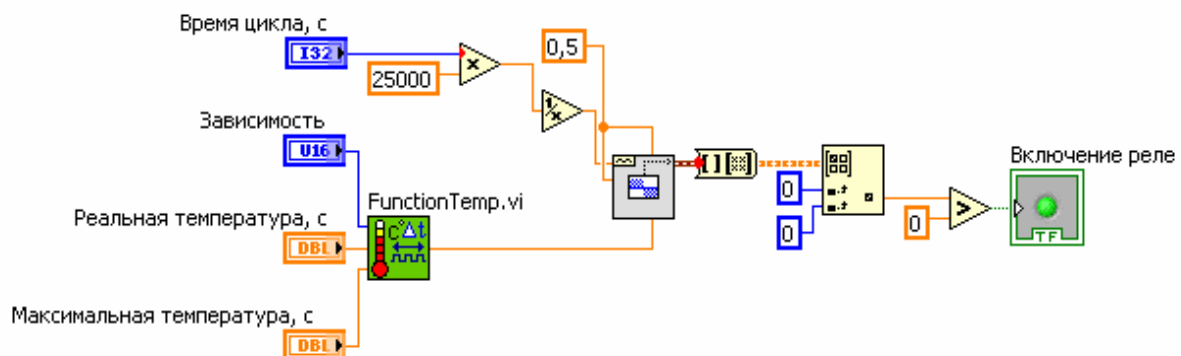


Рис. 2. Фрагмент блок-диаграммы управляющей программы

В блок-диаграмме перед началом регулирования задается время цикла нагрева, зависимость регулирования (линейная, квадратичная, постоянный нагрев) и заданная температура работы оборудования. С датчика через программу пересчета температуры поступает реальная измеренная температура, затем в зависимости от того, какая выбрана зависимость управления, устанавливается скважность включения реле обогрева.

Библиографические ссылки

1. Пупков К. А., Егупов Н. Д., Баркин А. И. и др. Методы классической и современной теории авто-

матического управления. В 5 т. Т. 1. Математические модели, динамические характеристики и анализ систем автоматического управления. М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. 656 с. : ил.

2. Кехтарнаваз Н., Ким Н. Цифровая обработка сигналов на системном уровне с использованием LabVIEW : пер. с англ. М. : Изд. дом «Додэка-XXI», 2007. 304 с. : ил.

© Кузин А. Ю., Бudyков В. А., Сыроежко С. Ю., Ручкина Н. Л., 2012

УДК 621.923.9

И. В. Кукушкин, В. В. Зверинцев, О. В. Саклакова, Л. П. Сысоева
Научный руководитель – Л. В. Зверинцева
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ КОДИРОВАНИЕ В СРЕДСТВАХ И СИСТЕМАХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Проанализирована работа по конструкторско-технологическому кодированию некоторых деталей машиностроения и рассмотрена возможность проектирования по коду технологических процессов в средствах и системах АСКОН-АВТОПРОЕКТ, АСКОН-ВЕРТИКАЛЬ.

В отечественном машиностроительном производстве кодирование деталей положено в основу поиска типовых технологий в АСКОН-АВТОПРОЕКТ, АСКОН-ВЕРТИКАЛЬ; T-FLex, ТехноПро и др.

Код классификационной характеристики присваивают изделию или документу по Классификатору ЕСКД [1] в виде шестизначного числа, отражающего класс, подкласс, группу, вид. Классификатор ЕСКД включает 100 классов, из которых 51 класс составляет резерв, в котором могут быть размещены новые виды изделий.

Технологический код разрабатывают на основе технологического классификатора [2], который содержит четырнадцать знаков и состоит из двух частей: постоянная часть из шести знаков – кодовое обозначение классификационных группировок основных признаков; переменная часть из восьми знаков – кодовое обозначение классификационных группировок признаков, характеризующих вид детали по технологическому методу ее изготовления.

При выявлении классификационных признаков от проектировщика требуется выполнить трудоемкую, требующую высокой квалификации работу по преобразованию исходной информации (чертеж детали и заготовки) на основе формальных правил в код.

Например, колесо центробежного компрессора (рис. 1). Конструкторский код определяется так [3]: колесо центробежного компрессора входит в класс 720000 (тело вращения, аэрогидродинамическая деталь); подкласс 723000 – секторы, аэрогидродинамические детали; группа 723500 – аэрогидродинамические детали; колеса рабочие турбин, насосов, компрессоров, вентиляторов, винты насосов гребные и др.; подгруппа 723520 – радиальные (центробежные), с лопатками полуоткрытыми; вид 723521 – непlosкие

цилиндрические с разгрузкой. Конструкторский код 723521.

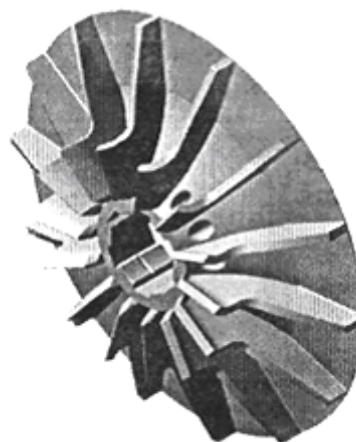


Рис. 1. Колесо центробежного компрессора

Технологический код на эту же деталь определяется по таблицам так: колесо центробежного компрессора имеет размеры: наружный диаметр $d_{\max} = 160$ мм (код Г); длину 35,74 мм (код 9), центральное отверстие $D_{\text{тах}} = 30$ мм (код 6). Группа материала: алюминиевый сплав АК 6 (код 46). Деталь изготавливается резанием (код 4). Код основных технологических признаков центробежной крыльчатки Г96464. Технологический код определяем по признакам обработки резанием. Заготовка изготовлена горячей объемной штамповкой с калировкой (код 25). Наружный диаметр 160h9 мм имеет квалитет 9 (код 3), внутренний диаметр 304H7мм (код 4). Параметр шероховатости Ra 1,25 мкм (код 4). Нормируемый вид отклонений

формы и расположения поверхностей – радиальное и торцовое биение, отклонения от круглости и цилиндричности (код Д, примем за основной). Допуску радиального биения 0,050 мм при диаметре 355 мм соответствует степень точности VI (код 4). Вид дополнительной обработки: термообработка, покрытие – анодное химическое оксидирование (код 9). Масса 0,32 кг (код 8). Технологический код крыльчатки по признакам обработки резанием 1734Д48Е. Полный технологический код крыльчатки по основным технологическим признакам и по признакам обработки резанием Г96464.2534Д498.

Время кодирования сложной детали сопоставимо со временем, затрачиваемым на «ручную» разработку технологического процесса, или поиск и доработку прототипа. Поэтому, актуальная задача – сокращение длительности проектирования маршрута механической обработки на основе формализации этапа подготовки и кодирования исходной конструкторско-технологической информации.

Электронный Классификатор ЕСКД представляет собой экспертную систему для быстрого и однозначного присвоения кода проектируемой детали и содержит базу данных векторных изображений — около 8000 эскизов машиностроительных деталей (классы с 71 по 75). Для назначения кода конструктору необходимо ответить на пять вопросов о геометрии детали и просмотреть предложенные эскизы. Предусмотрен также режим нечеткого поиска эскиза по части геометрических признаков. Назначенный код используется для обоснованного заимствования типовых конструкторско-технологических проектных решений. Классификатор ЕСКД интегрирован с системой КОМПАС-График. Кроме того, он может эксплуатироваться, как самостоятельное приложение или быть связан с любой САПР.

КОМПАС-АВТОПРОЕКТ обеспечивает проектирование техпроцесса по аналогу, имеет настраиваемый механизм конструкторско-технологического кодирования деталей для эффективного подбора аналога. Каждый элемент конструкторско-технологического кода детали имеет справочную кодировочную таблицу (рис. 2). Для получения конструкторского кода детали необходимо последовательно выбрать класс, подкласс, группу, подгруппу и вид детали, код размеров, марки материала, заготовки, степени точности, дополнительной информации. Система обеспечивает настройку на систему кодирования деталей, применяемую на предприятиях с подключением справочных таблиц, разработанных пользователем.

«Вертикаль» [4] является одной из ведущих и прогрессирующих систем на Российском рынке программного обеспечения, позволяющая проектировать различные техпроцессы на основе техпроцесса-аналога. Но прямой связи конструкторско-технологического кодирования с программным обеспечением «Вертикаль» мы не обнаружили. Конструкторско-технологический код создать в этой программе можно, если позиционировать курсор в дереве ТП на «Наименование детали», а на панели справочников выбрать «Код ЕСКД». Возможность автоматического формирования дерева КТЭ и получения планов обработки отсутствует. Теоретически реализовать возможность получения технологического процесса на основании конструкторско-технологического кода детали можно с помощью программирования.

В отечественном машиностроении системы автоматизированного проектирования пока не нашли широкого применения, отсутствуют отраслевые и национальные банки сертифицированных типовых технологий. Вместе с этим международный опыт и тенденции развития машиностроения показывают высокую эффективность их применения.

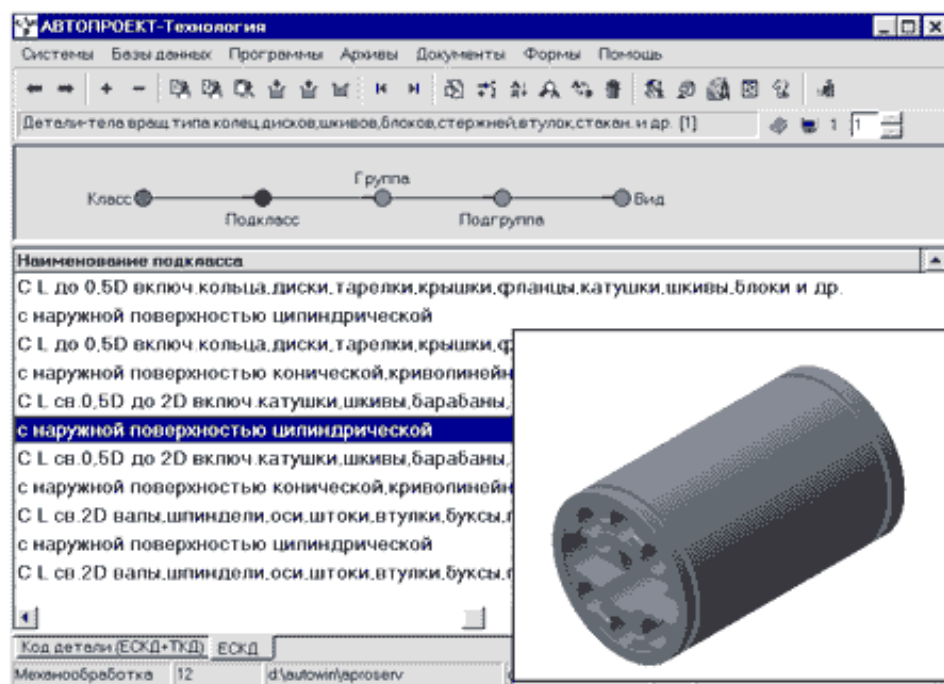


Рис. 2. Кодирование в Автопроекте

Библиографические ссылки

1. Классификатор ЕСКД. Класс 72. М. : Изд-во стандартов, 1986. 71 с.
2. Технологический классификатор деталей машиностроения и приборостроения. М. : Изд-во стандартов, 1988. 267 с.
3. Зверинцева Л. В. Конструкторско-технологическое кодирование деталей машиностроения : метод.

указания к практич. занятиям ; СибГАУ. Красноярск, 2011. 60 с.

4. ВЕРТИКАЛЬ – САПР ТП «Вертикаль». URL: <http://www.tadviser.ru/index.php/Продукт>,

© Кукушкин И. В., Зверинцев В. В.,
Саклакова О. В., Сысоева Л. П., 2012

УДК 621.6.09:534.01

А. С. Лукьянов, Д. В. Латюк, Т. А. Шишконокова, А. А. Гудова, М. Н. Амелеченко
Научный руководитель – Ю. А. Филиппов
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ВЕСОВАЯ АСИММЕТРИЯ В ПРОЦЕССАХ СТАРЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Изложены результаты выполненных исследований в области механики технологических процессов производства космических аппаратов, относящихся к физико-химическим явлениям старения материалов деталей изделий космических аппаратов.

Процессы старения в материалах представляют сложный физико-химический процесс, связанный с изменением напряжения в деталях, возникающих вследствие особенностей технологического процесса их формообразования. Старение материалов обусловлено в основном рекристаллизацией материалов, диффузией, хемосорбцией, химическими реакциями, коррозионными процессами и увлажнением, вызывающих изменение начальных свойств материалов, из которых изготовлены элементы. Необратимые процессы старения проявляются в поверхностном слое и объеме детали. При этом происходят множество явлений, проявляющихся в изменении ползучести материала детали, проявления хрупкого разрушения, изменения структуры материала, переформировании механических свойств и химического состава, коррозии, эрозии, изменении шероховатости, плотности и твердости.

Внутренние процессы, происходящие в материале детали после их изготовления, влияют на деформационные явления, приводящие к осевой асимметрии. Проявление процессов старения в контактных парах как в охватываемых, так и в охватывающих поверхностях приводят ещё и к изменению соосности вращающихся деталей машин. При этом проявляются эффекты неравномерного изнашивания контактирующих пар. Механизм изнашивания проявляется в истирании поверхностей, усилении усталостных явлений при нарушении равновесных структур на основе сплава железа и углерода, таких как: феррит, цементит, аустенит, перлит. В зависимости от назначения материала снижение его свойств допустимо до некоторых предельных значений $X_{пр}$, это и определяет продолжительность использования материала

Скорость протекания процесса старения w описывается типовой функцией:

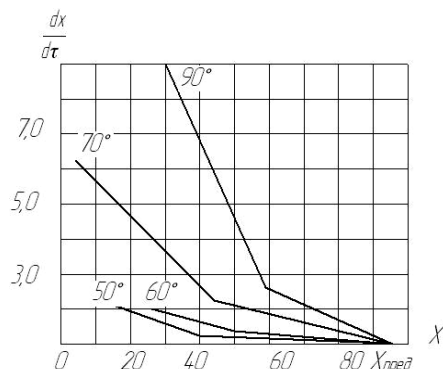
$$w = \frac{dX}{dt},$$

где X – степень зарождения параметра, отражающего отклонения от норм и повреждения.

Методом графического дифференцирования можно рассмотреть кривые на рисунке. Данные графического дифференцирования представлены в таблице.

По РТМ МТ20 старение классифицируется по видам: естественное, статическое нагружение, вибрационное старение, термоудар, отжиг + естественное старение, отжиг + вибростарение, двойное старение, ускоренное старение методом отжига.

Наиболее сложен механизм вибрационного старения вследствие его прохождения на атомарном и молекулярном уровне. Остаточные напряжения возникают после формообразования контура деталей, изготавливаемых методом литья и сварки, вследствие неравномерности охлаждения, усадки, вариации коэффициента температурного расширения, конструкторских и технологических факторов, связанных с технологическими стержнями и литейной формой. Процесс упругих деформаций сопровождается смещением атомов из положения равновесия в кристаллической решетке. Напряженное состояние обуславливается неоднородностью пластических, линейных и объёмных деформаций. При этом напряжения I рода, вызываемые неоднородностью температурных и силовых полей уравниваются в пределах контура тела.



Графическое дифференцирование

Матрица моделирования

$\frac{dX}{d\tau}$	X	$\frac{dX}{d\tau}$	X	$\frac{dX}{d\tau}$	X	$\frac{dX}{d\tau}$	X
При температурах испытаний							
20°		60°		70°		80°	
0,75	23	0,73	35	5,50	5	8,00	32
0,60	29	0,60	41	4,50	15	6,00	40
0,50	34	0,50	47	3,50	24	4,00	46
0,33	38	0,33	57	2,40	30	2,70	56
0,25	42	0,30	63	2,00	36	2,00	62
0,20	46	0,25	68	1,50	40	1,40	66
0,20	50	0,20	72	1,50	43	1,40	70
0,13	54	0,12	—	1,00	46	1,00	75
0,09	57	—	—	1,00	51	1,00	79
—	59	—	—	0,80	54	0,70	82
—	—	—	—	0,60	61	0,50	85
—	—	—	—	0,30	67	0,50	87

Напряжения II рода уравниваются в объемах зерен, а напряжения III рода, соответственно, в объемах кристаллической решетки. В общем случае, старение характеризуется химическими и физическими процессами, связанными с изменением растворимости углерода в β -железе, изменением внутренней энергии при переходе растворимых атомов в зоны дислокации. Следует отметить по существующим данным периодической печати известно, что на повышенных

высотах эксплуатации КА старение материала происходит в 1,5–2 раза быстрее. Такое явление в процессах старения деталей и конструкций космических аппаратов вызывает направленный интерес к изучению возникновения весовой асимметрии летательных аппаратов.

© Лукьянов А. С., Латюк Д. В., Шишконокова Т. А.,
Гудова А. А., Амельченко М. Н., 2012

УДК 681.62-519

И. А. Паулин, В. В. Галактионов, В. А. Будьков
Научный руководитель – Л. В. Ручкин
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ЛАБОРАТОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ТЕРМОВАКУУМНЫХ ИСПЫТАНИЯХ

Рассмотрены острые проблемы при измерении и регулировании температуры на дальних расстояниях при термовакuumных испытаниях изделий КА и рассмотрены пути решения.

При построении мехатронных установок, предназначенных для видеоконтроля при термовакuumных испытаниях изделий космических аппаратов, остро возникает необходимость в измерении и регулировании температуры видеоаппаратуры.

В настоящее время широко применяются платиновые датчики типа Pt100, а также различные виды термодпар с широким диапазоном измеряемой температуры, у которых измеряемые параметры это напряжение и ток, значения, которых составляют сотые доли вольт и тысячные доли ампер (рис. 1).

Но при измерении температуры при термовакuumных испытаниях расстояния между датчиком температуры и регуляторами температуры может достигать несколько десятков метров, что приводит к значительному наведению в проводах электрических помех.

В данном случае более целесообразно использовать цифровые датчики с однопроводным интерфейсом фирмы Dallas Semiconductor. Особенностью датчиков является прямое преобразование сигнала в

цифровую форму не требующее дополнительных аналого-цифровых преобразователей.

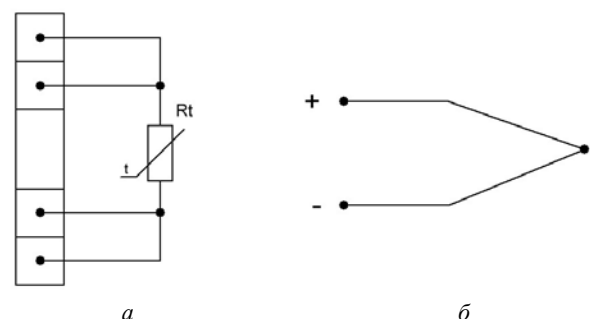


Рис. 1. Схема подключения аналоговых датчиков:
а – подключение термосопротивления; б – подключение термопары

Датчики работают в температурном диапазоне от $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$ и имеют точность от $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (при

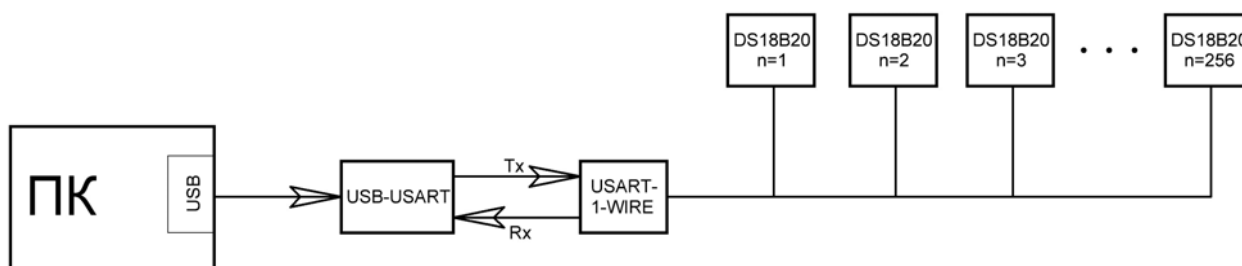


Рис. 2. Схема подключения цифровых датчиков к ПК

9-битном разрешении датчиков) до $\pm 0,0625\text{ }^{\circ}\text{C}$ (при 12-битном разрешении датчиков), что вполне достаточно для регулирования температуры видеокамер [1].

Основой архитектуры 1-Wire-сетей является топология общей шины, когда каждый из абонентов подключён непосредственно к единой магистрали, без каких-либо каскадных соединений или ветвлений. При этом в качестве базовой используется структура сети с одним ведущим или мастером и многочисленными ведомыми абонентами.

В качестве мастера в сети датчиков используется персональный компьютер. Датчики подключаются к интерфейсу USB по протоколу RS-232. Для правильной работы протокола RS-232 возможно использование микросхем фирмы FTDI (Future Technology Devices International), которые осуществляют поддержку устройств и соответствующих программных драйверов для преобразования последовательной передачи данных по RS-232 или уровней TTL в сигналы шины USB (рис. 2).

Большим достоинством шины 1-Wire является возможность ее эмуляции, передавая через USART байты с разным коэффициентом заполнения. Для этого требуется связать два протокола устройством (рис. 3) [2].

Таким образом, можно осуществлять измерения температуры в 256 точках для регулирования нормальных условий функционирования системы технического зрения используя 3 провода для подключения всех датчиков одновременно. При использовании расстояния до 20 метров и уменьшения точности измерения до $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ возможно использования всего 2 проводов, в этом случае питание датчиков и сигнал передаются по одному проводу.

Опрос показаний датчиков, а также принятие решений о регулировании температурного режима производится с помощью программного пакета LabVIEW.

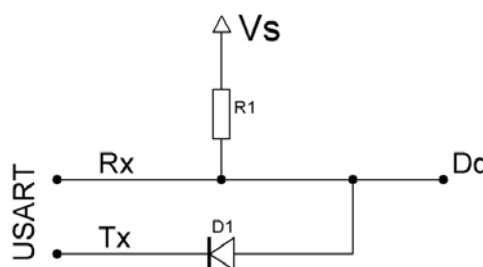


Рис. 3. Фрагмент схемы соединения протокола USART с 1-Wire

Данное проведенное исследование позволит сократить расходы на установку дополнительного оборудования для снятия показаний аналоговых датчиков, а также значительно упрощает проектирование испытательного оборудования, предназначенного для термовакуумных испытаний.

Библиографические ссылки

1. URL: <http://www.maxim-ic.com/datasheet/index.mvp/id/2812>.
2. URL: <http://www.maxim-ic.com/products/1-wire/>.

© Паулин И. А., Галактионов В. В.,
Будьков В. А., 2012

УДК 621.923.9

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

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТОЧНОСТИ РАСХОДА КОМПОНЕНТОВ ЧЕРЕЗ КАНАЛЫ ДЕТАЛЕЙ ЛА ПРИ АБРАЗИВНО-ЭКСТРУЗИОННОЙ ОБРАБОКЕ (АЭО)

Исследована возможность обеспечения заданного расхода компонентов через каналы деталей летательных аппаратов абразивно-экструзионной обработкой.

В летательных аппаратах широкое применение нашли детали, имеющие сложные внутренние каналы, сформированные литьем по выплавляемым моделям.

Несмотря на меры по обеспечению жестких требований к точности моделей для литья, большая часть готовых деталей имеет отклонения от заданных в кон-

структурской документации параметров (расход компонентов и качество поверхности). Эти отклонения ведут к неравномерности распределения расхода компонентов по индивидуальным каналам и существенно влияют на общий расход компонентов. Финишная обработка таких поверхностей традиционными методами затруднена.

Нами была исследована возможность применения АЭО для обеспечения заданной точности расхода компонентов через каналы деталей ЛА [1]. Основной целью исследований являлось экспериментальное определение зависимости точности расхода компонентов через каналы деталей, имеющих большое количество лопаток, от технологических режимов АЭО.

Экспериментальные работы проведены на установке УЭШ-350, предназначенной для обработки каналов деталей, габариты которых с приспособлением (диаметр $\times$ длина) – $0,35 \times 0,50$ м [2].

Опыты выполнены в производственных условиях на каналах, образованных соседними лопатками газовых направляющих аппаратов после литья заготовок по выплавляемым моделям. Заготовки подвергнуты предварительной механической обработки по стыковочным поверхностям и имели суммарную площадь каналов $49,5 \times 10^{-2}$ м². При проливе водой необходимо обеспечить общий расход воды через все каналы за время $27,5 \pm 0,41$ с. Для деталей, не обработанных ЭХОМ, время пролива превышало заданное в интервале $0,8 \dots 5,6$ с.

Состав рабочей среды содержал 75% электрокорунда белого F360 и F120 объемом 49×10^{-2} м³. Полимерная основа среды получена при смешении каучука СКТ и фторопласта мелкодисперсного Ф4 (5 %). Давление масла в системе управления УЭШ-350 составляло 12,0 МПа, а время цикла – $48 \dots 50$ с. Количество циклов при ЭХОМ определялось задачей достижения расхода постоянного объема воды при ее проливе через каналы за заданный интервал времени δt .

Анализ конструкции деталей показал, что входные и выходные части лопаток, как правило, наклонены к оси детали и к направлению потока среды при ее экструзии через деталь, что приводит к потерям потока на входе в канал, которые обусловлены реологическими свойствами РС [3].

Для обеспечения равномерности обработки поверхностей лопаток по длине использовались технологические направляющие аппараты (рис. 1), позволяющие реализовать требуемое направление потока абразивной среды [4].

На основании предварительного пролива водой заготовки и последовательного экструзионного хонингования (через каждые 10 циклов обработки) построен график зависимости уменьшения времени пролива через каналы от количества циклов обработки (рис. 2).

Экспериментальные исследования позволили выяснить, что общее время обработки до достижения заданного расхода компонентов зависит от исходного состояния поверхностей каналов детали и варьируется в интервале $10 \dots 40$ мин. При этом геометрические размеры обрабатываемых каналов остались в пределах заданных допусков.

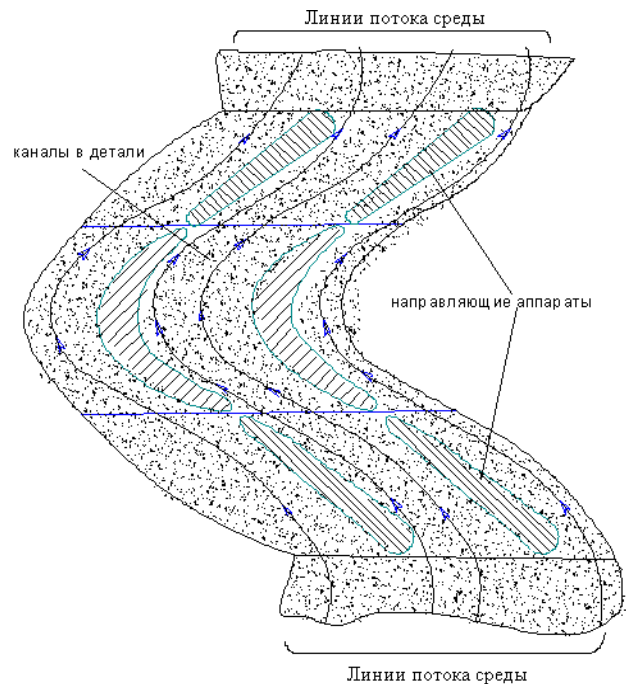


Рис. 1. Схема изменения линии тока рабочей среды при помощи направляющих аппаратов

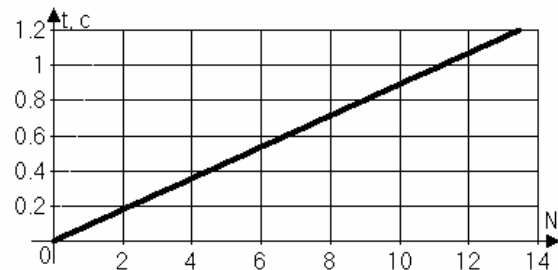


Рис. 2. Зависимость изменения времени пролива δt постоянного объема воды от количества циклов экструзионного хонингования N

Шероховатость поверхностей в каналах после ЭХОМ существенно улучшается (с $R_z = 30 \dots 40$ мкм до $R_a = 3,2 \dots 1,6$ мкм) и соответствует требованиям КД. После ЭХОМ произвольное направление шероховатости, характерное для поверхности после литья, изменяется на шероховатость с направлением, параллельным потоку компонентов в каналах при эксплуатации деталей. Это позволяет увеличить КПД агрегата за счет уменьшения пристеночного сопротивления потока жидкости или газа.

Таким образом, технология экструзионного хонингования позволяет успешно проводить на существующем оборудовании операции финишной отделки сложногопрофильных каналов деталей летательных аппаратов с обеспечением заданного качества.

Библиографические ссылки

1. Сысоев С. К., Сысоев А. С. Экструзионное хонингование деталей летательных аппаратов: теория, исследования, практика : моногр. СибГАУ. Красноярск, 2005. 220 с.
2. Установка для экструзионного шлифования крупногабаритных деталей УЭШ-350 : инф. листок

№ 532-91 / С. К. Сысоев и др. ; ЦНТИ. Красноярск, 1991. 40 с.

3. Левко В. А. Особенности реологии рабочей среды при абразивно-экструзионной обработке // Вестник СибГАУ. 2005. Вып. 7. С. 96–100.

4. А.с.1161359 СССР. МКИ В24С 1/08. Способ об-

работки деталей абразивной массой / С. К. Сысоев, М. А. Лубнин. Заявлено 11.07.83; Опубл. 15.06.85, Бюл. № 22. 3 с. : ил.

© Сысоева Л. П., Жилина К. Е., 2012

УДК 621.923.9

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОТДЕЛКИ КАНАЛОВ ЭКСТРУЗИОННЫМ ВЫГЛАЖИВАНИЕМ

Исследована возможность чистовой обработки деталей ЛА методом экструзионного выглаживания.

Известны способы чистовой абразивной обработки методом перепрессования полутвёрдых пластических материалов, пропитанных абразивными частицами [1; 2]. В некоторых случаях не допускается применение абразивной обработки из-за внедрения абразива в поверхностный слой деталей (особенно из мягких материалов).

Выносливость деталей находится в прямой зависимости от величины шероховатости, формы микронеровностей и направления штрихов, полученных при механической обработке поверхности. Для повышения выносливости детали необходимо максимально уменьшить концентрации напряжений, возникающих возле микронеровностей.

Нами проведены исследования по повышению качества деталей методом безабразивной чистовой обработки деталей ЛА из алюминиевых сплавов.

Деформирующие элементы в виде шариков равномерно перемешивали в полутвёрдом пластическом материале (каучук синтетический марки СКТ, смешанный с фторопластом-4), удерживающем деформирующие элементы во взвешенном состоянии и перепрессовывали смесь через обрабатываемую полость на установке УЭШ-25 под давлением до 12 МПа. Количество циклов смеси изменяли в соответствии с разработанной методикой. За цикл принято перепрессование смеси через канал в прямом и обратном направлении. Исходная шероховатость поверхности R_a 4 мкм.

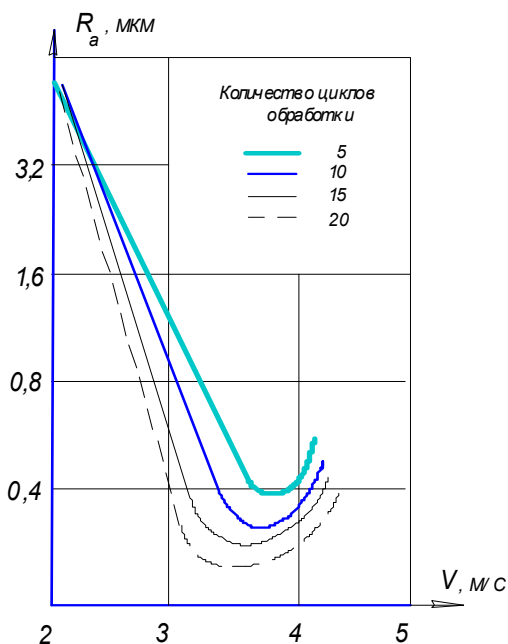
В процессе перепрессования смеси шарики прижимаются средой к поверхности канала и пластически деформируют обрабатываемую поверхность, скругляя острые кромки на входе и выходе канала.

Установлено, что шероховатость обрабатываемой поверхности зависит в основном от количества циклов обработки и от скорости течения смеси по каналу (см. рисунок). При увеличении количества циклов шероховатость поверхности уменьшается, но при возрастании скорости при тех же режимах обработки шероховатость увеличивается.

Увеличение скорости сокращает время действия деформирующих напряжений, следовательно, пластическая деформация из-за недостатка времени протека-

ет в меньшем объёме металла. Вследствие этого при неизменном давлении повышается величина деформирующих напряжений, увеличивая интенсивность размножения дислокаций и ускоряя процесс образования тонкой микроструктуры, что вызывает более сильное упрочнение. Глубина упрочнения в этом случае снижается.

Величина упрочнения поверхностного слоя за счет пластического деформирования поверхностного слоя зависит главным образом от удельных напряжений и размеров контактной площадки между элементом (шариком) и обрабатываемой поверхностью. С повышением давления в смеси деформирующее напряжение в зоне контакта шарик – поверхность возрастают, увеличивая скорость размножения дислокаций, а это приводит к более интенсивному упрочнению.



Зависимость шероховатости поверхности R_a от скорости течения смеси V по каналу.

Условия эксперимента: материал образцов АМГ6; смесь (% по массе): каучук СКТ – 32 %, фторопласт-4 – 4 %, шарики стальные $\varnothing 1$ мм – 64 %

Проведённые исследования обработки деталей пластическим деформированием позволяют обеспечить:

возможность получения различных прочностных свойств деталей и поверхности детали за счёт тонкого регулирования режимов пластического деформирования поверхности;

уменьшение шероховатости поверхности в 5...8 раз по сравнению с исходной, не применяя абразивные материалы;

для получения наилучшего результата рекомендуется выдерживать скорость движения абразивного жгута в диапазоне 3,5...4 м/с.

Библиографические ссылки

1. Сысоев А. С., Сысоев С. К., Лубнин М. А. Абразивно-экструзионная обработка деталей // *Технология машиностроения*. 2002. № 4. С. 26–30.
2. Сысоев С. К., Сысоев А. С. *Экструзионное хонингование деталей летательных аппаратов: теория, исследования, практика : моногр. ; СибГАУ. Красноярск, 2005. 220 с.*

© Тарасов Д. В., Сысоева Л. П., 2012

УДК 531

О. Б. Фисенко, Ю. А. Этенко

Научный руководитель – Л. И. Тюрикова

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

ЗАКОНЫ И ТЕОРЕМЫ ДИНАМИКИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ТЕОРИИ РЕАКТИВНОГО ДВИЖЕНИЯ

Рассматривается три закона Ньютона на которых базируется классическая механика. Для понимания движения тел переменной массы и теории полета ракет существенное значение имеет теорема об изменении количества движения.

Среди великих технических и научных достижений XX века, одно из первых мест, несомненно, принадлежит ракетам и теории реактивного движения.

К. Э. Циолковский много сделал для познания основ теории движения ракет. Он был первым в истории науки, кто сформулировал и исследовал проблему измерения прямолинейных движений ракет, исходя из законов теоретической механики. Он родоначальник современных жидкостных ракет дальнего действия, один из создателей новой главы теоретической механики (движения ракеты, как тела переменной массы)

Классическая механика, изучающая законы движения базируется на трёх законах отчетливо и строго сформулированных английским учёным Исааком Ньютоном ещё в 1687г. Кратко остановимся на законах движения Ньютона, так как последующий шаг в науке, позволивший изучать движения ракет, был дальнейшим развитием методов классической механики.

Первый закон Ньютона – закон инерции. Суть закона инерции состоит в том, что механическое движение тела не может возникнуть из ничего, а возникает только в связи с взаимодействием с другими телами. Изолированное от влияния других тел всякое материальное тело находится в покое или движется прямолинейно и равномерно, сохраняя своё движение. Взаимодействие тел друг с другом. Передача движения от одного тела к другому есть причины изменения покоя или равномерного прямолинейного движения. Движение тела не может исчезнуть и превратиться в ничто, а может быть передано другому материальному телу как механическое движение или превратиться в другие формы движения (например в тепло). Если m – масса тела, а V – его скорость, то произведение mV называют количеством движения тела. Для изолированного тела его количество движе-

ния остаётся постоянным. Изменение количества движения может произойти только под влиянием других тел или как говорят в механике, под действием сил. Причем между изменением количества движения и силой существует зависимость

$$mV - mV_0 = \int_{t_0}^t F \cdot dt,$$

которая выражается теоремой об изменении количества движения, где интеграл $\int_{t_0}^t F \cdot dt$, называют импульсом силы.

Выведена эта теорема из второго закона Ньютона $ma = F$, который может быть записан в следующем виде:

$$m \frac{dV}{dt} = F \quad \text{или} \quad \frac{dmV}{dt} = F.$$

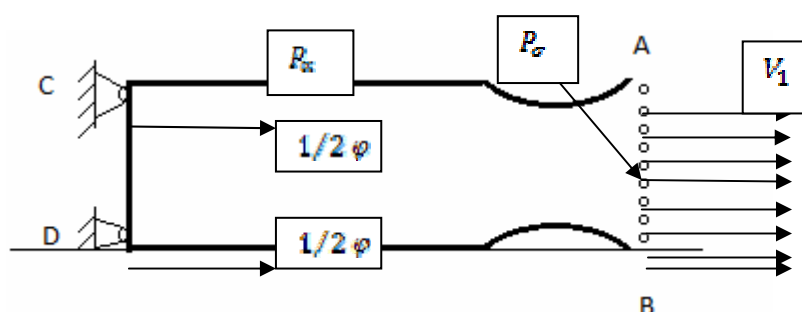
Второй закон Ньютона устанавливает меру механического взаимодействия между телами. Изменения количества движения тела пропорционально приложенной движущей силе и происходит по направлению той прямой, по которой эта сила действует. При $m = \text{const}$ закон формулируется так: произведение массы тела на его ускорение равно движущей силе. Направление ускорения совпадает с направлением приложенной силы.

Таким образом, величину механического взаимодействия между телами мы можем измерять по изменению количества движения, а для тел постоянной массы – по ускорению движущегося тела.

Из второго закона Ньютона следует, что одна и та же сила сообщает телам с разными массами разные ускорения. В современной теоретической механике

второй закон Ньютона является той основой, на которой базируются все математические расчеты. Однако второй закон Ньютона справедлив только для тел, масса которых сохраняется постоянной. Следовательно, второй закон Ньютона можно, например, применять изучения движения артиллерийского снаряда, но нельзя использовать для изучения реактивного снаряда.

Третий закон Ньютона имеет весьма большое значение в теории движения ракет. Действию всегда есть равное и противоположно направленное противодействие, иначе говоря, взаимные действия тел друг на друга между собой равны и противоположны по направлению. Следует отметить, что действие и противодействие приложены к разным телам и поэтому не представляют уравновешенной системы сил. По этой причине как действие, так и противодействие могут вызвать движение тел, к которым они приложены.



Когда двигатель работает, продукты химической реакции горения в камере выбрасываются через сопло с некоторой скоростью V_1 (сопло-сужение). Сила давления дна камеры на опору и есть реактивная сила. Обозначим эту силу Φ . Пусть через срез сопла с площадью σ в одну секунду выбрасывается $M_1 g = P_1$ кг горячих газов, тогда масса этих газов $M_1 = \frac{P_1}{g}$, секундное количество движения – $M_1 = V_1$. Результирующую всех внешних сил, действующую на камеру двигателя мы сможем подсчитать следующим образом. Пусть давление в струе истекающих газов на единицу площади среза сопла будет p_s , а атмосферное давление равно p_x , тогда суммарная сила давления составит $F = \sigma(p_s - p_x)$. На основании теоремы об изменении количества движения получим

Противодействие на латинском языке – реакция (reactio), поэтому силы, возникающие в результате взаимодействия соприкасающихся тел, часто называются силами реакции, или реактивными силами.

Для понимания основ теории движения тел переменной массы и теорий полета ракет весьма существенное значение имеет теорема об изменении количества движения (1).

Например, для получения математического выражения реактивной силы следует воспользоваться теоремой об изменении количества движения механической системы в единицу времени (в 1 секунду): $mV - mV_0 = F$, то есть изменение количества движения механической системы точек в единицу времени равно результирующей всех внешних сил, действующих на систему. Представим себе камеру реактивного двигателя, расположенного на горизонтальной плоскости.

$$M_1 V_1 = \Phi - F,$$

откуда

$$\Phi = M_1 V_1 + F = M_1 V_1 + \sigma(p_s - p_x)$$

или

$$\Phi = M_1 \left[V_1 + \frac{\sigma(p_s - p_x)}{M_1} \right],$$

где выражение в квадратных скобках называют эффективной скоростью истечения V_1 . Таким образом, реактивная сила равна массовому секундному расходу топлива, умноженному на эффективную скорость струи: $\Phi = M_1 V_v$.

© Фисенко О. Б., Этенко Ю. А., 2012

УДК 629.78.002.3

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ МДО ОБРАБОТКИ НА ТЕРМОРАДИАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ТЕРМОРЕГУЛИРУЮЩИХ ПОКРЫТИЙ ЭЛЕМЕНТОВ КА

Проведены исследования по подбору оптимальных режимов обработки алюминиевой фольги с целью применения её в качестве защитных покрытий элементов КА.

Одним из основных факторов, определяющих надежность и долговечность работы КА, является стабильность теплового режима оптико-радиоэлектронной аппаратуры КА. В систему терморегулирования аппаратов входят различные покрытия, которые устанавливают баланс между выделением тепла внутри КА, энергией, поглощаемой из космоса, и энергией, переизлучаемой в космическое пространство.

Современные терморегулирующие покрытия (ТРП) характеризуются терморадикационными характеристиками, которые под действием различных факторов космического пространства (особенно ионизирующего излучения) изменяются, что приводит к увеличению температуры внутри КА и снижению сроков его активного существования (САС). Как показал опыт прошедших лет, ряд КА не смогли выполнить намеченные программы в результате перегрева из-за деградации ТРП покрытий под действием внешних факторов. Анализ существующих ТРП свидетельствует, что они не могут обеспечить увеличение срок активного существования до 15 лет, особенно для КА, эксплуатирующихся на высоких эллиптических и геостационарных орбитах.

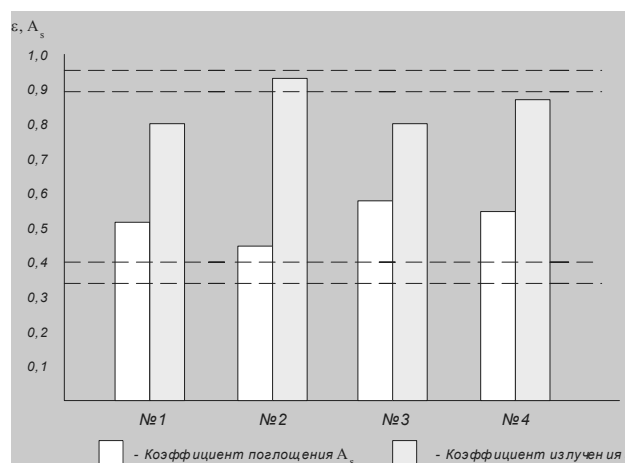
Сейчас поверхность КА покрывают полиамидной пленкой с различными покрытиями, однако данный способ защиты не удовлетворяет предъявляемым требованиям - от длительного воздействия струи плазмы, покрытие разрушается, что приводит к эрозии поверхности углепластиковых элементов КА и загрязнению поверхности антенн и солнечных батарей.

В ходе проведения анализа различных способов защиты КА нами предложено защищать элементы конструкции КА тонкой (до 100 мкм) алюминиевой фольгой, обработанной методом микродугового оксидирования.

При литературном обзоре и патентном поиске установлено, что коэффициенты поглощения и отраже-

ния почти достигают требуемых значений, которыми должна обладать поверхность КА.

В работе был произведён подбор оптимального расстояния между электродами. Микродуговое оксидирование образцов проводили в слабощелочном водном электролите состава NaOH (4 г/л) + Na₂SiO₃ (10 г/л). Стехиометрический анализ был проведён на спектрометре ARL Quantix.



По результатам опыта, установлено, что амплитудное значение напряжения максимально на определённом расстоянии. Количество оксида алюминия растёт при увеличении расстояния между противостоющими электродами. При близком расположении, на задней поверхности образца толщина покрытия меньше. По предположениям, это связано из-за неравномерности распределения полей, что является объектом дальнейших исследований.

© Алякрецкий Р. В., Брокс А. А., Ан А. Д., 2012

УДК 629.78.002.3

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ МДО ОБРАБОТКИ НА АНТИЭРОЗИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОКРЫТИЙ ПОВЕРХНОСТИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Проведены исследования по оксидированию алюминиевой фольги с целью применения её в качестве защитных покрытий элементов КА.

Для увеличения срока службы и корректировки орбиты современные космические аппараты (КА) оснащаются стационарными плазменными двигателями (СПД). Основное достоинство плазменного двигателя – долговременное функционирование при относительно небольшом расходе рабочего тела. Поэтому они используются для корректировки спутниковых орбит. При всех плюсах применения данного типа двигателей, в ходе их эксплуатации выявляются некоторые отрицательные моменты, к которым относится воздействие продуктов горения рабочего тела на материалы конструкции КА.

В наибольшей степени дестабилизирующее воздействие плазменных струй СПД оказывает влияние на материалы поверхностей солнечных батарей – прежде всего штанги и корневого каркаса. Предварительная оценка эрозионно-загрязняющего воздействия плазмы, генерируемой стационарными плазменными двигателями, на поверхности платформы «Экспресс – 1000Н» показала, что данное воздействие может оказать существенное дестабилизирующее воздействие на функционирование платформы.

Хорошими антиэрозионными свойствами обладают оксид циркония или оксид алюминия. В ходе проведения анализа различных способов защиты КА нами предложено защищать элементы конструкции КА попадающие под разрушающее воздействие плазмы тонкой (до 100 мкм) алюминиевой фольгой с антиэрозионным покрытием.

Как известно, покрытие состоит из 2 основных слоёв: муллита, пористого и рыхлого, и корунда

(твёрдого). В данной работе был проведён подбор оптимальных режимов процесса для увеличения слоя корунда.

Исследование состава защитного покрытия показало, что соотношение катодной и анодной составляющих тока оказывает существенное влияние на толщину защитного покрытия. При соотношении катодной и анодной составляющей тока более 1 ($I_k/I_a > 1$) покрытие состоит преимущественно из корунда. Однако для его образования необходим поверхностный слой $SiO_2 + Al_2O_3$ (муллит), который обеспечивает дополнительное электрическое сопротивление. Поэтому в опыте в начальный момент времени соотношение катодной и анодной составляющей было одинаковое. Через разные промежутки времени анодная часть резко уменьшалась до соотношения $I_k/I_a = 2$. Микродуговое оксидирование образцов проводили в слабощелочном водном электролите состава $NaOH$ (4 г/л) + Na_2SiO_3 (10 г/л). Стехиометрический анализ был проведён на спектрометре ARL Quantix.

По полученным данным установлено, что при увеличении временного промежутка катодной составляющей, процентное количество оксида алюминия растёт. Объектом дальнейших исследований является подборка оптимальных режимов оксидирования с целью увеличения толщины покрытия.

© Алякрецкий Р. В., Брокс А. А.,
Орлова Д. В., 2012

УДК 629.7

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

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОТРАБОТКА ТЕОРИИ ТОНКОГО КРЫЛА В НЕОДНОРОДНОМ ПОТОКЕ

Работа посвящена отработке математической модели теории тонкого крыла, посредством прямого эксперимента, содержит описание установки и принятых допущений, требуемых для проведения эксперимента.

Аэродинамика крыла в неоднородном потоке, представляет практический интерес при полете в неоднородной атмосфере, в струе или в следе. С точки зрения теоретической аэродинамики, интерес пред-

ставляют характер течения и аэродинамической силы, обусловленные неоднородностью набегающего потока [1].

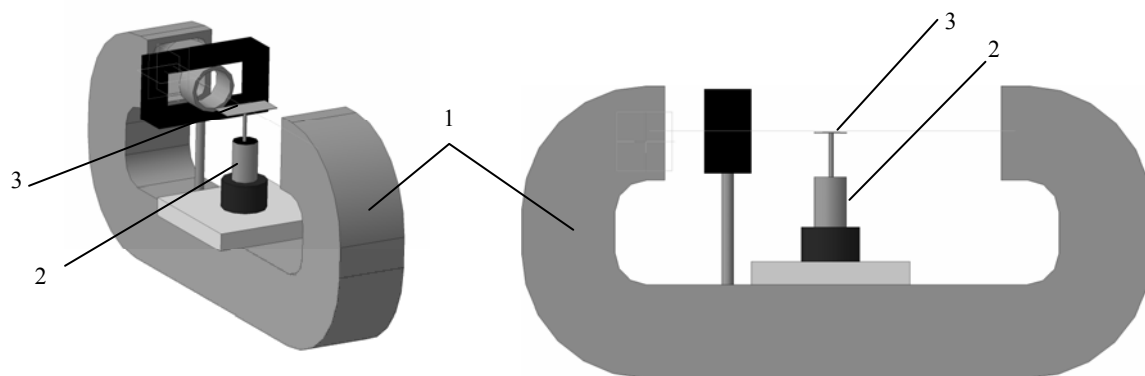


Схема экспериментальной установки

Для проверки теоретических данных, полученных израильскими учеными М. Хаин, А. Барсони-Надь, проектируется экспериментальная измерительная установка, монтируемая на базе учебно-лабораторного аэродинамического комплекса УЛАК-1 (1). Основным элементом системы измерений являются однокомпонентные весы (2), жестко связанные с моделью тонкого крыла (3). Тонкое крыло, имеет малое удлинение, заостренный профиль и толщину близкую к нулевой. Набегающий поток в рабочей части АДТ параллельный с переменной величиной скорости в направлении вертикали $U = U(z)$. Предполагается, что U достигает скорости невозмущенного потока на значительном удалении от крыла.

Неоднородный поток, создается путем его предварительной закрутки, при помощи установленных в рабочей части АДТ неподвижных профилированных лопаток (4). Угол атаки крыла может изменяться в пределах от 0° до 10° . Ядро потока, в котором уста-

новлена модель, имеет малую дозвуковую скорость, не превышающую 50 м/с. При таких условиях можно считать, что вблизи крыла возникают малые возмущения неоднородного потока $U'(z)$. Схема установки представлена на рисунке. Результаты эксперимента позволят провести проверку теоретических исследований упомянутых выше авторов и получить информацию о влиянии неоднородности потока на величину подъемной силы крыла [2].

Библиографические ссылки

1. Гидрогазоаэродинамика. Аэрогазодинамика : учеб. пособие. СибГАУ ; Красноярск, 2010. 90 с.
2. Краснов Н. Ф. Аэродинамика. Ч. 1: Основы теории. Аэродинамика профиля и крыла. М. : Либроком, 2010. 120 с.

© Баляков Д. Ф., 2012

УДК 629.78

В. А. Ворожейкин, А. А. Гулло, А. С. Куренкин
Научный руководитель – Л. А. Семенова
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ В XXI ВЕКЕ

Представлен обзор направлений развития ракетно-космической техники в первой половине XXI века и возможность решения задач для перехода на новый уровень развития средств выведения и космических аппаратов.

Задачи изучения планет солнечной системы и их спутников, Солнца, нашей галактики и других галактик всегда будут связаны с возможностями ракетно-космической техники (РКТ), такими, как ракеты-носители (РН), разгонные блоки, космические аппараты (КА), стартовые устройства и оборудование и т. д. Развитие РКТ может осуществляться по следующим направлениям: 1) перспективные средств выведения КА и инфраструктура; 2) космическое двигателестроение; 3) космические аппараты и орбитальные станции; 4) пилотируемая космонавтика.

По первому направлению в России ведется разработка семейства РН, ориентированных на обслужива-

ние широкого диапазона выводимых масс и целевых орбит, – космический ракетный комплекс «Ангара», поколение носителей на основе универсального ракетного модуля с кислородно-керосиновыми двигателями.

Создание новых разгонных блоков обеспечит задачи выведения КА. Здесь развитие идет в основном по пути применения криогенных компонентов топлива, например, кислородно-водородный блок тяжелого класса КВТК для «Ангара».

Развитие инфраструктуры для обеспечения пусков новых РН – это строительство универсальных стартовых комплексов, предназначенных для всего семейст-

ва РН. В России для семейства «Ангара» строится универсальный стартовый комплекс в Плесецке.

В космическом двигателестроении можно выделить направления: 1) двигатели на экологически чистых компонентах топлива; 2) электро- и ядерные двигатели для дальних космических миссий и др.; 3) новые ракетные топлива для жидкостных ракетных двигателей (ЖРД). Ракетные двигатели на экологически чистых компонентах топлива в России – это прошедший испытания кислородно-керосиновый двигатель РД-0124 для третьей ступени РН «Союз-2-1б». Его же модификация будет использоваться на РН «Ангара». Также в России проводятся испытания многофазового двигателя-демонстратора С5.86.1000 на топливной паре «жидкий кислород – сжиженный природный газ».

Успешные предварительные испытания нового ЖРД J-2X (на компонентах «жидкий кислород – жидкий водород») провели специалисты NASA. Двигатель J-2X предназначен для космических кораблей новых поколений [1].

Создание космических кораблей нового типа, как правило, связано с разработкой новых двигательных установок, например, ядерных. В России осуществляется проект по созданию ядерного двигателя для космических кораблей, который будет осуществлять дальние космические полеты. Также ведутся работы по созданию эффективных плазменных электрореактивных двигателей [2].

Специалисты НПО «Энергомаш» разработали новое топливо – ацетам – для ЖРД [3]. Применение ацетама для РН «Союз-2.1б» позволит увеличить массу полезной нагрузки на 30–40 %. Другое направление работы – это повышение удельного импульса топлива.

Развитие пилотируемой космонавтики будет определяться целями национальных программ по изучению космического пространства. «Роскосмос» обсуждает с европейскими и американскими партнерами планы по созданию лунных баз и освоению ресурсов спутника Земли [4]. И здесь одно из направлений развития РКТ может быть связано с изготовлением частных КА и космическим туризмом, созданием частных космодромов, с новыми космическими транспортными комплексами многофазового использования.

Переход на новый уровень развития РКТ невозможен без применения наноматериалов и нанотехнологий. Необходимо решить следующие задачи: 1) создать физико-математические модели, описывающие структурные особенности наноматериалов и механизмы воздействия факторов космического пространства различной природы на наноструктуры; 2) разработать технологические и испытательные установки нового поколения для производства наноматериалов и исследования изменения их свойств в космической среде; 3) подготовить и провести космические эксперименты по тестированию наноматериалов и изделий из них.

В России идут работы по созданию активных экранов на основе наноструктур для защиты КА от воздействия радиации и высокоскоростных частиц; теп-

лоизоляторов на основе наноматериалов, изучаются свойства самовосстанавливающихся покрытий на основе полимерных микро- и нанокомпозитов для КА.

В Государственном научном центре ФГУП «Центр Келдыша» разработаны технологии создания многослойных теплозащитных нанопокровов для камеры сгорания жидкостного ракетного двигателя, защитных покрытий для газопроводов и смесительных элементов ЖРД.

Одним из перспективных материалов, позволяющим увеличить защиту космической электроники от радиации и космических лучей, является нитрид галлия. Полупроводниковые структуры на его основе устойчивы к ионизирующей радиации.

Для энергоснабжения спутников разработаны новые панели солнечных батарей [5]. Их отличие от солнечных батарей с кремниевыми панелями – применение трехкаскадной структуры арсенида галлия, формируемой с помощью нанотехнологических процессов выращивания тонких пленок. Это позволит в два раза повысить КПД солнечной батареи с 14 до 28 %. Сложность разработки таких покрытий в том, что они должны сочетать в себе взаимоисключающие свойства: 1) быть токопроводящими, радиопрозрачными, светопропускающими, светопоглощающими; 2) обеспечивать электромагнитную совместимость с установленной на борту КА полезной нагрузкой. Покрытия толщиной до 100 нанометров наносятся специальными способами напыления.

Развитие ракетно-космической техники в XXI веке будет осуществляться по модульному принципу проектирования, конструирования, производства и сборки летательных аппаратов с использованием универсальных модулей. Дальние миссии по изучению космического пространства и решение современных и будущих задач научных исследований невозможны без применения функциональных наноматериалов и нанотехнологий.

Библиографические ссылки

1. Двигатель нового поколения для тяжелых ракет проходит испытания в NASA [Электронный ресурс]. 22 февраля 2012. URL: <http://www.i-mash.ru/> (дата обращения: 04.04.2012).
2. Создание электрореактивных двигателей обсудили ученые [Электронный ресурс]. 18 ноября 2011. URL: <http://www.imash.ru/> (дата обращения: 04.04.2012).
3. Специалисты НПО «Энергомаш» представили новое топливо для ракет-носителей. [Электронный ресурс]. 1 марта 2012. URL: <http://www.i-mash.ru/> (дата обращения: 04.04.2012).
4. «Роскосмос», NASA и EKA возьмутся за Луну [Электронный ресурс]. 19 января 2012. URL: <http://www.i-mash.ru/> (дата обращения: 04.04.2012).
5. В ракетостроении будут применены нанотехнологии [Электронный ресурс]. 4 мая 2010. URL: <http://www.i-mash.ru/> (дата обращения: 04.04.2012).

© Ворожейкин В. А., Гулло А. А.,
Куценкин А. С., 2012

УДК 621.3:34

А. В. Карпенко
 Научный руководитель – А. С. Сидоров
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВОЛЬТАМПЕРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ ПРИ ИМПУЛЬСНОЙ ЗАСВЕТКЕ

Предлагается устройство для измерения вольтамперной характеристики солнечных батарей при импульсной засветке. Описан принцип работы и представлены результаты измерения вольтамперной характеристики трехкаскадной арсенид галлиевой СБ.

Для расчета энергобаланса в системах электропитания (СЭП) космических аппаратов (КА) необходимо знание вида и параметров вольтамперной характеристики (ВАХ) солнечных батарей (СБ). Получение достоверной ВАХ современных СБ, изготовленных из трехкаскадных солнечных элементов (GaInP/GaAs/Ge), возможно только при засветке СБ. Полноценная засветка трехкаскадных СБ спектром излучения, близким к АМ0, возможна только в импульсном режиме (2–5 мс), что требует разработки устройств для регистрации ВАХ СБ за такой короткий промежуток времени.

В данной работе предлагается устройство для измерения ВАХ СБ при импульсной засветке, которое позволяет за время от 100 мкс и выше провести нагружение солнечной батареи от режима холостого хода до режима короткого замыкания и обратно. Устройство (рис. 1) состоит из усилителя-сумматора (УС), усилителя мощности (УМ) и делителя напряже-

ния (ДН), которые образуют быстродействующий непрерывный стабилизатор напряжения солнечной батареи. Управляемый источник опорного напряжения (УИОН) вырабатывает пилообразное опорное напряжение для стабилизатора напряжения. Устройство управления предназначено для синхронизации запуска (УИОН) по сигналу с фотодатчика (ФД). Цифровой запоминающий осциллограф (ЦЗО), который работает в ждущем режиме, производит регистрацию напряжения и тока солнечной батареи. Имитатор солнечного излучения (ИСИ) предназначен для засветки испытуемой солнечной батареи.

В целях исследования ВАХ трехкаскадной арсенид галлиевой СБ был собран макет предлагаемого устройства. Освещение СБ проводилось с помощью разработанного ИСИ [1].

На рис. 2 представлены результаты исследования ВАХ трехкаскадной арсенид галлиевой СБ.

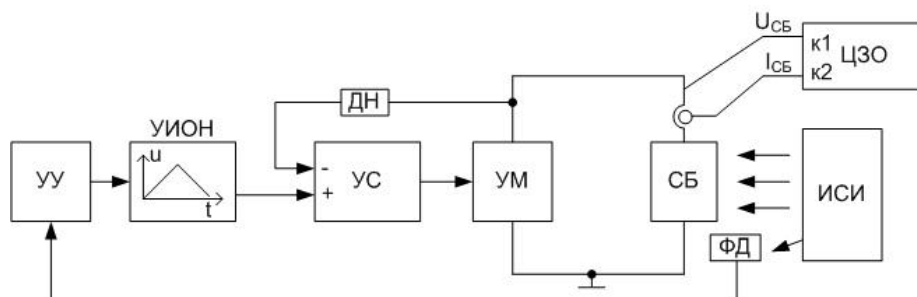


Рис. 1. Структурная схема устройства нагрузки для измерения ВАХ СБ при импульсной засветке

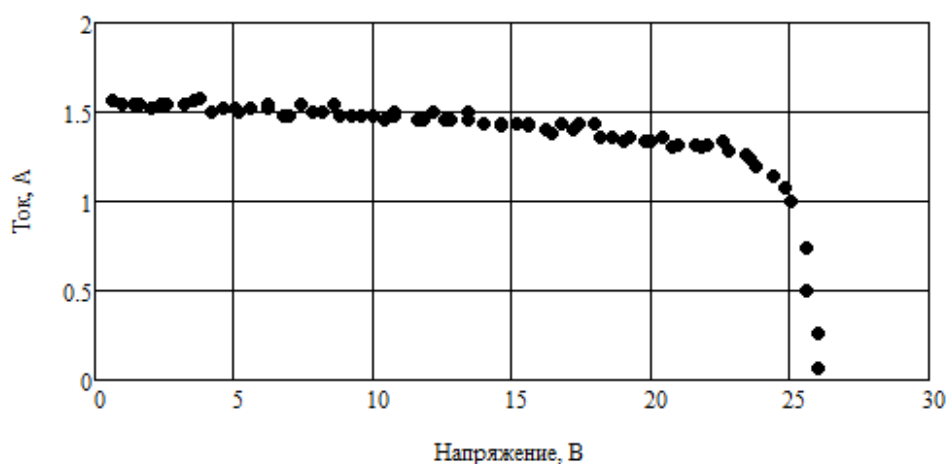


Рис. 2. Вольтамперная характеристика трехкаскадной арсенид галлиевой солнечной батареи

Библиографическая ссылка

1. Базилевский А. Б., Карпенко А. В. Имитатор солнечного излучения // *Материалы научн.-техн.*

конф. ОАО «ИСС им. акад. М. Ф. Решетнева», Железнодорожск. 2011. С. 160–162.

© Карпенко А. В., 2012

УДК 621.382

А. В. Карпенко

Научный руководитель – А. Б. Базилевский
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск.

ИМИТАТОР СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА БАЗЕ КОМБИНИРОВАННЫХ НЕПРЕРЫВНЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА

Рассматривается возможность создания имитатора солнечного излучения одновременно удовлетворяющего требованиям регистрации как динамических, так и статических вольтамперных характеристик (ВАХ) батарей солнечных (БС).

При доработке блоков штатной бортовой аппаратуры космических аппаратов, в частности бортовых регистраторов ВАХ БС, необходимы имитаторы солнечного излучения обеспечивающие спектр Солнца для условий АМ0 (рис. 1, кривая 1).

Трудности, появляющиеся при реализации этой задачи известными средствами, вытекают из того, что нужно за время однократной развертки ВАХ при пошаговом ступенчатом изменении по способу, описанному в [1] обеспечить окончание переходных процессов в исследуемой БС при числе точек на ВАХ 8–16, а с другой стороны реакция по току каждого из субэлементов [2] должно быть так же как и при АМ0.

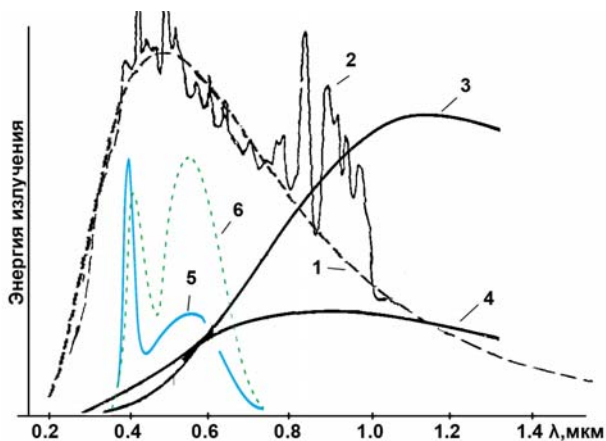


Рис. 1. Зависимость удельной мощности излучения различных источников от длины волны:

- 1 – излучение абсолютно черного тела (АМ0); 2 – импульсная ксеноновая лампа при плотности тока 1700 А/см²;
- 3 – вольфрамовая лампа при цветовой температуре 2500 К;
- 4 – галогеновая лампа при цветовой температуре 3400 К;
- 5, 6 – светодиодные матрицы на основе нитрида галлия

Техническое противоречие при использовании известных импульсных имитаторов солнечного излучения обусловлены ограничениями на длительность светового импульса 1,8–2 мсек, что не обеспечивает удовлетворительной точности. Попытка ее увеличения приводит к превышению допустимой энергии ксеноновой лампы-вспышки и ее разрушению. При

использовании ксеноновой лампы непрерывного горения ее спектр существенно отличается от АМ0 в инфракрасной области (800–1000 нм) (рис. 1, кривая 2) и требуется его коррекция.

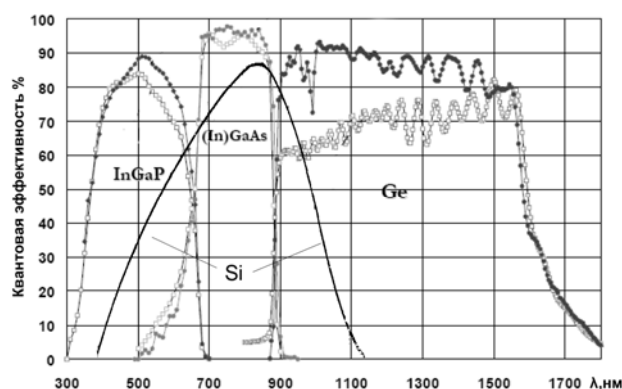


Рис. 2. Спектральное распределение эффективности различных материалов фотопреобразователей

Указанные технические противоречия могут быть разрешены новой элементной базой источников излучения с цветовой температурой 6000–7500 К и 2700–3800 К (рис. 1, кривые 5, 6) при комбинированном использовании и галогеновыми лампами с цветовой температурой 3400 (рис. 1, кривая 4), в частности с мощными светодиодными матрицами белого свечения 3F100 с маркировкой CW и WW соответственно.

Библиографические ссылки

1. Патент № 2318219 Российская Федерация. Устройство для регистрации характеристик солнечных батарей / А. Б. Базилевский, А. В. Карпенко, М. В. Нестеришин // Заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО СибГАУ им. акад. М. Ф. Решетнева. № 2009146663/28, заявл. 15.12.2009; зарегистр. 27.06.2001, Бюл. № 18.

2. Baur C. Modelling of III-V multi-junction cells based on spectrometric characterization / C. Baur, A.W. Bett // Proc of 20th European Photovoltaic Solar Energy Conference, 2005. P. 183–186.

© Карпенко А. В., 2012

УДК 621.63

А. Ч. Мамедов, Ю. Д. Смирнова
Научный руководитель – О. В. Батурин
Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С. П. Королёва
(Национальный исследовательский университет), Самара

ВЫБОР ТИПОВЫХ ПОЛЁТНЫХ УСЛОВИЙ ГТД ДЛЯ БПЛА С ТЯГОЙ ДО 400 Н

Было проведено исследование рынка существующих БПЛА, параметры которых были собраны в сводную таблицу. Оно показало, что двигатели тягой от 100 до 400 Н могут быть использованы на БПЛА среднего класса. Таким образом, было получено, что термодинамическое проектирование и оптимизация параметров рабочего процесса ГТД для БПЛА нужно вести в условиях крейсерского полёта в определённых полётных условиях.

Одним из основных направлений в развитии авиационной техники является разработка и применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Причины этого кроются, с одной стороны, в новых возможностях современного этапа научно-технической революции в области микроэлектроники, средств автоматизации систем связи и управления, что привело к появлению экономических и компактных образцов вычислительной, телекоммуникационной, радиоэлектронной техники. С другой стороны, потенциальным потребителям становятся все более очевидными преимущества и новые возможности, которые сулит применение БПЛА, такие как:

- уменьшение стоимости ЛА и снижение эксплуатационных расходов;
- отсутствие человеческих потерь во время ведения боевых действий;
- отсутствие на ЛА систем связанных с жизнеобеспечением экипажа;
- отсутствие, обусловленных физическими возможностями человека, ограничений на максимальные значения перегрузок, угловых скоростей и их градиентов, что расширяет возможности аппарата;

Важнейшей частью БПЛА является силовая установка. Именно уровень её технического совершенства позволяет обеспечить необходимые характеристики ЛА. По этой причине видится актуальной задача создания новых высоко – эффективных двигателей для

БПЛА. Наш коллектив предлагает использовать в их качестве ГТД, поскольку они имеют высокую удельную мощность, малые размеры и простую конструкцию. В классе тяг от 100 до 400 Н ГТД вполне способны вытеснить с БПЛА поршневые и электрические двигатели.

Для определения расчётной точки в которой необходимо проектировать двигатель было проведено исследование рынка существующих БПЛА, параметры которых были собраны в сводную таблицу. Оно показало, что двигатели тягой от 100 до 400 Н могут быть использованы на БПЛА среднего класса с массой от 70 до 200 кг и массой полезной нагрузки до 50 кг. Такие ЛА применяются в основном для продолжительной оперативно-тактической разведки. На основе анализа созданной таблицы параметров было установлено, что БПЛА такого класса обычно летает на высоте приблизительно 3500 м со скоростью от 220 до 300 м/с.

Таким образом, очевидно, что термодинамическое проектирование и оптимизация параметров рабочего процесса ГТД для БПЛА с целью снижения расхода топлива нужно вести в условиях крейсерского полёта в указанных выше полётных условиях.

© Мамедов А. Ч., Смирнова Ю. Д., 2012

УДК 629.78.002.3

Д. В. Орлова, Т. В. Трушкина
Научный руководитель – А. Е. Михеев
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ МДО ОБРАБОТКИ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ НА СТЕХИОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ЭЛЕМЕНТОВ ЛА И КА

Показан химический состав покрытий, полученных методом МДО, на титановых сплавах.

Одной из актуальных задач современного машиностроения является повышение ресурса работы деталей машин и механизмов, работающих в условиях изнашивания и при экстремальных нагрузках, улучшение их механических характеристик. Применение

деталей из титановых сплавов, работающих в таких условиях в ЛА и КА, ограничивается его невысокой твердостью и износостойкостью. Поэтому появляется необходимость в поверхностном упрочнении титановых сплавов. Для этого необходимо совершенство-

вание существующих, а также создание новых технологических приемов упрочнения и их промышленного освоения [1].

Перспективным методом поверхностного упрочнения титановых сплавов является микродуговое оксидирование. Упрочнение металлов при микродуговым оксидированием происходит за счет роста оксидного слоя, который состоит из оксида самого металла подложки и оксидов химических элементов, входящих в состав электролита [2].

Для достижения оптимальных характеристик деталей, обработанных методом МДО, необходимо знать соотношение содержания оксидов в покрытии, так как многие оксидные соединения в составе покрытия играют не всегда благоприятную роль, снижают прочность и твердость, снижают свойства поверхности.

Поэтому целью данной работы является определение химического состава покрытия, полученного методом МДО на титановых сплавах.

Для выявления химического состава покрытия был проведен ряд экспериментальных исследований. Были

взяты образцы титанового сплава BT1-0, которые обрабатывали в различных электролитах и на различных режимах. Данные приведены в табл. 1.

Далее при помощи спектрометра ARL Quant'x были проведены исследования по выявлению химического состава полученных покрытий. Результаты химического анализа приведены в табл. 2.

1. Химический анализ первого образца показывает наибольшее содержание оксида титана в покрытии. Этот результат служит доказательством того, что первый образец является наиболее твердым.

2. В четвертом образце химический анализ показал большое содержание оксида кремния. Исходя из этого можно сделать вывод о том, что при большом содержании данного оксида покрытие получается рыхлым и наиболее шероховатым. Для понижения содержания SiO_2 необходимо уменьшение концентрации Na_2SiO_3 в составе электролита, либо механическая обработка поверхности.

Таблица 1

№ образца	Состав электролита	Режимы обработки	Толщина покрытия
1	$\text{Na}_2\text{HPO}_4 - 60$ г/л	$t = 20$ мин, $I = 16$ А/дм ² , $U = 360-380$ В	23 мкм
2	$\text{Na}_6\text{P}_6\text{O}_{12} - 30$ г/л $\text{NaVO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O} - 20$ г/л	$t = 10$ мин, $I = 32$ А/дм ² , $U = 300-380$ В	21 мкм
3	$\text{NaH}_2\text{PO}_4 - 20$ г/л $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 4\text{H}_2\text{O} - 25$ г/л $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} - 5$ г/л	$t = 30$ мин, $I = 16$ А/дм ² , $U = 210-300$ В	21 мкм
4	$\text{Na}_2\text{SiO}_3 - 50$ г/л КОН -30 г/л	$t = 10$ мин, $I = 32$ А/дм ² , $U = 250-300$ В	28 мкм

Таблица 2

№ образца	Содержание оксидов в покрытии						
	$\text{TiO}_2, \%$	$\text{P}_2\text{O}_5, \%$	$\text{Al}_2\text{O}_3, \%$	$\text{SiO}_2, \%$	$\text{V}_2\text{O}_5, \%$	$\text{Fe}_2\text{O}_3, \%$	$\text{Na}_2\text{O}, \%$
1	70,96	24,76	2,78	—	—	0,0749	—
2	47,19	33,08	—	—	17,37	0,184	—
3	38,77	27,85	—	—	—	22,78	2,01
4	39,95	—	1,61	57,00	—	0,0652	—

Библиографические ссылки

1. Микродуговое оксидирование (теория, технология, оборудование) / И. В. Суминов и др. М. : ЭКО-МЕТ, 2005. 368 с.

2. Гордиенко П. С., Гнеденков С. В. Микродуговое оксидирования титана и его сплавов. Владивосток : Дальнаука, 1997. 185 с.

© Орлова Д. В., Трушкина Т. В., 2012

УДК 629.78.054

Д. Е. Синицкий, Д. А. Федченко
 Научный руководитель – А. В. Мурыгин

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ПОЛУНАТУРНОГО ДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ СИСТЕМЫ ОРИЕНТАЦИИ И СТАБИЛИЗАЦИИ КА

Описываются основные принципы полунатурного моделирования для отработки системы ориентации и стабилизации КА. Рассматривается принцип измерения управляющего момента двигателя-маховика.

Система ориентации и стабилизации (СОС) современных КА является сложной высокоточной системой. Наиболее эффективным способом испытаний СОС являются испытания с применением принципов полунатурного моделирования. Эти принципы предполагают применение имитаторов внешних воздействий (Солнца, Земли, Звезд) с целью создания среды функционирования системы, приближенной к эксплуатационной. Датчики, установленные на динамические стенды, движутся по отношению к имитаторам ориентиров аналогично их угловому движению на борту спутника. При испытаниях СОС для создания управляющих моментов, используются имитатор двигательной установки и двигатели-маховики.

В настоящее время измерение величины управляющего момента маховика осуществляется через блок электроники прибора, что приводит к грубому измерению момента, искажению информации, задержкам, ошибкам вычисления. В связи с этим, возникает необходимость более точного, нового метода измерения управляющего момента, создаваемого маховичной системой. Для этого используется схема силовой компенсации, позволяющая производить измерения управляющего момента напрямую от двигателя-маховика. Структурная схема силовой компенсации изображена на рис. 1

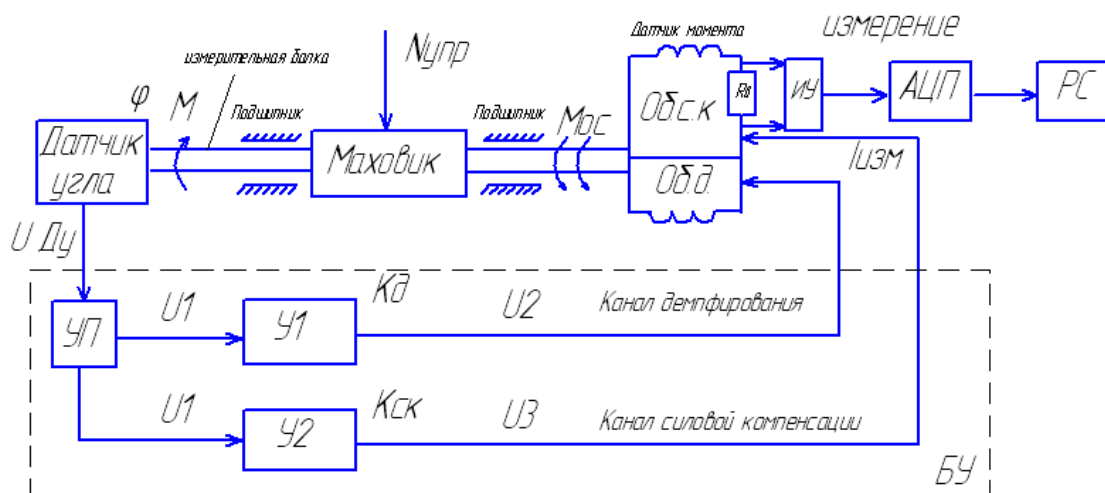


Рис. 1. Структурная схема силовой компенсации

При подаче управляющего кода $N_{упр}$, маховик создает управляющий момент M , приводящий к вращению измерительную балку в подшипниковых опорах, что фиксируется датчиком угла. Сигнал $U_{Ду}$ с датчика угла поступает в блок управления (БУ), где преобразуется и корректируется, а затем поступает на магнитоэлектрический датчик момента. БУ разбивает сигнал от ДУ на два сигнала. Первый служит для формирования канала демпфирования, второй для формирования канала силовой компенсации. Оба сигнала поступают в датчик момента, который, исходя из полученной информации, создает момент обратной связи $M_{ос}$, компенсирующий момент создаваемый маховиком, воздействуя на измерительную балку. При этом в обмотке силовой компенсации датчика момента будет протекать ток. Искомое значение тока

замеряется с помощью измерительного усилителя. Затем сигнал поступает в АЦП, где преобразуется и выводится на вычислительное ЭВМ (РС).

Для оценки точности функционирования стенда измерения момента (СИМ) проведено моделирование работы маховика и СИМ. Схема моделирования представлена на рис. 2.

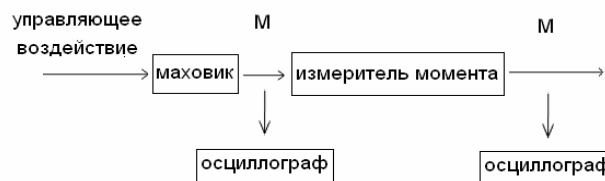


Рис. 2. Структурная схема моделирования

В результате моделирования определено, что ошибка измерения управляющего момента не превышает 2 %, что удовлетворяет заданным условиям.

Таким образом, в результате исследования разработан стенд измерения управляющего момента, где данные о величине измеряемого момента берутся непосредственно с двигателя-маховика, тем самым повышается точность измерений, исключаются ошибки

вычисления, задержки, открываются дополнительные возможности исследования, что позволяет использовать данную систему для измерения управляющего момента маховика в замкнутом контуре полунатурного моделирования при испытаниях СОС КА.

© Сеницкий Д. Е., Федченко Д. А., 2012

УДК 629.78.054

Д. Е. Сеницкий, Д. А. Федченко
Научный руководитель – А. В. Мурыгин

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

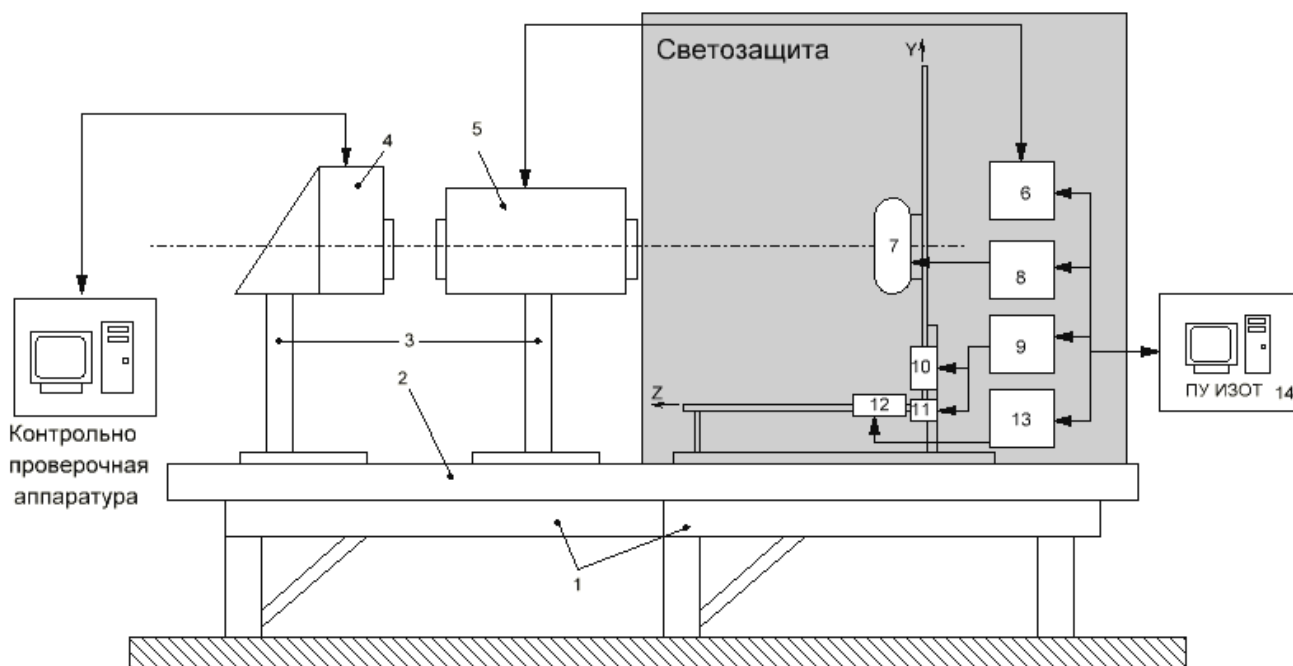
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ НАЗЕМНОЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОТРАБОТКИ СИСТЕМ ОРИЕНТАЦИИ И СТАБИЛИЗАЦИИ КА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМИТАТОРОВ ОБРАЩЕННОГО ТИПА

Рассматриваются основные принципы построения, структура имитатора Земли обращенного типа. Описывается принцип его действия и функциональные возможности.

При проведении наземных отработочных испытаний системы ориентации и стабилизации (СОС) на стенде полунатурного моделирования перед разработчиками системы стоит задача в создании имитаторов для моделирования светоптических условий работы приборов СОС. Основной принцип, заложенный в создание таких имитаторов следующий: прибор, установленный на имитатор движения, со-

вершает вращательное движение относительно опорного ориентира в соответствии с расчетными значениями, аналогичных угловому движению космического аппарата.

В настоящее время для решения задач наземной экспериментальной отработки СОС, имеющей в своем составе прибор ориентации на Землю, в ОАО ИСС разработан имитатор Земли обращенного типа.



Структура имитатора Земли обращенного типа:

1 – стол установочный; 2 – станина оптической скамьи; 3 – кронштейны; 4 – прибор ориентации на Землю; 5 – оптический блок; 6 – система управления оптическим блоком; 7 – имитатор теплового излучения Земли; 8 – система управления имитатором теплового излучения Земли; 9 – система управления приводами имитатора теплового излучения Земли; 10 – привод имитатора теплового излучения Земли по оси Y; 11 – привод имитатора теплового излучения Земли по оси X; 12 – привод изменения углового размера (ось Z); 13 – система управления приводом изменения углового размера; 14 – пульт управления

Основное решение, положенное в основу разработки имитатора, представляет собой метод моделирования обращенного типа, когда требуемые перемещения совершает не прибор, установленный на имитаторе движения, а опорный ориентир в данном случае динамический имитатор теплового излучения Земли в ИК-диапазоне. При этом имитация движения ориентира аналогичная угловому движению КА по орбите достигается благодаря специальному программному обеспечению, работающему по командам от управляющего компьютера (УК) стенда отработки СОС по протоколу связи ТСР/ПР.

Основные задачи имитатор Земли обращенного типа:

- имитации ИК-излучения Земли для прибора ориентации на Землю;
- имитации движения ИК-излучения Земли в поле зрения прибора ориентации на Землю по заданному закону.

Структура имитатора приведена на рисунке выше.

Для оценки функционирования имитатора Земли обращенного типа проведено его апробирование в составе отработочного стенда системы ориентации, которое показало правильность заложенных технических решений при проектировании имитатора. В результате проведения калибровочных работ была достигнута точность выставки центра «Земли» не хуже 1-й угловой минуты относительно оптической оси прибора, что существенным образом сказалось на качестве наземной отработки СОС в целом.

Появление имитатора Земли обращенного типа обеспечило возможность имитации в лабораторных условиях теплового излучения Земли в ИК – диапазоне, с возможностью изменения углового радиуса «Земли», что позволяет использовать имитатор для отработки СОС КА функционирующих на любых орбитах в том числе и на высокоэллиптических, что не всегда ранее удавалось.

© Синицкий Д. Е., Федченко Д. А., 2012

УДК 621.455:621.671

Е. В. Блинков

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

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ ЖРД РАЗГОННОГО БЛОКА

Гидродинамические испытания насосов являются важным этапом технологического цикла изготовления ТНА ЖРД. Они предназначены для определения конкретных параметров и характеристик насосов, проверки качества и стабильности технологии производства турбонасосных агрегатов.

При выборе вида и технологии испытаний каждого наименования насосов руководствуются конструкторской документацией, отраслевыми стандартами, другими нормативными и руководящими материалами.

К самой технологии сборки предъявляются достаточно жесткие требования как к процессу собственно сборки, так и к окружающей среде, включая влажность, температуру, чистоту помещения и т. д.

Основным узлом приспособления испытаний является планшайба, которая несет на себе все другие детали и сборочные единицы насоса. Планшайба имеет установочную поверхность, с помощью которой насос устанавливается и закрепляется на испытательном стенде.

Планшайба принимает все механические и гидравлические силы, действующие на узел при сборке и испытаниях. Конструкция планшайбы должна быть прочной жесткой и виброустойчивой. В связи с этим она выполнена массивной или усиливается дополнительными силовыми элементами. С высокой точностью выполнены поверхности, сопрягаемые с посадочными поверхностями корпуса насоса и поверхности мест установки подшипников, в процессе эксплуатации которые, подвергаются периодической проверке.

Технологический вал является наиболее ответственной деталью и изготавливается с высокой степенью точности.

Условия работы подшипников при испытаниях насосов отличаются от условий эксплуатации в составе ТНА. Поэтому в ряде случаев сборку насосов для испытаний осуществляют с использованием технологических подшипников менее высокого класса, а следовательно, и меньшей стоимости. Основным критерием выбора технологических подшипников является ресурс работы.

Испытания проводят на стендах специального назначения, который должен обеспечивать возможность определения рабочих и кавитационных характеристик испытуемых насосов. В качестве приводов стенда используются электродвигатели с постоянной или

регулируемой частотой вращения. Передачу момента к валу насосов осуществляют через мультипликаторы, обеспечивающие необходимую угловую скорость насоса.

Особые требования предъявляются также и к измерительной аппаратуре.

Перед испытанием производится проверка функционирования стенда, которая осуществляется с помощью контрольного насоса. Для проверки правильности монтажа гидравлической системы проводится предварительный запуск электродвигателя на пониженной угловой скорости, прослушиваются вибрации, уровень шума, наличие негерметичности и т. п.

Непосредственно после обкатки стенда, без его выключения, приступают к снятию характеристик.

Продолжительность времени испытаний соизмерима со временем работы насоса в составе двигателя.

Элементами, лимитирующими ресурс работы насосов, являются рабочие колеса, шарикоподшипники и уплотнительные устройства.

Двигатели разгонных блоков как правило обеспечивают многократное включение, однако проводить гидроиспытания насоса с несколькими включениями не имеет смысла, так как задачей испытаний является определение основных характеристик насоса, для определения которых достаточно одного запуска стенда. Кроме того дополнительные запуски стенда могут вызвать дополнительную погрешность измерений, а использование подшипников более высокого класса точности – дополнительные экономические затраты.

Библиографические ссылки

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

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

© Блинков Е. В., 2012

А. Г. Булдаков

Научный руководитель – Е. М. Краева

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск**КАВИТАЦИЯ В НАСОСАХ ЖИДКОСТНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

Рассматриваются особенности кавитации течения в насосах жидкостных ракетных двигателей. На основе характерной кавитационной зависимости изложены процессы на входе в насос ЖРД.

В насосах жидкостных ракетных двигателей (ЖРД), кавитация возникает при давлении перед входом в него $P_{вх}$, существенно превышающем давление парообразования при данной температуре жидкости P_s . Это означает, что в области минимального давления располагается внутри проточной части насоса. Падение давления от $P_{вх}$ до P_s связано с обтеканием лопаток (профильное разрежение) и с гидравлическими потерями на участке от входа в насос до входных кромок лопаток [1].

Кавитация может иметь разные формы. Различают три формы кавитации в насосах ЖРД: пузырьковая, вихревая, присоединенная (струйная).

Пузырьковая кавитация возникает при обтекании профилей с плавными обводами.

Вихревая кавитация появляется в вихрях жидкости, например в зоне обратных токов, в концевых вихрях, образующихся на периферии лопаток (в радиальном зазоре между шнеком и корпусом).

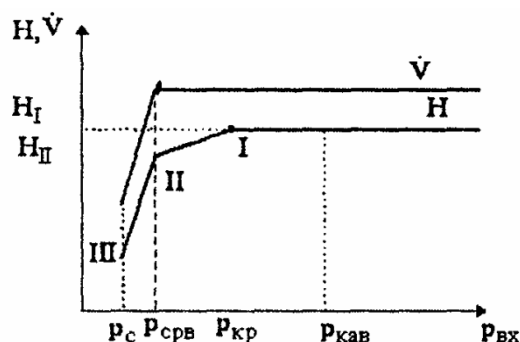
Присоединенная кавитация наблюдается в случае образования паровой полости, связанной с лопаткой. Для этой формы кавитации характерно наличие четкой границы раздела фаз: пара и жидкости. В шнеконцентриробежных насосах ЖРД применяются заостренные лопатки, поэтому в них в основном имеют место присоединенная кавитация.

На рис. 1. представлена зависимость напора насоса от давления на входе при постоянном расходе и постоянной угловой скорости называется срывной кавитационной характеристикой. При давлении на входе $P_{кав}$ в насосе возникает кавитация.

Уменьшение давления от $P_{кав}$ до $P_{кр}$, несмотря на развитие кавитации, не приводит к уменьшению напора и КПД насоса. Эти режимы называются режимами частичной или скрытой кавитации, и для них характерно увеличение виброактивности насосов. При длительной работе насосов на режимах скрытой кавитации могут появиться эрозионные повреждения проточных каналов насосов. Работа насосов при наличии скрытой кавитации на стационарных и нестационарных режимах характерна для всех насосов ЖРД. Это связано с большими угловыми скоростями вращения роторов ТНА и низким давлениям

в баках ракет-носителей и, соответственно, на входе в насосы.

При проектировании насосов ЖРД рабочее давление на входе в насосы выбирается вблизи $P_{кр}$. В процессе работы двигателя входное давление может падать до величины, меньшей $P_{кр}$, в то время как для промышленных насосов это не допускается.



Срывная кавитационная характеристика насоса ЖРД

При давлении $P_{кр}$ напор насоса начинает снижаться (одновременно с напором снижается КПД). Этот режим называется первым критическим. При дальнейшем снижении давления на входе и достижении давления, равного $P_{срв}$, напор резко падает. Этот режим развитой кавитации называется срывным, или вторым критическим. На величину $P_{срв}$ существенно влияют отклонения теплофизических свойств перекачиваемой жидкости от их номинальных значений.

Следует выделить еще режим при давлении P_s – суперкавитационный, или третий критический. Этот режим характерен тем, что насос работает при резко уменьшающихся значениях напоров и расхода. По своей величине P_s очень близко к $P_{срв}$ и в практических расчетах их можно принимать равными.

Библиографическая ссылка

1. Чебаевский В. Ф., Петров В. И. Кавитация в высокооборотных лопастных насосов. М. : Машиностроение. 1982. 192 с.

© Булдаков А. Г., 2012

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

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛНЕНИЯ ПРИБОРНЫХ ОТСЕКОВ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Рассматриваются варианты исполнения приборных отсеков герметичного и негерметичного типа.

Создание высоконадежных и эффективных систем ракетной и ракетно-космической техники (РКТ), обеспечивающих по своим тактико-техническим характеристикам высокий уровень выполнения программ в экстремальных условиях, является неотъемлемой задачей повышения обороноспособности страны и дальнейшего освоения космического пространства. В настоящее время к ракетно-космическим модулям предъявляются все более высокие требования по параметрам, условиям работы и надежности при широком спектре выполняемых программ [1].

При планировании и реализации дорогостоящих космических программ большое внимание уделяется эффективности космических исследований и полетов, оценке их оправданности и целесообразности. Но с этими критериями нельзя подходить к проектам первых ИСЗ: они осуществлялись, прежде всего, ради становления самой космической техники. По мере развития космической техники к КА предъявлялись все более жесткие требования, совершенствовалась бортовая аппаратура, возрастал круг решаемых задач, а в некоторых случаях стали использоваться системы спутников, подчиненных единой цели.

Основу традиционных конструктивно-компоновочных схем российских КА, предназначенных для эксплуатации на геостационарных орбитах со сроком активного существования до 7 лет, составлял тяжелый герметичный контейнер, что позволяло использовать высокоточную аппаратуру с определенным диапазоном работоспособности, и активная циркуляционная СТР с конструктивно обособленными не всегда надежно раскрывающимися, излучающими радиаторами для отвода избыточного тепла от бортовой аппаратуры (БА) в космическое пространство. Возможность таких конструктивно-компоновочных схем КА в настоящее время практически исчерпаны. На современном научно-техническом и технологическом этапе развития явные преимущества имеют конструктивно-компоновочные схемы КА негерметичного исполнения, т.е. бортовая аппаратура расположена непосредственно на рамах и корпусе КА, что позволяет вырабатывающееся тепло бортовой аппаратуры отводить непосредственно в космическое пространство.

Конструктивно-компоновочная схема ряда современных КА, как правило, содержит элемент, сохранившийся с первого спутника – это герметичный приборный контейнер. Его проявление в компоновке первых ИСЗ было обосновано новизной и необычностью решаемой задачи. На базе имеющихся отработанных схемно-технических решений создавалась радиоэлектронная аппаратура ИСЗ. Знания о космосе, как о природной среде функционирования спутника, в це-

лом были крайне скудны, поэтому конструкции первых ИСЗ отличались простотой и консервативностью.

Опыт обеспечения работоспособности радиотехнической аппаратуры, инженерные и конструкторские решения, используемые при разработке приборных блоков для высотной скоростной авиации и межконтинентальных баллистических ракет, явились необходимым обоснованием технической целесообразности контейнерной схемы размещения бортовой радиоэлектронной аппаратуры на космических аппаратах. При этом на борту КА искусственно создавались условия для функционирования аппаратуры, близкие к земным. Оболочка контейнера в таких КА защищает аппаратуру от дестабилизирующего влияния факторов космического пространства: радиации, глубокого вакуума, низких температур.

Органично вписавшись в конструктивно-компоновочную схему ИСЗ, герметичный контейнер принял на себя не только защитные функции от влияния космоса, но и стал основным силовым элементом спутника.

Таким образом, применение гермоконтейнера для размещения бортового ретранслятора позволило даже при скудных знаниях о влиянии космических условий принять техническое решение по централизованной защите аппаратуры от вибрации, проникающего излучения, тепловой и электростатической защите. Это сняло или значительно смягчило многие ограничения, которые по мере накопления знаний о космосе должны были быть реализованы в схемотехнических решениях бортового радиотехнического комплекса, что позволило в сжатые сроки создать специальную аппаратуру на основе имеющейся элементной базы.

Размещаемая вне гермоконтейнера аппаратура работает в более жестких условиях по всем параметрам (вакуум, температура, радиация), что, безусловно, требует специальных решений при проектировании и особого технологического цикла изготовления.

Для аппаратуры, эксплуатируемой непосредственно в космическом пространстве, требуется максимальная имитация космического пространства, при которой аппаратура должна надежно функционировать. Тепловая обработка такой аппаратуры очень сложна, так как требует не только имитации вакуума, но и имитации «безграничной тепловой емкости», каким, с точки зрения теплового проектирования, является космос. При этом нуждаются в имитации и все структуры тепловых связей, самой аппаратуры и тех связей, которые проводят тепло от соседних конструкций или соседнего аппарата. Все это представляет сложную инженерную задачу, требует уникальных дорогостоящих стендов и, что особенно важно, дает

заключение о пригодности той или иной аппаратуры только на завершающем этапе испытаний аппаратуры в составе КА.

Необходимо создать тепловой режим для работы бортовой радиоэлектронной аппаратуры (РЭА), при котором функционирование каждого отдельного элемента РЭА осуществлялось бы в оптимальном температурном диапазоне. В настоящее время перспективным направлением для повышения надежности и увеличения срока активного существования КА, является разработка КА нового поколения, имеющих негерметичное исполнение [2].

Современные космические аппараты (КА) с негерметичным корпусом строятся по панельному принципу и обладают модульной структурой [3]. Обычно в отдельные конструктивно-независимые модули выделяют антенный блок, двигательную установку с топливными баками и магистралями, а также служебные системы аппарата.

Многофакторная задача по компоновочной схеме КА решается в комплексе с учетом состояния и пер-

спектив развития не только схемо-конструктивных решений бортовой аппаратуры, но и располагаемого оборудования наземного испытательного и измерительного комплексов имитационных испытаний и оснащенности стендов.

Библиографические ссылки

1. Александров О. Г. Системы терморегулирования автоматических космических аппаратов : учеб. пособие ; КИКТ. Красноярск, 1990.
2. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / Под ред. А. И. Перова, В. Н. Харисова. 4-е изд. перераб. и доп. М. : Радиотехника, 2010.
3. Сильченко П. Н. Оптимальное проектирование гермоконтейнера для бортовой аппаратуры спутников связи : материалы Междунар. НТК «Спутниковые системы связи и навигации», Красноярск, 1997.

© Буртыль И. В., 2012

УДК 629.78

Д. О. Волков, А. П. Ганущенко
Научный руководитель – М. В. Кубриков
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАЗМЕННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКЕ

Нынешние двигатели ракет применяются уже много десятилетий, используя жидкое и твердое химическое топливо. Чтобы поднять на орбиту средних размеров спутник требуется очень большие объемы горючего, поэтому финансирование запусков и полетов очень дорого. Поэтому ученые десятилетиями работают над более экономичными видами ракет и их двигателей. Плазменный двигатель – очень недорогой и эффективный – для будущих космических полетов. За счет его использования стоимость запуска может быть снижена почти в 10 раз.

Чтобы поднять с Земли и разогнать до первой космической скорости огромный космический аппарат, требуются мощности в миллионы и десятки миллионов киловатт. На этом этапе никаких реальных альтернатив реактивным двигателям на химическом топливе пока нет. Но если аппарат уже выведен на орбиту, им вполне можно управлять при помощи двигателей малой мощности. Они могут поддерживать ориентацию спутника, стабилизировать его на орбите, переводить с одной орбиты на другую.

Существует несколько конструкций таких двигателей. В настоящее время, например, созданы хорошие модели так называемых электронагревных двигателей. Газ – аммиак или гидразин – пропускают через катализатор, который его разлагает на молекулы, и нагревают изотопным источником тепла или электрической печкой. Молекулы имеют гораздо меньшую массу и при нагреве приобретают более высокую скорость. Но есть и другой путь: получить направленный поток не молекул, а ионов или плазмы, разогнав их при помощи электрических и магнитных полей.

Путь этот чрезвычайно перспективен. Элементарные расчеты показывают, что ион водорода, пройдя разность потенциалов 4,5 вольт (напряжение бата-

рейки «Крона» в два раза выше), приобретет скорость 30 км/с – гораздо большую, чем может дать химическая реакция. Неудивительно, что в начале 60-х годов, после запуска первого искусственного спутника Земли, работы по созданию электрореактивных двигателей развернулись сразу во многих странах, но ведущими оставались СССР и США. В нашей стране были созданы очень сильные научные коллективы, среди которых особенно выделилась группа из Института атомной энергии. Ей удалось найти интересные научные решения, благодаря которым мы до сих пор удерживаем лидирующее положение в этой области, а созданные ею стационарные плазменные двигатели (СПД) признаны лучшими в мире [1].

Первые предпосылки для создания плазменных двигателей возникли более ста лет назад.

Первый эффективный плазменно-ионный двигатель был создан американцем Г. Кауфманом в 60-х годах и использован в космическом эксперименте Sert-II.

Примерно в это же время в нашей стране был создан плазменно-эрозионный двигатель конструкции А. М. Андрианова. Он стал первым устройством такого типа, выведенным в космос: в 1964 году его уста-

новили на аппарате «Зонд-2» в качестве двигателя ориентации с питанием от солнечных батарей [3].

К середине 60-х годов в нашей стране были получены обнадеживающие результаты по разработке плазменных двигателей разных типов. Но наибольший успех пришел к группе из Института атомной энергии им. И. В. Курчатова, которой руководили А. И. Морозов и Г. Я. Щепкин. Этот коллектив к маю 1969 года создал работающий макет двигательной установки. После конструкторской доработки в ОКБ «Факел» двигатель в последних числах 1970 года был установлен на спутнике «Метеор» и выведен на орбиту. С тех пор прошло почти тридцать лет, но этот стационарный плазменный двигатель (СПД) все еще не имеет конкурентов – другие схемы оказались менее эффективными и штатной принадлежностью космических аппаратов не стали.

В середине 80-х годов работы над СПД из Института атомной энергии были переведены в Московский институт радиотехники, электроники и автоматики и продолжены в лаборатории профессора Антонины Ивановны Бугровой. В 1992 году лабораторию посетил вице-президент франко-европейской космической фирмы SEP г-н Буланже. Он предложил заключить контракт на создание патентно-чистой модели СПД с улучшенными характеристиками.

Дело в том, что такие двигатели имеют два существенных недостатка: большую расходимость плазменного пучка (до 45°) и КПД порядка 50 %, что было меньше их возможностей. И была у них одна странность: наиболее сильная тяга получалась при геометрии полей, с точки зрения теории далекой от оптимальной. Когда причины такого поведения удалось понять, сотрудники лаборатории МИРЭА изменили конфигурацию канала, анода и магнитного поля. Это сразу же дало удивительные результаты: КПД вырос почти до 70 %, а расходимость пучка стала меньше 10°. Так были созданы СПД второго поколения.

Через несколько дней после запуска «Метеора» начались эксперименты с двигателями. «Эол-1» был установлен на спутник таким образом, что ось его тяги не проходила через центр масс аппарата. При включении двигателя возникал некоторый крутящий момент, который можно было компенсировать системой ориентации, при этом она служила еще и измерителем тяги «Эола».

За экспериментом внимательно следили не только создатели двигателя, но и скептики, коих было достаточно. «Эол-1» должен был проработать всего несколько минут, потом автоматически выключиться (конструкторы боялись, что струя плазмы заблокирует радиосигнал с Земли на выключение). Двигатель отработал свое и выключился. После проведения радиоконтроля орбиты оказалось, что результаты в точности соответствуют лабораторным данным. Правда, скептики не уgomонились и выдвинули гипотезу, что изменение орбиты вызвано обычным истечением газа через открытый клапан. Но это предположение не подтвердилось: после второго включения по команде с Земли двигатель проработал еще 170 часов, подняв орбиту «Метеора-10» на 15 км. ОКБ «Факел» отлично справилось со своей задачей: ресурс был превышен почти вдвое.

Китай, Европа, США сегодня наперегонки покоряют космические просторы. Австралия, похоже, не собирается оставаться в стороне. Физики из Австралийского национального университета получили грант на 3,1 миллиона долларов, который будет потрачен на дальнейшую разработку плазменного двигателя Helicon Double Layer Thruster. Планируется, что двигатель будет установлен на борт одного из европейских спутников, и в 2013 году будут осуществлены первые испытания.

Для решения земных задач поле деятельности плазменных двигателей огромно. Уже сейчас СПД в соответствующем исполнении используются для обработки различных поверхностей – из металла, стекла, полупроводников. Но, по-видимому, область их применения будет несравненно шире, тем более, что мощность подобных систем может быть увеличена в тысячи раз [2].

Библиографические ссылки

1. URL: <http://topwar.ru/10552-tyazhelym-raketnym-dvigatelyam-na-zamenu-pridet-ektoplazma.html>.
2. Успенский Г. П. Космонавтика XXI. URL: <http://www.airbase.ru/books/authors/rus/u/uspenskiy-g-r/space21/>.
3. Максимов А. И. Историческая одиссея или краткая история развития ракетной техники и космонавтики. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. 213 с.

© Волков Д. О., Ганущенко А. П., 2012

УДК 658.26; 621.165.1

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

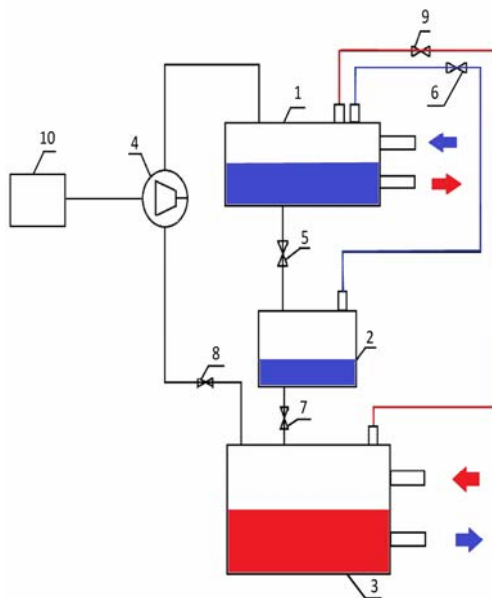
ПАРОТУРБИННАЯ УСТАНОВКА С БЕЗНАСОСНОЙ СИСТЕМОЙ ПОДАЧИ РАБОЧЕГО ТЕЛА ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОГО ТЕПЛА

Оценены перспективы использования паротурбинных установок на низкокипящем рабочем теле в качестве потребителей низкопотенциальных источников энергии. Произведён термодинамический анализ установки.

В последние 30 лет все большую силу набирает проблема энергетического кризиса. По оценкам учёных [1], спад добычи энергоёмких полезных ископаемых наступит в ближайшие десятилетия, а энергетическая зависимость человечества с каждым годом возрастает. Одним из решений данной проблемы может послужить использование альтернативной энергетики или модернизация существующей.

Техническая сторона вопроса подразумевает использование низкопотенциального тепла. Его источниками могут являться: энергия солнца, термальные воды, выбросы ТЭС, перегревающиеся компьютерные серверы и т. п.

Предложена схема паротурбинной установки (ПТУ), которая является косвенным аналогом установки, спроектированной [2]. Принципиальное отличие нашей установки заключается в безнасосной системе подачи низкокипящего рабочего тела (НРТ) (см. рисунок).



Пневмогидравлическая схема установки

Установка работает по замкнутому циклу: из конденсатора 1 в ресивер 2 под действием силы тяжести сливается рабочее тело по трубе через клапан 5. Равенство давлений между конденсатором и ресивером поддерживается уравнивающей линией с клапаном 6. После слива рабочего тела клапаны 5 и 6 закрываются, а клапан 7 открывается и рабочее тело сливается в испаритель 3, после чего клапаны 9 и 7 закрываются. К испарителю 3 подводится низкопотенциальное тепло (порядка 60–90°C), и в результате нагрева рабочее тело закипает. Давление в испарителе достигает 2,5–3 МПа. После чего клапан 8 открывают, происходит изэнтропийное расширение на турбине, турбина вращается и на генераторе вырабатывается электрическая энергия. После расширения на турбине рабочее тело поступает в конденсатор 1, клапан 8 закрывается, начинается подача охлаждающей жидкости и рабочее тело конденсируется. Цикл повторяется.

Был проведен термодинамический анализ цикла, который показал КПД, равный 16,7 %, при использовании в качестве рабочего тела фреона марки R22. Таким образом, при затрате 5 кВт тепловой мощности бросового источника эффективная мощность турбины составит 835 Вт.

Результаты проведенных исследований показали актуальность исследований ПТУ НРТ. Термодинамический анализ выявил КПД, равный 16,7 %. Это приемлемый показатель для установок подобного рода.

Разработка подобных установок является перспективным направлением малой энергетики.

Библиографические ссылки

1. Макаров О. Когда настанет «пик-ойл» // Популярная механика. 2010. № 5 (91). С. 32–40.
2. Ходенков С. А. [и др.]. Разработка экспериментального стенда паротурбинной установки на низкокипящем рабочем теле // Решетневские чтения: материалы науч. конф. СибГАУ. Красноярск, 2010. Ч. 1. С. 131–132.

© Гайнутдинов А. В., Каменюк О. В., 2012

УДК 629.78

П. А. Григорьев, П. О. Агеев
Научный руководитель – М. В. Кубриков
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПРОБЛЕМЫ УСТРАНЕНИЯ «КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА»

Законы гравитации заставляют большую часть космического мусора накапливаться в околоземном пространстве. В статье представлен обзор возможных решений борьбы с космическим мусором.

Казалось бы космос – пространство огромное и мусор в нем – капля в море. Чем же космический мусор так плох? Прежде всего, это вопрос безопасности, ведь современная защита космических аппаратов способна выдержать попадание микрометеоритов диаметром лишь до 1 см. Даже если исключить из списка угроз мусор, за которым следят с Земли, останется

более 50 тыс. опасных частиц мусора диаметром больше 1 см, которые движутся с огромной скоростью. Любая из них может неожиданно пробить борт космического аппарата и вызвать разрушения, сравнимые с попаданием бронебойного малокалиберного снаряда [1].

К сожалению, уже есть множество случаев столк-

новения космических аппаратов с мусором. Так, частица мусора 1 см в диаметре пробила антенну телескопа «Хаббл». Российскому спутнику «Экспресс АМ11» повезло меньше: в 2006 г. удар микроскопической частицы мусора повредил систему терморегулирования, в результате чего спутник вышел из строя и на некоторое время оставил Дальний Восток без телевидения.

Самую богатую историю «обстрелов» накопили американские шаттлы. Наиболее известен случай, который произошел в 2006 г. с шаттлом Atlantis, когда небольшая частица космического мусора пробила панель радиатора, одну стенку грузового отсека и застряла в противоположной. В следующем году дыру в несколько сантиметров получил и шаттл Endeavour [2].

Космический мусор может спровоцировать катастрофу, угрожающую здоровью и жизни людей. Насколько она вероятна? Это можно оценить, взглянув на некоторые цифры: на высотах между 788 и 1000 км летает около 1100 спутников и 370 тыс. частиц космического мусора, каждая из которых может вывести спутник из строя. Вероятность столкновения с достаточно крупным объектом на такой высоте составляет от 15 до 30 % на протяжении 150 лет. Пока статистика радует – спутники погибают от мусора в среднем раз в десять лет. Однако это стоит огромных финансовых затрат, которые включают бронезащиту аппаратов и постоянный мониторинг космического пространства [3].

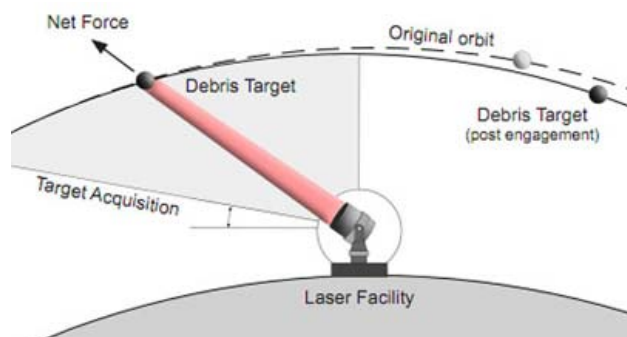
Очистка орбиты – наиболее сложная, и одновременно интересная часть решения проблемы космического мусора. В рамках многочисленных инициатив и конкурсов разработаны десятки оригинальных проектов по «генеральной уборке» околоземного пространства. Вот некоторые из проектов, реализация которых, возможна в ближайшее время [4].

Специалист НАСА по космическому мусору Николас Джонсон (Nicholas Johnson) несколько лет назад активно продвигал идею использования для очистки орбиты огромного шара из аэрогеля [5].

Сфера NERF диаметром 1,6 км, состоящая из сверхлегкого пористого материала, должна принимать на себя удары частиц мусора и замедлять их. Таким образом, происходит постепенное снижение скорости движения мусора и очистка орбиты.

Перспективная технология очистки околоземного пространства – применение высокоэнергетических лазеров. Суть такой «уборки» заключается в нагреве частицы мусора лазерным лучом, в результате чего испаряется микрослой материала и создается реактивная сила. Современные лазеры производят от 100

импульсов в секунду, что позволяет создать достаточно большую совокупную тягу. Если применить ее в нужный момент, можно снизить высоту орбиты частицы мусора до 200 км. На этой высоте трение об атмосферу настолько велико, что космический мусор будет уничтожен за несколько часов.



Применение высокоэнергетических лазеров

«Грязной» работы по уборке околоземного пространства человечеству не избежать – в противном случае мы просто сами закроем дверь в космос. Причем время не терпит. Так, из-за выброса парниковых газов, термосфера Земли (высота от 80 до 800 км) охлаждается. Соответственно, падает ее плотность, что замедляет естественные процессы очистки низкой околоземной орбиты. По подсчетам ученых из Университета Саутгемптона, уже сегодня и без того немалый срок падения неуправляемых космических объектов увеличился на 25 %. Выбор небогат: либо начинать генеральную уборку в космосе, либо отказываться от его освоения [6].

Библиографические ссылки

1. URL: <http://www.newsland.ru/news/detail/id/699752/>.
2. Всемирная энциклопедия космонавтики. М. : Военный парад, 2002.
3. Киселёв А. И. и др. Космонавтика на рубеже тысячелетий. Итоги и перспективы. М. : Машиностроение, 2002.
4. Исаченко И. И. Тупики космической гонки. М. : Мысль, 1989.
5. Цандер Ф. А. Проблемы межпланетных полетов. М. : Наука, 1988.
6. Рябчиков Е. И. Звездный путь. М. : Машиностроение, 1976.

© Григорьев П. А., Агеев П. О., 2012

УДК 621.454.2.018(075,8)

Ю. Ю. Дюкарев
 Научный руководитель – М. В. Краев
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАСЧЕТ ПРОТИВОПУЛЬСАЦИОННЫХ ПЕРЕГОРОДОК КАМЕРЫ СГОРАНИЯ

Рассмотрена схема камеры сгорания с противопопульсационными перегородками. Описаны преимущества таких камер, а также методика расчета противопопульсационных перегородок. Приведены результаты экспериментальных исследований, которые позволяют оценить правильность выбора необходимых соотношений размера полостей и длины противопопульсационных перегородок.

Поперечное движение волн в камере сгорания можно устранить путем установки разделительных перегородок. Типичная схема камеры сгорания с перегородками на смесительной головке приведена на рис. 1. Плоские ребра перегородок укреплены на центральной ступице и лежат в одной плоскости с осью камеры. Подавляющее большинство используемых на практике ЖРД оснащено перегородками для предотвращения неустойчивости горения.

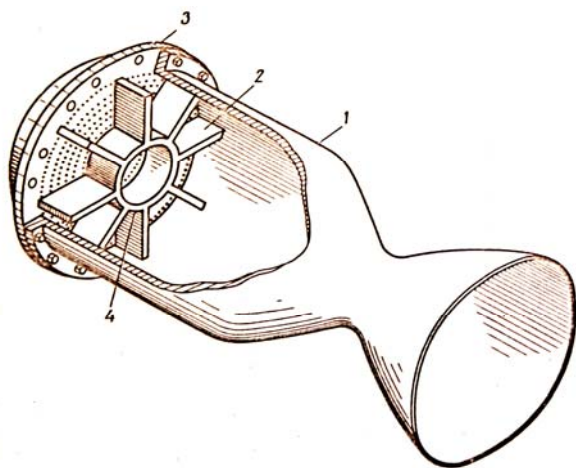


Рис. 1. Камера сгорания с противопопульсационными перегородками:

1 – камера сгорания; 2 – радиальные ребра;
 3 – смесительная головка; 4 – ступица

Известно, что при установке перегородок смещаются резонансные частоты камеры, изменяется характер колебаний давления вблизи форсуночной головки и становится возможной дополнительная диссипация энергии вследствие формирования и разрушения вихрей в плоскостях между ребрами [1].

Для конструктора смесительных головок интерес представляет соотношение между оптимальными значениями длины перегородок и характерными размерами полостей, заключенных между ними, поскольку от этих параметров зависит теплотеплопередача, полнота сгорания, потери давления и работоспособность конструкции.

Экспериментальные исследования показали, что при приближении порядка тангенциальной моды к числу перегородок, длина перегородок и расстояние между ними существенно влияют на скорость затухания колебаний. На рис. 2 представлены данные для двух мод и двух отношений длины перегородки к

диаметру камеры l_n/d_k , которые показывают тенденцию увеличения скорости затухания колебаний с ростом количества перегородок в камере. Демпфирующий эффект увеличения числа перегородок позволяет несколько уменьшить их длину.

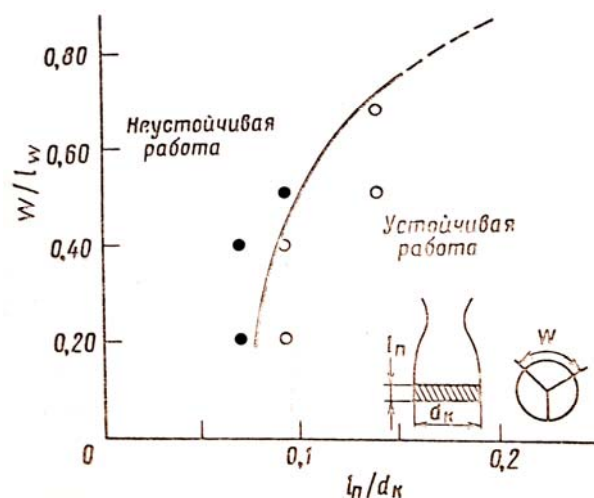


Рис. 2. Влияние на устойчивость изменения характерного размера полостей и длины перегородок (первая тангенциальная мода)

Экспериментальные данные показывают, что максимальное изменение скорости затухания колебаний в камере с противопопульсационными перегородками происходит в диапазоне $0 \leq l_n/d_k \leq 0,1$.

В камере выбраны размеры полостей с соотношением $W/l_w = 32$, что соответствует отношению $l_n/d_k = 0,1$. Таким образом, при диаметре камеры сгорания $d_k = 225$ мм, длина перегородок равна $l_g = 22,5$ мм, что соответствует отношению длине выдвигания крестовых форсунок.

Для достижения наилучшего результата, вместо противопопульсационных перегородок можно применить ряд выдвижных форсунок, что позволит упростить конструкцию камеры сгорания за счет того, что отпадет необходимость дополнительного охлаждения, поскольку форсунки будут охлаждаться компонентами топлива.

Библиографическая ссылка

1. Неустойчивость горения в ЖРД / под ред. Д. Т. Харрье и Ф. Г. Рирдона. М.: Мир, 1975. 870 с.

© Дюкарев Ю. Ю., 2012

УДК 629.444.1

Н. И. Зуев

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

ВЫБОР ЭФФЕКТИВНОГО МЕТОДА ИСПЫТАНИЙ ТУРБОНАСОСНОГО АГРЕГАТА НА ГЕРМЕТИЧНОСТЬ

Рассмотрены методы испытаний турбонасосного агрегата (ТНА) на герметичность.

Герметичность – это свойство конструкции препятствовать проникновению через нее газов, жидкостей, паров. Полную герметичность изделий обеспечить невозможно, так как совершенно герметичных материалов не существует. Характеристикой герметизированного изделия является степень негерметичности, определяемая суммарным расходом вещества через течи данного изделия. Как показал отечественный и зарубежный опыт эксплуатации всех типов КА, степень негерметичности их узлов, систем, отсеков и агрегатов существенно влияет на надежность КА и на обеспечение безопасности экипажа.

Течью называется канал или пористый участок сборочной единицы либо ее элементов, нарушающий их герметичность. Различают понятия утечки и натекания. Утечкой называется проникновение вещества из герметизированной сборочной единицы через течи под действием перепада полного или парциального давления. Натеканием называется проникновение вещества через течи внутрь герметизированной сборочной единицы под действием перепада полного или парциального давления. В КД устанавливаются нормы герметичности сборочных единиц, т. е. наибольшие суммарные расходы вещества через течи данной сборочной единицы, при которых еще обеспечивается ее работоспособное состояние.

Нормы герметичности задаются, а величина течей измеряется в единицах потока, т. е. объемным расходом через течь, приведенным к определенному давлению, в единицу времени. В системе СИ поток Q измеряется в ваттах (Вт) или $\text{м}^3 \cdot \text{Па} \cdot \text{с}^{-1}$. Наиболее важной характеристикой методов испытаний герметичности является чувствительность – минимальный поток пробного вещества, надежно регистрируемый конкретным методом испытаний. Важной характеристикой является точность – возможные пределы отклонения результатов измерения от фактического значения измеряемого потока пробного газа.

Существуют два основных метода испытаний ТНА на герметичность. Метод «баро-аквариума» – вакуу-

мируя объем над поверхностью жидкости и погружением в жидкость испытуемого объекта, находящегося под давлением сжатого газа. Если после выдержки объекта в жидкости в течение 3–5 мин не наблюдается выделение пузырьков, объект считается герметичным. Чувствительность метода аквариума зависит от вязкости технологической жидкости. При использовании жидкости с малой вязкостью чувствительность выше (до $5 \cdot 10^{-7}$ Вт), а при использовании более вязких жидкостей – снижается до $5 \cdot 10^{-6}$ Вт.

Метод, при котором испытуемое изделие помещают в вакуумную камеру. Данный способ испытания на герметичность более чувствителен и точен, так как в этом случае применяют более чувствительную и точную измерительную аппаратуру – вакуумметры, а перепады температуры и атмосферного давления не влияют на измеряемый параметр. Чувствительность данного способа составляет $1 \cdot 10^{-6} \dots 1 \cdot 10^{-2}$ Вт.

Турбонасосный агрегат представляет собой сложную конструкцию и предъявляет высокие требования по герметичности. Проанализировав два способа испытаний имеем, что метод вакуумной камеры является оптимальным, так как чувствительность данного метода выше, что позволяет выполнить требования по герметичности установленные в КД.

Библиографические ссылки

1. *Технология производства жидкостных ракетных двигателей : учебник / В. А. Моисеев, В. А. Тарасов, В. А. Колмыков, А. С. Филимонов ; под ред. В. А. Моисеева и В. А. Тарасова. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. 381 с. : ил.*
2. *Теория и расчет агрегатов питания жидкостных ракетных двигателей : учебник / Б. В. Овсянников, Б. И. Боровский. 3-е изд., перераб. и доп. М. : Машиностроение, 1986. 376 с.*

© Зуев Н. И., 2012

УДК 621.45.01

Д. А. Колмакова, Г. М. Попов, А. В. Кривцов
Научный руководитель – В. Н. Матвеев
Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С. П. Королева
(Национальный исследовательский университет), Самара

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОВЕРШЕНСТВА ДВУХ ВАРИАНТОВ ИСПОЛНЕНИЯ ВЫХЛОПНОЙ СИСТЕМЫ НАЗЕМНОГО ГТД

Проведено расчетное исследование гидравлических характеристик двух вариантов выхлопной шахты ГПА-32 «Ладога».

Для каждого варианта геометрии (рис. 1, 2) был создан проект в среде Ansys Workbench, представляющий собой последовательный процесс построения сетки конечных элементов, задания граничных условий, решения задачи и анализа результатов расчета. Все расчеты велись с учетом сжимаемости рабочего тела и изменением его вязкости с температурой.

В качестве модели турбулентности была принята модель k-ε. Расчет велся в стационарной постановке. В качестве рабочего тела использовался воздух, подчиняющийся закону идеального газа. Изменение вязкости рабочего тела от температуры учитывалось с помощью формулы Сазерленда.

В расчете были приняты следующие граничные условия:

- на входе в расчетную зону задавались полная температура, расход воздуха и угол входа потока (90°);

- на выходе из домена задавалось атмосферное давление.

В результате расчета были получены поля распределения параметров в расчетной области (рис. 3–6), а также интегральные параметры.

Для первого варианта геометрии системы выхлопа ГПА-32 «Ладога» падение полного давления составило 409 Па. Для второго варианта геометрии – 397 Па.

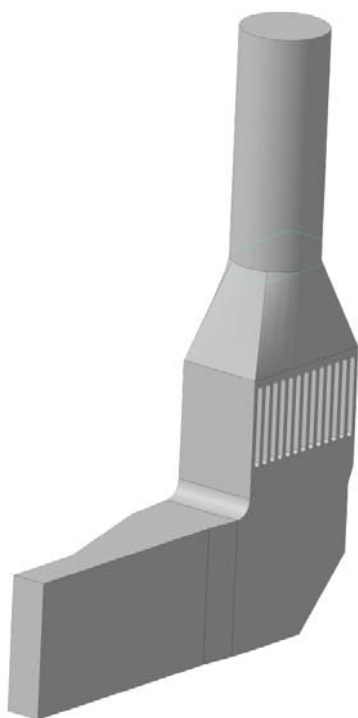


Рис. 1. Вариант 1 исполнения выхлопной системы ГПА-32 «Ладога»

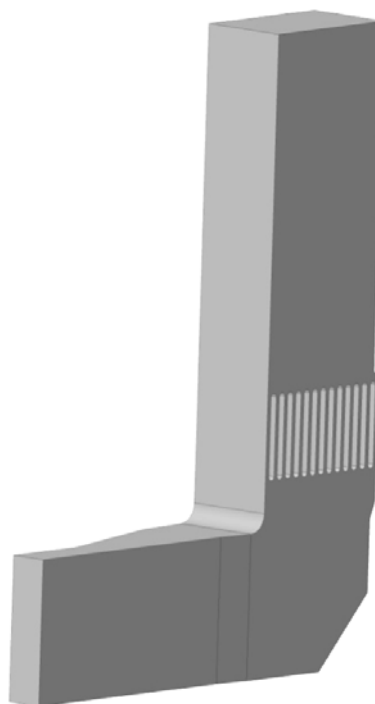


Рис. 2. Вариант 2 исполнения выхлопной системы ГПА-32 «Ладога»

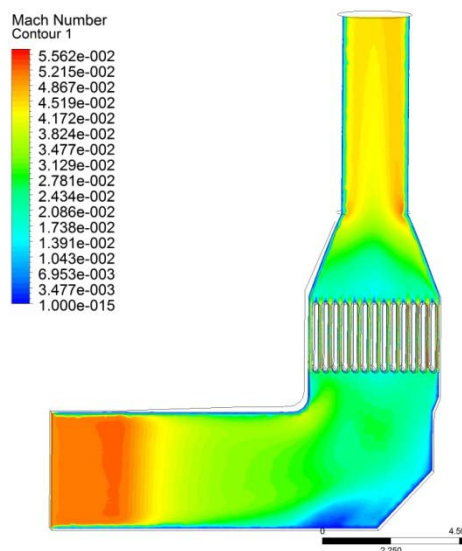


Рис. 3. Поле распределения чисел Маха в первом варианте исполнения выхлопной системы ГПА-32 «Ладoga»

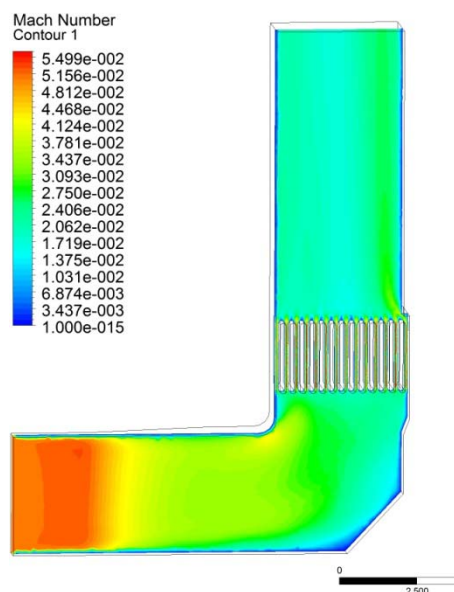


Рис. 4. Поле распределения чисел Маха во втором варианте исполнения выхлопной системы ГПА-32 «Ладoga»

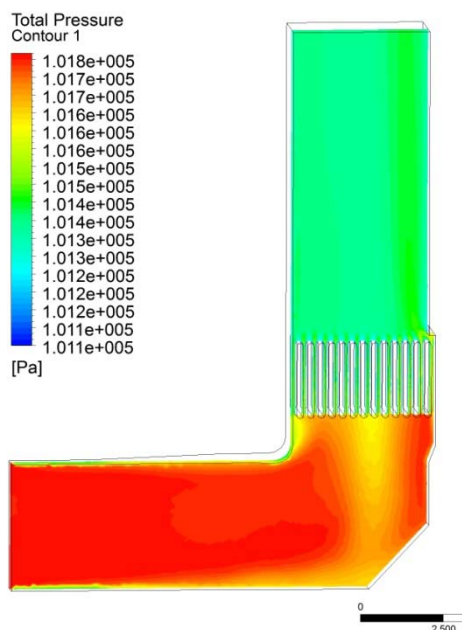


Рис. 5. Поле распределения полного давления в первом варианте исполнения выхлопной системы ГПА-32 «Ладoga»

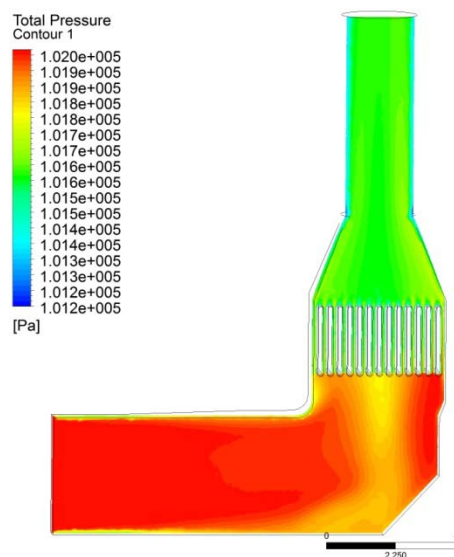


Рис. 6. Поле распределения полного давления во втором варианте исполнения выхлопной системы ГПА-32 «Ладoga»

Таким образом, на основании полученных результатов расчета можно сделать вывод о том, что оба рассмотренных параметра имеют близкие гидравлические характеристики, однако второй вариант имеет потери на 3 % меньше, чем первый. Данный резуль-

тат, по-видимому, связан с дополнительным торможением потока и потерями у конического перехода.

© Колмакова Д. А., Попов Г. М.,
Кривцов А. В., 2012

УДК 621.45.01

А. В. Кривцов
 Научный руководитель – В. Н. Матвеев
 Самарский государственный аэрокосмический университет
 имени академика С. П. Королева
 (Национальный исследовательский университет), Самара

ВЫБОР МОДЕЛИ ТУРБУЛЕНТНОСТИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА В МНОГОСТУПЕНЧАТОМ КОМПРЕССОРЕ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ NUMECA

Описывается выбор модели турбулентности, использование которой позволяет получить наилучшее сопоставление с экспериментальными данными, для расчета рабочего процесса в многоступенчатом осевом компрессоре в программном комплексе Numeca.

Исследования проводились на примере семиступенчатого компрессора высокого давления, спроектированного и испытанного в ОАО «Кузнецов». Расчетная модель была создана в программном комплексе NUMECA *Fine Turbo*. Она состоит из нескольких доменов соответствующих ВНА, РК, НА и средней опоре рассматриваемого компрессора. Домены расположены в том порядке, в котором рабочее тело движется через компрессор (рис. 1). Геометрия каждого домена состояла только из одного межлопаточного канала. При построении геометрии расчетной области были смоделированы галтели и радиальные зазоры.

При построении конечноэлементных сеток всех венцов использована сетка топологии *O4H*. Количество элементов для всех ЛВ вдоль лопатки было принято равным 89, количество элементов в *O* – подслое – 29, размер элемента ближайшего к стенке – 0,001 мм, фактор роста в *O*-подслое от 1,2 до 1,3. Количество элементов для всех венцов по высоте лопатки принято равным 57, по высоте радиального зазора – 17. Итоговая конечноэлементная сетка расчетной модели каскада компрессора содержит 8183960 элементов. Среднее количество элементов в каждом венце – 495000. Минимальный угол скошенности составляет 21,7°.

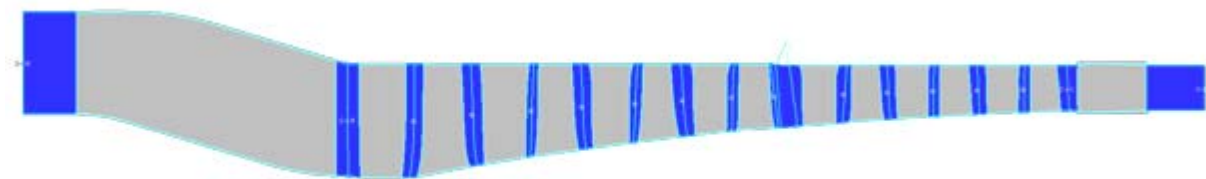


Рис. 1. Меридиональное сечение расчетной области созданной расчетной модели в программе Numeca

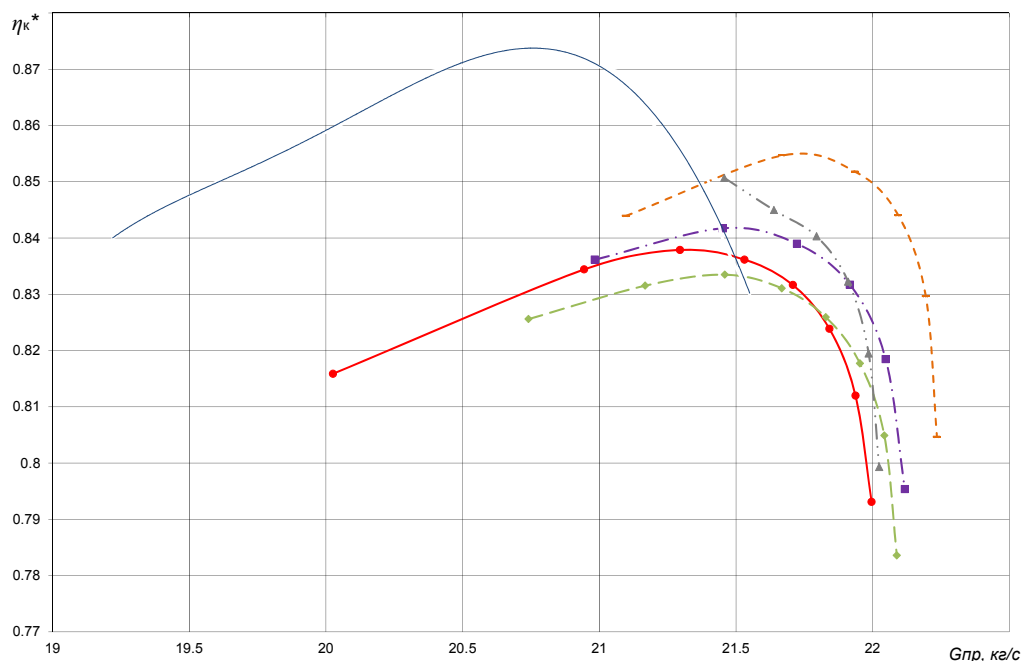


Рис. 2. Сопоставление расчетных и экспериментальных КПД и напорных характеристик компрессора, полученных при $n_{пр} = 7000$ об/мин

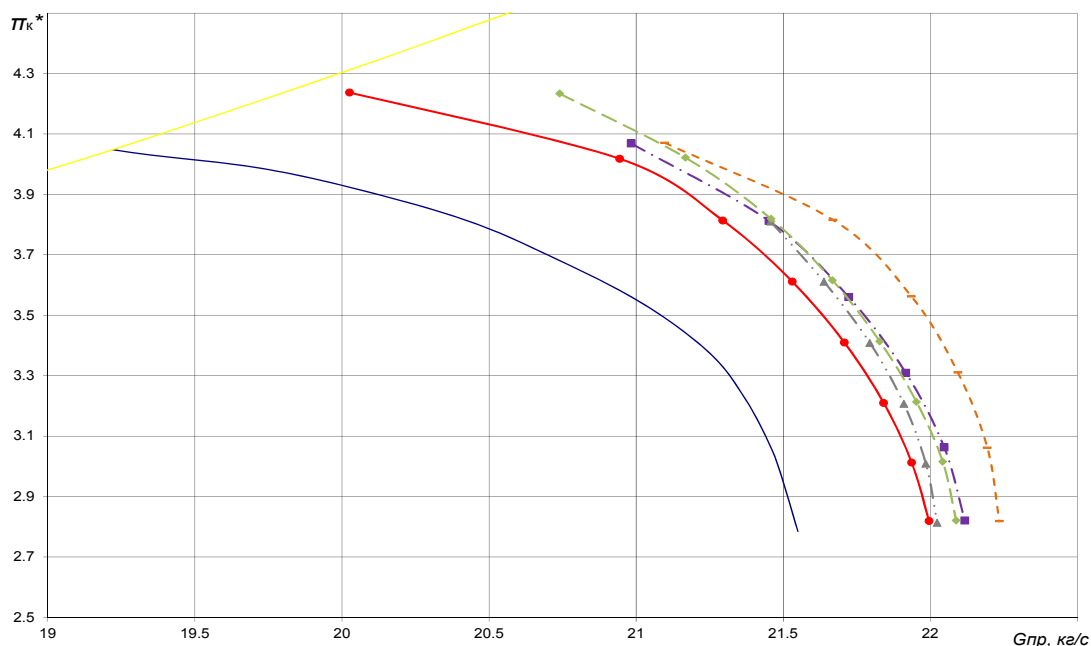


Рис. 2. Окончание

Всего в ходе исследования рассматривалось 5 моделей: Spalart – Allmaras, $k - \epsilon$ (Extended Wall Function), $k - \epsilon$ (Low Re Yang – Shih), SST, SST Transitional. Выбор данных моделей турбулентности для исследования обусловлен анализом литературы по вычислительной газовой динамике и моделированию течения в турбомашинах.

Характеристики компрессора, полученные с использованием различных моделей турбулентности, представлены на рис. 2. Там же приведены точки, полу-

ченные при экспериментальном исследовании компрессора в ОАО «Кузнецов». Из анализа полученных данных следует, что характер протекания КПД – характеристик для всех моделей турбулентности одинаков и отличается только уровнем КПД. Результаты, наиболее близкие к экспериментальным показывает расчетная модель использующая модель турбулентности $k - \epsilon$ (Low Re Yang – Shih).

© Кривцов А. В., 2012

УДК 621.454.2.01

И. А. Куимов

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

ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ МЕТАНОВЫХ ПРОЕКТОВ

Рассматривается проблема разработки жидкостных ракетных двигателей на топливе жидкий кислород – жидкий метан. Дан обзор современного состояния проблемы.

Глобальная тенденция ограничения стоимости космических услуг и обеспечение их экологической безопасности ставит перед конструкторами задачу созданию жидкостных ракетных двигателей (ЖРД) на экологически чистых, дешевых компонентах при максимально возможном использовании элементов существующих двигателей, конструкторского, материального, технологического и производственного задела.

Одним из таких путей является создание новых двигателей на базе существующего кислородно-водородного ЖРД путем замены дорогого компонента водорода, более дешевым, сжиженным природным газом с содержанием метана 90...98 %.

За рубежом большое внимание криогенным углеводородным горючим вообще и природному газу (ме-

тану) в частности уделялось во время поиска путей создания оптимальных ЖРД для первой ступени многоразовых транспортных космических систем. В частности, теоретически рассматривался ЖРД тягой 340 тс на Земле с многоступенчатым сгоранием топлива «жидкий кислород – жидкий метан» типа модифицированного маршевого двигателя SSME системы Space Shuttle.

Отечественные разработчики заинтересовались метаном в середине 1990-х годов. Занимая «нишу» между керосином и водородом, метан позволяет достаточно просто создавать двигатели любой принципиальной схемы: замкнутой с окислительным газогенератором (ГГ), замкнутой с восстановительным ГГ, открытой (незамкнутой) и даже такой экзотической

для отечественного двигателестроения схемы, как т.н. «расширительная» или теплообменная, когда жидкий метан, проходя рубашку охлаждения камеры сгорания, газифицируется и вращает турбину ТНА, а потом сбрасывается в камеру сгорания и дожигается там.

В России ЖРД на природном газе и метане разрабатывают ИЦ имени М. В. Келдыша, НПО «Энергомаш», КБ «Химмаш», ФПГ «Двигатели НК», НИИМаш и КБ «Химв автоматики».

Для КБ «Химмаш» основным направлением по созданию двигателя стала замена жидкого водорода на СПГ, применительно к кислородно-водородному двигателю КВД-1, тягой 7,5 тс, замкнутой схемы с дожиганием восстановительного газогенераторного газа, 22 августа 1997 состоялись огневые испытания полноразмерного двигателя.

Разработка программы испытаний двигателя и соответственно доработка двигателя проводились с учетом: минимального финансирования работ для изготовления необходимой материальной части; характеристик стенда; недостаточного опыта использования компонентов ЖК + СПГ в полномасштабном двигателе замкнутой схемы; необходимости накопления знаний для решения инженерно-технических проблем и создания двигателя на данных компонентах.

Двигатель отработал заданное время, замечаний по состоянию материальной части после испытания не было. Получен удельный импульс порядка 370 с, что на 15–20 с больше, чем у высотного кислородно-керосинового двигателя [1]. Кроме того, в отличие от керосина, СПГ практически не токсичен. Пятна пролива природного газа быстро испаряются, не нанося вреда окружающей среде. В целом результаты этих испытаний позволили определить основные принципы разработки двигателя и его агрегатов при использовании в качестве компонентов ЖК + СПГ и перейти в 2006 г. к следующему этапу исследования: разработке, изготовлению и испытанию двигателя С5.86.

В мае 2007 года было проведено успешное испытание ЖРД, работающего на компонентах топлива кислород – сжиженный природный газ (СПГ), разработки ФГУП КБ «Химмаш». Продолжительность испытания составила 69 секунд. Данное испытание проводилось в рамках работ по Федеральной космической программе России по созданию ракетных двигателей для перспективных космических средств выведения, в том числе многоразовых, а также в интересах российско-французского сотрудничества в области перспективных средств выведения «УРАЛ».

29 сентября 2010 г. на стенде НИЦ РКП состоялось огневое ресурсное испытание двигателя-демонстратора С5.86.1000-0 № 2. Цели: подтверждение работоспособности двигателя на длительном включении при различных сочетаниях отношений компонентов и давлений в камере; контроль накопления (или подтверждение отсутствия накопления) твердой фазы на внутренних поверхностях газового тракта, включая внутренние поверхности газогенератора, газовада, турбины, форсуночной головки каме-

ры сгорания, и отсутствия коксовых отложений в тракте охлаждения. Была достигнута рекордная продолжительность работы двигателя такой размерности на новой топливной паре при однократном включении – 1160.38 сек. Давление в камере ЖРД при испытании на основном режиме составляло от 50 до 60 кгс/см², соотношение компонентов топлива – от 2.84 до 3.04.

Также было отмечено, что создание двигателя на компонентах ЖК + СПГ требует продолжения научно-исследовательских, теоретических и экспериментальных работ, направленных на оптимизацию технических решений по обеспечению запуска, управления и регулирования, моделирование режимов работы двигателя и обеспечение его работоспособности. При этом основными проблемами, которые целесообразно решить до перехода к опытно-конструкторской разработке (или одновременно с этим), являются:

- экспериментальная проверка отсутствия накопления твердой фазы при достаточно длительных включениях и после штатного останова, как в тракте охлаждения камеры, так и в газовом тракте (для этого требуется установка на стенд соответствующих емкостей);
- разработка математической модели двигателя с учетом полученных экспериментальных данных;
- проверка сходимости характеристик основных агрегатов (камеры, газогенератора, турбонасосного агрегата) при их использовании, проверках и настройке на воде, СПГ;
- более глубокая оптимизация системы запуска двигателя;
- экспериментальная проверка возможного влияния состава природного газа на характеристики основных агрегатов;
- получение экспериментальных данных по охлаждающим свойствам СПГ, характеру изменения параметров гидравлического тракта камеры на различных режимах работы камеры (при различных температурах и давлениях) [2; 3].

Библиографические ссылки

1. Энергетические возможности кислородно-метановых ЖРД с дожиганием восстановительного газа / И. А. Клепиков, А. В. Цветова, В. Т. Буканов, В. В. Мирошкин и др. М. : НПО Энергомаш, 2001. С. 3–11.
2. ЖРД на метановом горючем. История, состояние и перспектива / И. А. Клепиков, В. Т. Буканов, В. В. Мирошкин и др. // Сб. трудов НПО Энергомаш. 2000. № 18. С. 192–204.
3. Морозов В. И., Заславский Е. Л., Морозов Р. Ф., Орлов Н. Н., Смирнов И. А., Яковлев А. Г. Российские жидкостные ракетные двигатели на экологически чистых компонентах топлива для разгонных блоков ракет-носителей // Междоунар. науч. журнал «Альтернативная энергетика и экология». № 3. 2008.

© Куимов И. А., 2012

УДК 532.5(031)

Т. А. Петрожицкий
Научный руководитель – М. В. Краев
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СТАБИЛИЗАЦИЯ ГАЗОВОГО ПОТОКА В ДЕФЛЕКТОРНЫХ ПЕРЕГОРОДКАХ

Рассматриваются возможности использования дефлекторных перегородок в камере ЖРД. Приводятся схемы набегающей струи на дефлекторную перегородку и распределения скоростей по средней линии сечения.

В камере двигателя с дожиганием генераторного газа поток газа из предкамерной турбины поступает неравномерно в смесительную головку камеры сгорания двигателя. Для выравнивания газового потока применяют дефлекторные перегородки (рис. 1).

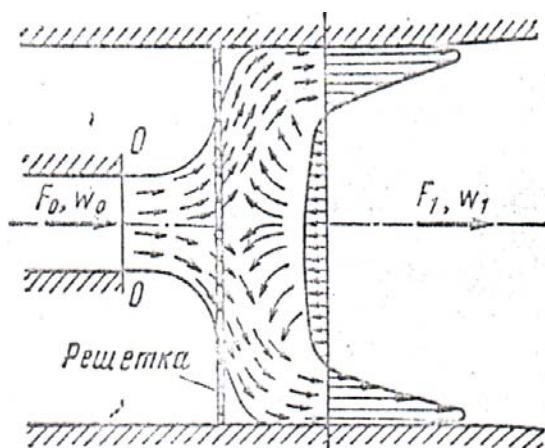


Рис. 1. Схема набегающей струи на дефлекторную перегородку

Степень выравнивающего действия препятствий зависит от их геометрических параметров (коэффициента живого сечения, относительной толщины и т. д.).

Поскольку эти параметры определяют коэффициент сопротивления препятствий, то в результате степень выравнивающего действия (степень растекания среды) является функцией коэффициента сопротивления:

$$\xi = \Delta p / \frac{\rho \omega_2^2}{2}.$$

Чем больше коэффициент сопротивления препятствия, тем выше степень растекания среды по его фронту. При растекании текущей среды по фронту решетки линия тока искривляется.

Поскольку решетка тонкостенная, то ее отверстия не имеют направляющих поверхностей и поперечное (радиальное) направление линий тока неизбежно сохраняется после протекания среды через отверстие.

Однако это вызывает дальнейшее растекание среды, т. е. ее перемещение в радиальном направлении (рис. 2). Чем больше коэффициент сопротивления решетки, тем резче искривление линий тока при растекании струи по ее фронту, а, следовательно, тем значительней отклонение к периферии струек, выходящих из отверстий решетки.

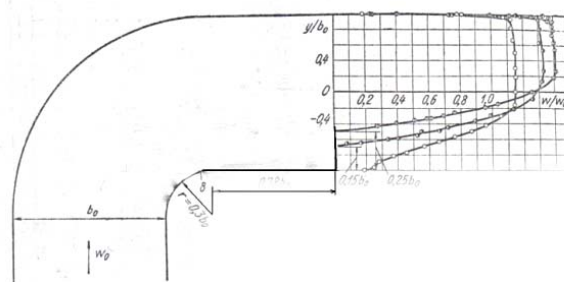


Рис. 2. Схема распределения скоростей по средней линии сечения

При увеличении коэффициента сопротивления решетки до определенного значения наступает момент, когда все струйки отклоняются от периферии, следуя дальше поступательно только вдоль стенки канала, в то время как в центральной части сечения уже не только нет поступательной скорости, но появляются обратные токи, увлекаемые периферийными струйками.

Таким образом, за решеткой устанавливается выравненный, а иногда «перевернутый» профиль скоростей.

Библиографические ссылки

1. Чаплыгин С. А. Собр. соч. Т. 2. М. ; Л., 1948. С. 19–137.
2. Краснов Н. Ф., Кошевой В. Н., Калугин В. Т. Аэродинамика отрывных течений. 1988. 353 с.

© Петрожицкий Т. А., 2012

УДК 621.45.01

Г. М. Попов, Д. А. Колмакова
 Научный руководитель – О. В. Батурин
 Самарский государственный аэрокосмический университет
 имени академика С. П. Королева
 (Национальный исследовательский университет), Самара

ЭСКИЗНЫЙ ПРОЕКТ МАЛОРАЗМЕРНОГО ГТД ДЛЯ БПЛА С ВЗЛЕТНОЙ ТЯГОЙ 400 Н

В ходе выполнения работы был спроектирован ГТД с взлетной тягой 400Н, предназначенный для установки на беспилотные летательные аппараты.

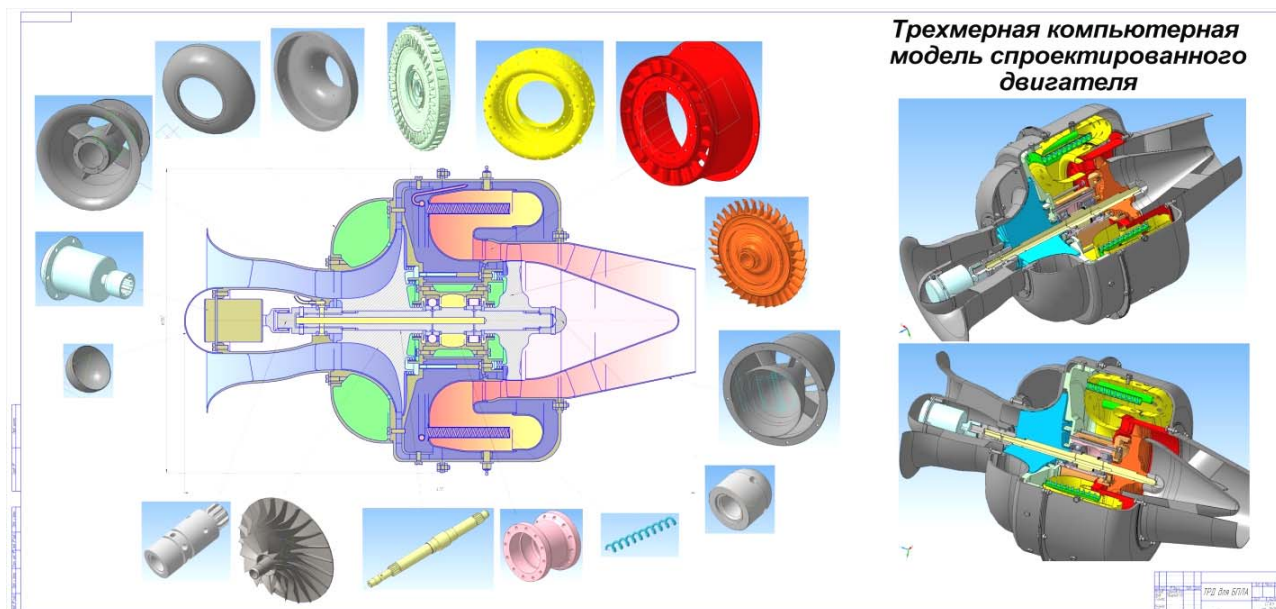
Для двигателя был проведен проектный термодинамический расчет, спроектированы компрессор, турбина, разработана конструкция и создана 3D CAD модель, проведены прочностные расчеты.

Спроектированный двигатель представляет одно-вальный ТРД. Полный ресурс двигателя 100 часов. В качестве топлива используется керосин. При запуске, для упрощения розжига применяется природный газ.

Компрессор одноступенчатый центробежный.

Камера сгорания кольцевая противоточная с испарительными форсунками. Подвод топлива внутрь испарительных трубок осуществляется через топливный коллектор, который расположен между внутренним корпусом и передней частью жаровой трубы.

Турбина газогенератора одноступенчатая, неохлаждаемая. Лопатки РК неохлаждаемые, безбандажные выполнены как единое целое с диском.



Эскизный проект ГТД для БПЛА с взлетной тягой 400 Н

© Попов Г. М., Колмакова Д. А., 2012

УДК 621.454.034

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

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЖРД НА ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ КОМПОНЕНТАХ ТОПЛИВА

Рассматривается термодинамический расчет, в данной работе приведен анализ двухкомпонентного экологически чистого ракетного топлива.

Ракетные двигатели за сравнительно короткий срок достигли значительного совершенства и весьма высоких, близких к пределу параметров, превысить

которые можно только применяя принципиально новые схемы энергопреобразования, материалы и технологии. Надежность и экологическая безопасность

стали основными показателями качества проектируемых двигателей. Из схемных решений предпочтение отдается тем, в которых минимизируется число потенциально опасных агрегатов и увеличивается доля хорошо отработанных и показавших на практике высокую надежность технических решений с ориентацией на современные материалы и технологии. В настоящее время продолжается развитие и совершенствование ракетных двигателей в направлении увеличения надежности, удельного импульса, уменьшения удельной массы, снижения стоимости, снижения или устранения вредного экологического воздействия на окружающую среду. Одним из направлений совершенствования является разработка новых компонентов топлива.

К компонентам ракетных топлив предъявляются весьма разнообразные, многочисленные и порой противоречивые требования. Они не могут быть удовлетворены одновременно ни одним из известных химических веществ или их смесей. Но определяющим показателем при выборе ракетных топлив является их эффективность, основным показателем которой является удельный импульс [1].

Природный газ как горючее с начала космической эры привлекал к себе внимание двигателистов. Сжиженный природный газ (СПГ) на 90 % и более состоит из метана. Метан – бесцветный газ, без запаха. Малорастворим в воде, легче воздуха. Метан нетоксичен и неопасен для здоровья человека. Накапливаясь в закрытом помещении, метан взрывоопасен. В лаборатории получают нагреванием натронной извести (смесь гидроксидов натрия и кальция) или безводного гидроксида натрия с ледяной уксусной кислотой. Горит в воздухе голубоватым пламенем, при этом выделяется энергия около 39 МДж на 1 м³. С воздухом образует взрывоопасные смеси при объёмных концентрациях от 5 до 15 процентов. Плотность: газ (0 °С, 1013 гПа) 0,72 кг/м³; жидкость (–161,6 °С) 0,42 г/см³. Керосин – прозрачная, слегка маслянистая на ощупь, горючая жидкость, получаемая путем перегонки или ректификации нефти. Плотность 0,78–0,85 г/см³ (при 20 °С), вязкость 1,2–4,5 мм²/с (при 20 °С), температура вспышки 28–72 °С, теплота сгорания ок. 43 МДж/кг. Жидкий кислород – это прозрачная голубоватая жидкость. В качестве окислителя жидкий кислород применяется в сочетании с углеводородными горючими, жидким водородом в большинстве современных РН среднего и тяжелого класса. Жидкий кислород – нетоксичный продукт, но при работе с ним должны использоваться защитные средства, предохраняющие от обморожения. Сравнивая метан и керосин можно сделать вывод, что по плотности метан почти в два раза легче керосина, но он не ядовит и коррозионно пассивен. Энергетическая ценность его выше, чем у керосина. По стоимости получения СПГ он сопоставим с керосином и даже дешевле его. Поэтому разработка ЖРД на экологически

чистых компонентах топлива: метан в паре с жидким кислородом отвечает тенденциям развития современных ракет-носителей. При замене керосина сжиженным природным газом (метаном) некоторое преимущество в удельном импульсе дает возможность получить выигрыш в массе полезного груза. Для многоразовых носителей метановое топливо выгодно и из-за своей относительно малой удельной стоимости. Кроме того, в отличие от керосина (и его современных токсичных синтетических производных типа «синтина»), пятна пролива жидкого природного газа быстро испаряются, не нанося вреда окружающей среде.

По мнению отечественных специалистов, использование сжиженного природного газа (метана) позволяет:

- обеспечить безопасность окружающей среды даже при аварийном сливе компонентов топлива;
- повысить удельный импульс тяги и улучшить энерго-массовые характеристики РН;
- повысить эффективность охлаждения камеры сгорания;
- упростить межпусковую обработку топливных трактов;
- снизить стоимость горючего;
- обеспечить длительность использования сырьевой базы при наличии больших природных запасов горючего;
- обеспечить доступность природного газа для любых национальных программ;
- облегчить создание двигателя любой принципиальной схемы (с окислительным или восстановительным газогенератором);
- использовать материалы, технологии и оборудование, присущие криогенной технике.

Задачей работы является исследование эффективности двухкомпонентных экологически чистых топлив при идентичных условиях: $P_k = 12$ МПа, $P_n = 0,01$ МПа, $P_a = 0,02$ МПа, $P = 80$ кН.

При сравнительном анализе топлива а «жидкий метан + жидкий кислород» и «керосин + жидкий кислород» было выявлено: массы окислителя, горючего и топлив в целом, а также построенный профиль сопла для них сопоставимы [2]. Следовательно, целесообразнее использовать в качестве горючего жидкий метан вместо керосина, так как максимальное значение удельного импульса в этом случае выше.

Библиографические ссылки

1. Горностаев В. И. Термодинамический расчет двигателя. САА. Красноярск, 1994.
2. Дорофеев А. А. Основы теории тепловых ракетных двигателей. Теория, расчет и проектирование: учебник для авиа- и ракетостроительных специальностей вузов. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. 463 с.

© Рыбакова В. Н., Мехтиев А. С., 2012

УДК 621.454.2

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

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРПУСОВ НАСОСОВ ЖРД

В технологии изготовления корпусов насосов основополагающими факторами является применение новых, часто труднообрабатываемых материалов с уникальными свойствами и современного технологического оборудования, что в свою очередь позволяет выполнять высокие требования, предъявляемые заказчиком, к организации, технологии и культуре производства.

Корпус насоса ЖРД работает в среде агрессивных жидкостей, какими являются высококипящие окислители топлив ЖРД и криогенные низкокипящие жидкости, а также испытывает перепады давления (низкие на входе и высокие на выходе), что в свою очередь, приводит к значительным нагрузкам на стенки корпуса насоса. В связи с особенностями среды, в которой работает корпус насоса, мы можем сформулировать требования к нему: высокая износостойкость, прочность и герметичность; хладостойкость; высокая точность посадочных мест, их сносность, перпендикулярность к оси и параллельность торцевых поверхностей относительно друг друга; минимальные габариты и масса; высокая надежность; низкая себестоимость; низкий уровень пульсаций и вибраций.

По технологии изготовления корпуса насосов можно выделить две группы: цельные и сборные (сборно-сварные и сборно-паяные). К сборным относятся корпуса, отдельные заготовки которых изготавливают литьем или штамповкой после механической обработки соединяют в единый корпус сваркой, пайкой или механически. Сварные корпуса из листовых материалов, как правило, легче и дешевле литых. Но так как детали обрабатываются раздельно, то остаются припуски до соединения их в узел сваркой или пайкой, что может привести к образованию погрешностей. Такие корпуса требуют исключительного качества выполнения сварных и паяльных операций и последующего тщательного рентгенографического и ультразвукового контроля. В свою очередь цельные корпуса отличаются простотой и обеспечивают достаточную жесткость. Цельные корпуса насосов, в отличие от сварных, требуют меньше операций механической обработки. Анализ двигателей показывает, что литые корпуса насосов применяют в маршевых двигателях больших и средних тяг, а сборные корпуса (так как имеют меньшую массу) в двигателях средних и малых тяг.

При изготовлении цельных корпусов насосов рекомендуется использовать высокопрочные коррозионно-стойкие стали ($\sigma_b > 800 \text{ МПа}$): Сталь 08X14H7МЛ (ВНЛ-1), Сталь 08X14H5M2ДЛ (ВНЛ-3), Сталь 04X12H6M5КЮЛ (ВНЛ – 6). А в качестве материалов сборно-сварных корпусов используют Сталь 07X16H6 и Сталь 12X21H5T.

Наиболее технологичным способом выплавки корпуса насоса ТНА является литье по выплавляемым моделям. Преимуществами этого способа являются:

получение отливок с точностью размеров 11–13 качества и шероховатостью поверхности R_a 2,5–1,25 мкм, что в ряде случаев устраняет обработку резанием, металл припусков не превышает 30 % общей массы отливок, что сокращает объем механической обработки до 50 % по сравнению с поковками.

Для повышения качества литья применяют вакуумные печи, обладающие следующими качествами: высокая степень очистки металла, управляемый нагрев, отсутствие опасных паров и токсичных отходов, получение оптимальной твердости, снижение уровня короблений и изменений размеров. Расход металла, в свою очередь, можно сократить при регулируемом направленном затвердевании, исключением технологических напусков металлоемких литниковых систем.

Одной из характерных особенностей корпуса насоса является сочетание в нем неподвергающихся механической обработки поверхностей, имеющих относительно большие допуски с поверхностями, которые обрабатывают с высокой точностью. Поэтому следующим важным этапом при изготовлении корпуса насоса будет выбор баз для механической обработки.

На первой операции в качестве первичных черновых баз выбирают поверхности, которые в готовом корпусе остаются необработанными. На всех последующих операциях в качестве технологических баз используют обработанные поверхности.

Механическую обработку корпуса насоса следует разделять на предварительную и окончательную. Это важно потому, что после предварительной обработки, при которой удаляется основная часть припуска, корпус несколько деформируется вследствие перераспределения внутренних напряжений в материале. Следует отметить, что в сборно-сварных корпусах насосов после предварительной механической обработки целесообразно проводить стабилизирующую термообработку для снятия внутренних напряжений.

С целью уменьшения сопротивления гидравлического тракта в районе сопряжения улитки и диффузора выполняют электроэрозионную обработку, путем плавного перехода от прямоугольного до круглого сечения диффузора. Тем самым добиваясь равномерности потока, что влечет за собой уменьшение турбулентности и гидравлических потерь.

При разработке операции технологического процесса важно придерживаться следующих правил: за одну установку обрабатывать наибольшую часть

наружной поверхности и центральное отверстие; максимально совмещать обработку наружных и внутренних поверхностей путем применения различных многолезцовых державок; для обеспечения прочности посадочных отверстий желательнее осуществлять обработку с одного установка на станках, оснащенных многоинструментальными наладками; широко применять комбинированный инструмент и многолезцовые головки; при настройке станков широко применять жесткие упоры и упоры с микропереключателями.

Проанализировав методы изготовления и обработки корпусов насосов, делаем вывод о том, что целесообразно в плане повышения производительности труда, качества, уменьшения времени изготовления деталей и экономичности при производстве корпусов насосов ЖРД применять четырех-осевые обрабатывающие центры, такие как: ИР-500, ИС-500. При более

сложной конструкции корпусов рационально применять обрабатывающий центр 1000 VBF.

Библиографические ссылки

1. Моисеев В. А., Тарасов В. А., Колмыков В. А., Филимонов А. С. *Технология производства жидкостных ракетных двигателей*. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008.
2. Воробей В. В., Логинов В. Е. *Технология производства жидкостных ракетных двигателей*. М. : Изд-во МАИ, 2001.
3. Овсянников Б. В., Боровский Б. И. *Теория и расчет агрегатов питания жидкостных ракетных двигателей*. М. : Машиностроение, 1986.

© Самошкин В. М., Васянина П. Ю., 2012

УДК 532.528

А. В. Свириденко

Научный руководитель – М. В. Краев

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

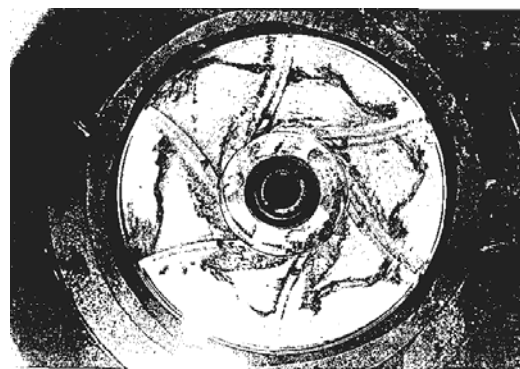
ПРИСОЕДИНЕННАЯ КАВИТАЦИЯ В ПОЛЕ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ СИЛ

Рассматривается физический процесс поведения кавитационной каверны в проточной части центробежного рабочего колеса насосного агрегата двигательной установки ракетносителя.

Присоединенной кавитацией называется явление, возникающее после начала кавитации, при котором поток жидкости отрывается от твердой границы обтекаемого тела или стенки канала с образованием полости, или каверны, на твердой границе. Неподвижная, или присоединенная каверна устойчива только в квазистационарном смысле. Ее граница иногда имеет вид поверхности интенсивно кипящей турбулизованной жидкости. В жидкости около поверхности большой каверны наблюдается большое количество мелких перемещающихся нестационарных каверн. Эти мелкие каверны быстро растут почти до максимального размера у начала основной каверны и практически не изменяются до ее конца, где они исчезают.

Иногда наблюдаются колебания, при которых присоединенная каверна сначала растет, а затем схлопывается вследствие захвата жидкости и последующего заполнения каверны с конца зоны кавитации. Максимальная длина присоединенной каверны зависит от поля давления. Каверна может заканчиваться в точке присоединения основного потока жидкости к поверхности тела на некотором расстоянии от передней кромки каверны (линии отрыва) или может простираться далеко за пределы тела до смыкания основного потока с образованием полости, охватывающей тело. В последнем случае кавитацию называют суперкавитацией. На рисунке показана присоединенная каверна, причем каверна представляет собой суперкаверну, при которой отмечаются автоколебания давления в системе подачи двигателя и срыв режима работы насосного агрегата, при котором напор стремится к нулю, а расход через насос снижается пропорцио-

нально объему каверны и носит пульсирующий характер, связанный с нестационарностью каверны.



Как видно из рисунка, основные особенности присоединенной кавитации можно довольно отчетливо наблюдать визуально, если создать условия, при которых образуется очень длительная суперкаверна. Поверхность каверны может быть прозрачной. В этом случае наблюдаются значительные возмущения в конце каверны, где течение неустойчиво. Длина каверны колеблется с довольно высокой частотой вследствие неустойчивости и недостаточной энергии струи жидкости, заполняющей каверну в ее нижнем по потоку конце, что может привести к возникновению больших пульсирующих нагрузок, оказывающих существенное влияние на динамические параметры системы подачи двигательной установки и ракетносителя.

© Свириденко А. В., 2012

УДК 641.29.04.5

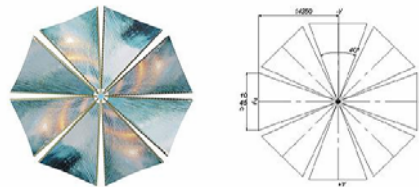
Т. А. Сидоренко, А. В. Курдинова
 Научный руководитель – М. В. Кубриков
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

НЕДОСТАТКИ СОЛНЕЧНОГО ПАРУСА ВО ВНЕШНЕЙ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЕ

Описывается строение космического аппарата с солнечным парусом. Ставятся проблемы развертывания и позиционирования КА с солнечным парусом и решения поставленных проблем.

Идея о том, что свет может оказывать давление, приписывается Иоганну Кеплеру – на такую мысль его навели в 1619 году развевающиеся хвосты комет при движении по окосолнечной орбите. В 1873 году Джеймс Максвелл, исходя из своей электромагнитной теории света, теоретически оценил величину этого давления, а в 1900 году наш соотечественник – знаменитый физик Петр Лебедев – сумел экспериментально обнаружить и измерить силу светового давления. Первыми решили использовать солнечную тягу россияне – о солнечном парусе еще в 1913 году написал фантаст Борис Красногорский. В его романе «По волнам эфира» корабль «Победитель пространства» передвигался в космосе, используя солнечный свет и кольцевое зеркало из тончайших листов отполированного металла. А в середине 1920-х, тоже в России, за эту идею взялся ученый и изобретатель Фридрих Цандер, один из основоположников теории космических полетов и реактивных двигателей. В 1924 году он подал в Комитет по изобретениям авторскую заявку на космический самолет, который для передвижения в межпланетном пространстве использовал бы огромные и очень тонкие зеркала.

Космический аппарат с солнечным парусом (КАСП), на котором снаружи установлены специальным образом сложенные лепестки паруса, невелик – примерно 1 метр длиной и 100 кг весом, но это не мешает ему иметь в своем составе все необходимые для работы самого аппарата и паруса системы. Основной конструкции КАСП является приборная платформа, на которой крепится разгонная двигательная установка, 4 панели солнечных батарей, служебная аппаратура, фото- и телекамеры, антенны, и – самое главное – блок солнечных парусов. В сложенном виде каждый из 8 лепестков представляет собой небольшую упаковку 30 см × 20 см × 20 см. Эти 8 упаковок расположены в двух плоскостях – по 4 в каждой. Изготовлены лепестки солнечного паруса из полимерной пленки толщиной 5 мкм, которая с одной стороны (обращенной к Солнцу) металлизирована. Тягу солнечному парусу обеспечивают фотоны. При поглощении или отражении от солнечного паруса они передают свой импульс (в первом случае одинарный, во втором – двойной) космическому аппарату. Именно свет, а не солнечный ветер (в отличие от парусных судов, движимых ветром) и толкает космический парус. Солнечный ветер – это поток плазмы, относительно медленных (300–700 км/с) заряженных частиц, в основном протонов и электронов (встречаются ядра гелия и даже ионы более тяжелых элементов), связанных собственным магнитным полем [1].



Проблемы: 1. Развертываемость; 2. Позиционирование.

Реализация проблем

Развертывание лепестков происходит в два этапа: сначала раскрываются 4 лепестка, лежащие в одной плоскости, а затем – 4 лепестка, лежащие в другой. Каждый лепесток в развернутом виде представляет собой равнобедренный треугольник, расширяющийся от продольной оси аппарата к периферии. Эти 8 лепестков расположены таким образом, что после развертывания всех восьми, они образуют практически окружность диаметром около 30 м и площадью 600 квадратных метров. По двум длинным сторонам каждого лепестка проложен пневмокаркас, который представляет собой полую трубку диаметром 15 см и сделан также из полимерного материала, но толщиной не 5, а 20 мкм. Каркас необходим для организации процесса развертывания каждого лепестка (внутри трубки по команде на раскрытие паруса подается сжатый азот и постепенно разворачивающиеся трубки и растягивают тонкие лепестки) и создания жесткости каждой из частей паруса. Каждый лепесток имеет возможность поворачиваться вокруг оси крепления на заданный угол.

Позиционирование солнечного парусного судна могут быть классифицированы аналогично обычным океанским парусным судам. Если солнечный парус перпендикулярен солнечным лучам, отраженные фотоны передают максимальный импульс поверхности паруса. Судно летит словно под «солнечным бризом». Если же парус расположен под углом к солнечным лучам судно «накрывается». В двухпарусном солнечном фотонном двигателе импульс может быть значительно уменьшен отражением света от двигателя к парусу-коллектору. Подобная ориентация парусов аналогично маневру «лечь в дрейф», используемому для замедления движения океанского парусного судна в условиях сильного ветра. Так же в центре солнечного паруса расположены панели с солнечными батареями, которые позволяют накапливать и аккумулировать энергию, получаемую от Солнца, для изменения курса КА, а так же для управления каждым лепестком паруса в отдельности [2].

Выводы. 1. Корабль с космическим парусом способен достичь скорости света и выше. 2. Для получения максимальной выгоды от использования солнечных парусов необходима инфраструктура их производства непосредственно в космосе. 3. Развитие лазерных и мазерных технологий может значительно уменьшить продолжительность межзвездных перелетов.

УДК 621.454.2.018(075.8)

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

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ДЛИНЫ КАМЕРЫ ЖИДКОСТНОГО РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Рассмотрены особенности расчета камеры сгорания жидкостного ракетного двигателя. Представлены расчетные данные параметров камеры двигателя.

При расчете принимаем характерное условие одномерного течения продуктов сгорания в камере двигателя с цилиндрической камерой сгорания. За основу расчета принимаем время пребывания топлива в камере $\tau_{\text{пр}}$ течения продуктов сгорания интегрированием по траектории от смесительной головки $x = 0$ до выходного сечения камеры сгорания $x = l_{\text{кс}}$

$$\tau_{\text{пр}} = \int_0^{l_{\text{кс}}} \frac{dx}{w(x)}, \quad (1)$$

где $w(x)$ – средняя по сечению скорость потока, зависящая от величины координаты x по длине КС; $\frac{dx}{w(x)}$ – время движения потока по dx со скоростью $w(x)$; $l_{\text{кс}}$ – длина КС.

Конечность скоростей превращений при ограниченности времени пребывания компонентов топлива в камере приводит в общем случае к незавершенности преобразования химической энергии топлива в тепловую энергию продуктов сгорания. Физико-химические превращения происходят во времени частично последовательно, частично параллельно. При этом локализация процессов также не однозначна, но может рассматриваться как распределенный по линии тока или траектории движения топлива в камере сгорания совокупный рабочий процесс, для завершения которого с заданной полнотой необходимо известное время τ_{Σ} . Очевидно, что время движения топлива по траектории от момента входа до пересечения выходного сечения КС, т. е. действительное время пребывания в камере сгорания $\tau_{\text{д}}$, должно быть меньше, чем τ_{Σ} .

Запишем уравнение неразрывности для произвольного сечения камеры

$$\dot{m}(x) = \rho(x)w(x)F(x). \quad (2)$$

С учетом равенства секундного расхода топлива $\dot{m}_t$ расходу продуктов сгорания имеем

Библиографические ссылки

1. URL: galspace.spb.ru/orbita/parus.htm.
2. URL: howitworks.iknowit.ru.

© Сидоренко Т. А., Курдинова А. В., 2012

$$\dot{m}(x) = \dot{m}_t = \text{const}. \quad (3)$$

Из известного выражения для расходного комплекса β расход топлива запишем в виде

$$\dot{m}_t = \frac{P_k^* F_{\text{кр}}}{\beta}. \quad (4)$$

Из соотношения (1) с учетом выражения (4) получим

$$\tau_{\text{пр}} = \frac{\beta V_{\text{кк}}}{F_{\text{кр}}}, \quad (5)$$

где выражение для расходного комплекса запишем в виде:

$$\beta = \frac{\sqrt{R_k T_k}}{A(k)}, \quad (6)$$

где R_k , T_k – газовая постоянная и температура продуктов сгорания; $A(k) = \sqrt{k} \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k+1}{2(k-1)}}$ с – газодинамический комплекс.

Как следует из этой зависимости комплекс $A(k)$, в основном определяется видом топлива при заданном оптимальном соотношении компонентов и является постоянной термодинамической характеристикой топлива.

Как следует из результатов термодинамического анализа, комплекс в выражении (6) от давления в камере не зависит и характеризует конкретную пару топлива при заданном соотношении компонентов.

Из сопоставления выражений (1) и (5) следует эквивалентность длины камеры сгорания и среднего времени пребывания при оценке условий достаточности для завершения в основном преобразования химической энергии в тепловую энергию продуктов сгорания, так как для одного и того же топлива значения $L_{\text{пр}}$ и $\tau_{\text{пр}}$ отличаются постоянным размерным множителем, т. е. $L_{\text{пр}} = \text{const} \cdot \tau_{\text{пр}}$.

В практике проектирования камер ЖРД конструкторы пользуются значением приведенной длины $L_{\text{пр}}$,

полученным в результате натурной отработки ряда ЖРД на реальных компонентах топлива.

Рекомендуемые значения $\tau_{пр}$ и $L_{пр}$ изменяются в широких пределах, однако следует помнить, что ростом величины $L_{пр}$ и соответственно длины КС возрастает полнота сгорания топлива и увеличивается значение удельного импульса, что важно при совершенствовании современных ЖРД. Для ЖРД с дожиганием значение $L_{пр}$ рекомендуется снижать на 30–50 % за счет того, что в КС топливо поступает частично газифицированное.

Библиографические ссылки

1. Добровольский М. В. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования : учебник / М. В. Добровольский ; под ред. Д. А. Ягодникова. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. 488 с.
2. Алемасов В. Е. Теория ракетных двигателей : учебник / В. Е. Алемасов, А. Ф. Дрегаллин, А. П. Тишин ; под ред. В. П. Глушко. М. : Машиностроение, 1989. 464 с.

© Тасенко К. А., 2012

УДК 669.713.7

М. И. Толстомятов, Е. В. Шлоссер
Научный руководитель – А. А. Зуев
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ ТУРБУЛЕНТНЫХ ТЕЧЕНИЙ С УЧЕТОМ ТЕПЛООТДАЧИ ПРИ $Pr < 1$

Проведено исследование процессов теплоотдачи газов при турбулентном прямолинейном равномерном течении, рассмотрена модель распределения температурного и динамического пограничных слоев при обтекании гладкой прямой пластины, получено выражение для определения толщины потери энергии.

Исследование процессов теплоотдачи при реализации турбулентных течений газа является важной научной задачей, решение которой позволит значительно уточнить инженерный расчет по учету распределения температурных полей во вспомогательных и проточных частях ЖДР, в частности при проектировании новых тепловых двигателей (турбин) для привода насосов.

При проектировании турбин ТНА для учета распределения температурных полей по радиусу используются либо полуэмпирические зависимости, либо численные методы в составе различных пакетов программ. Достоверность полученных такими методами данных зачастую не позволяет уйти от дорогостоящих испытаний готовых образцов изделий.

Для определения данных характеризующих распределение температурных полей по исследуемой полости необходимо использовать локального коэффициента теплоотдачи. Для проведения аналитического исследования процессов теплоотдачи рассмотрена модель распределения динамического и температурного пограничных слоев.

Исходя из распределения параметров в пограничных слоях записано выражение для определения толщины потери энергии:

$$\delta_{тф}^{**} = \int_0^{\delta} \frac{u}{U} \cdot \left(1 - \frac{T - T_0}{T_{\delta} - T_0} \right) dy + \int_{\delta}^{\delta_t} \frac{u}{U} \cdot \left(1 - \frac{T - T_0}{T_{\delta} - T_0} \right) dy. \quad (1)$$

В выражении (1) профиль изменения скорости характеризуется отношением скорости в пограничном слое (u) к скорости течения в динамическом ядре потока (U). Профиль изменения температуры в пограничном слое характеризуется отношением разностей температур. По аналогии с автором [1, с. 260],

обозначаем отношение толщин динамического и температурного пограничных слоев через (Δ), т. е.

$$\Delta = \frac{\delta}{\delta_t}. \quad (2)$$

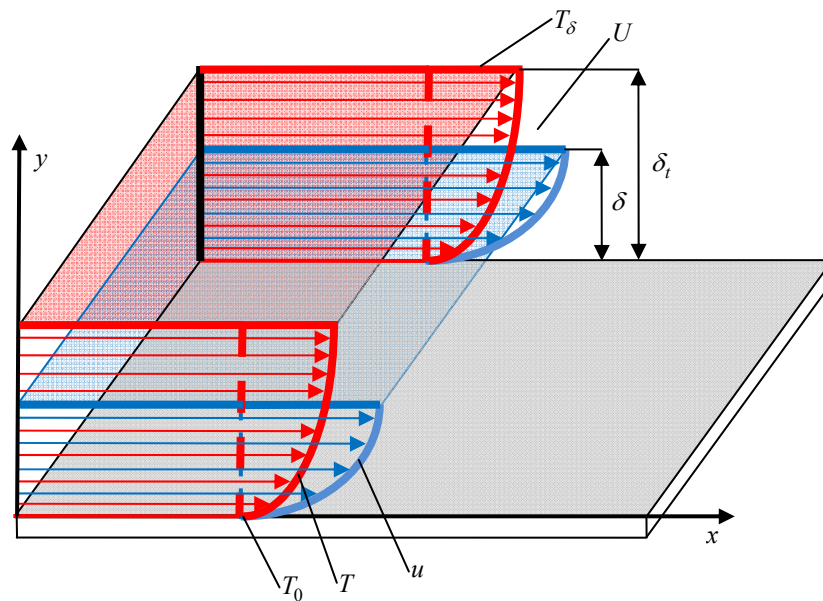
При аппроксимировании профиля скорости по данным с автора [2, с. 555] используем закон 1/7 степени. Для аппроксимирования профиля изменения температуры, так же используем закон 1/7, учитывая толщину температурного пограничного слоя, используя выражение (2). Исходя из рисунка, допускаем, что во втором члене выражения (1) на участке интегрирования от (δ) до (δ_t) нет градиента скоростей и принимаем, что $u/U = 1$. С учетом принятых выражений и допущений выражение для определения толщины потери энергии примет вид:

$$\delta_{тф}^{**} = \int_0^{\delta} \left(\frac{y}{\delta} \right)^{1/7} \cdot \left(1 - \left(\frac{y}{\delta \cdot \Delta} \right)^{1/7} \right) dy + \int_{\delta}^{\delta_t} 1 - \left(\frac{y}{\delta \cdot \Delta} \right)^{1/7} dy. \quad (3)$$

После интегрирования выражения (3) в граничных условиях пограничных слоев имеем:

$$\delta_{тф}^{**} = \frac{\delta \cdot (7 \cdot \Delta^{8/7} - 9 \cdot \Delta + 9)}{72 \cdot \Delta}. \quad (4)$$

Получено выражение (4) для определения толщины потери энергии путем аппроксимации профилей изменения скорости и температуры в пограничных слоях при турбулентном течении газа или газовой смеси характерного для случая $Pr < 1$. При подстановке данного выражения в интегральное соотношение уравнения энергии пространственного пограничного слоя полученного в работе [3, с. 41], и дальнейшего



Модель распределения температурного и динамического пограничных слоев

интегрирования и преобразования соотношения в граничных условиях лопаточных машин можно получить выражение для определения локального коэффициента теплоотдачи при течении газов и газовых смесей в геометрически сложных полостях.

Библиографические ссылки

1. Кейс В. М. Конвективный тепло- и массообмен ; пер. с англ. М. : Энергия, 1972. 448 с.

2. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. М. : Наука, 1969. 742 с.

3. Интегральное соотношение уравнения энергии температурного пространственного пограничного слоя / А. А. Зуев [и др.] // Вестник Рыбинской гос. авиац. технол. акад. им. П. А. Соловьева. 2010. № 2 (17). С. 41–47.

© Толстопятов М. И., Шлоссер Е. В., 2012

УДК 621.325.5

Е. В. Кулаков

Научный руководитель – Н. Г. Измайлова

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск**ОСОБЕННОСТИ СХЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ
ТЕПЛОМ И ХОЛОДОМ В ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОД ГОДА**

В холодный период года для эффективного воплощения схемы обеспечения жилых помещений теплом и холодом необходимо уменьшить теплопотери. Предлагается для этого использовать вытеснительную вентиляцию, теплозащитное остекление окон и эжекционные доводчики модели ДЭ-1-6-60/90.

Перерасход тепла зимой и повышенные энергетические затраты на охлаждение помещения летом могут быть устранены применением в помещениях эжекционными доводчиками (ДЭ) по схеме воздухообмена, изображенной на рис. 1.

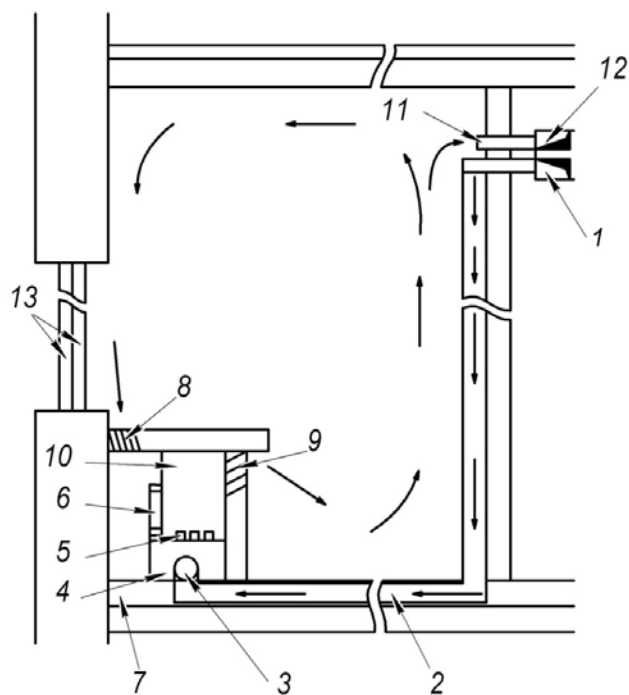


Схема воздухообмена помещения на основе забора эжектируемого воздуха в ДЭ от остекления и применения вытесненной вентиляции.

1 – приточный воздуховод; 2 – подвод саннормы приточного воздуха в помещение; 3 – патрубок; 4 – камера первичного воздуха эжекционного доводчика; 5 – сопла; 6 – теплообменник; 7 – трубопровод; 8 – щели в подоконнике; 9 – приточная решетка; 10 – смесительная камера; 11 – вытяжное устройство; 12 – вытяжной воздуховод; 13 – солнцезащитное и теплозащитное остекление

Приточный воздух подается из центрального приточного агрегата, в котором приточный наружный воздух приготавливается круглый год, в количестве

$L_{\text{пр}}$, определяемом числом жилых помещений в обслуживаемых квартирах (в многоэтажных жилых домах рационально использовать приточные агрегаты, которые будут обеспечивать приточным воздухом, блок одинаковых по планировке и площади квартир по высоте здания). По самостоятельному приточному воздуховоду 1 подводится саннорма наружного воздуха, требуемого для всех жилых помещений каждой квартиры. От приточного воздуховода 1 по отводу 2 подводится саннорма наружного воздуха $l_{\text{пр}}$ к ДЭ для обслуживаемого помещения. Отвод 2 присоединяется к патрубку 3 камеры первичного воздуха 4. В верхней стене этой камеры установлены сопла 5 с диаметром выходного отверстия 6 мм. Первичный воздух в количестве $l_{\text{пр}}$ выходит из сопел 5 со скоростью не выше 14 м/с во избежание появления шума. Кинетическая энергия выхода первичного воздуха $l_{\text{пр}}$ через сопла обеспечивает эжекцию внутреннего воздуха $l_{\text{в.э}}$ через оребренные трубки теплообменника 6. В трубки теплообменника 6 из трубопровода 2 в зимнее время года поступает горячая вода с температурой не выше 50 °С и не ниже 14 °С в летний период года. На эжекцию внутренний воздух поступает в количестве $l_{\text{в.э}} = l_{\text{пр}} K_{\text{э}}$ ($K_{\text{э}} = 2,8$ – коэффициент эжекции) через щель 8, которая находится по длине остекления в подоконнике или декоративном кожухе ДЭ.

Эжектируемый воздух $l_{\text{в.э}}$ забирается от потолочной зоны комнаты и проходит по поверхности остекления. Температура воздуха, находящегося у потолочной зоны $t_{\text{в.э.пот}}$, выше, чем в зоне проживания людей. Зимой ночью температура воздуха у потолочной зоны составляет около $t_{\text{в.э.пот}} = 21,2$ °С. Проходя по холодному остеклению 5, воздух охлаждается до температуры эжекции $t_{\text{в.э}} = 18$ °С. Примем площадь обслуживаемого помещения $f_{\text{пом}} = 6 \cdot 4 = 24$ м². По санитарным нормам в жилое помещение необходимо подавать наружный воздух в количестве, равном 3 м³/(ч·м²).

Производительность ДЭ по первичному воздуху для обслуживаемого помещения жилой квартиры площадью $f_{\text{пом}} = 24$ м² должна быть $l_{\text{пр}} = 3 \cdot 24 = 72$ м³/ч.

Количество эжектируемого воздуха составит $l_{в.э} = l_{пн} K_э = 72 \cdot 2,8 = 201,6 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Количество тепла, отданное холодному остеклению эжектируемым с потолка внутренним воздухом,

$$q_{т.в.э} = l_{в.э} \rho_{в.э} c_p (t_{в.э.пот} - t_{в.э}) / 3,6 = 201,6 \cdot 1,2 \cdot (21,2 - 18) / 3,6 = 212 \text{ Вт}.$$

В рекомендациях по расчету систем отопления трансмиссионные теплопотери через окно определяются:

$$q_{т.пот.ок} = f_{ок} (t_{вх} - t_{нх}) / R_{ок} = 5(20 + 28) / 0,9 = 267 \text{ Вт}. (1)$$

Следуя из выше написанного, теплопотери через окно благодаря организации воздухообмена по схеме на рис. 1 с использованием теплозащитного остекле-

ния окон сократится по сравнению с рассчитанными по формуле (1) на $(267/215) \cdot 100 \% - 100 \% = 20 \%$.

Сокращение расхода тепла на приточную вентиляцию достигается применением установки утилизации конвективных потоков тепла, влаги и газов, собирающихся под потолком, которую рациональней организовывать по схеме насосной циркуляции антифриза.

Удельная расчетная потребность в тепле жилой комнаты 24 м^2 при осуществлении традиционной системы отопления жилых комнат составляет $67,5 \text{ Вт/м}^2$, а удельная расчетная потребность в тепле при использовании эжекторного доводчика и вытеснительной вентиляции составляет $41,9 \text{ Вт/м}^2$. Экономия составляет около 25 Вт/м^2 .

© Кулаков Е. В., 2012

УДК 697.9

К. В. Лиманская

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

СОЗДАНИЕ ВОЗДУШНЫХ ПОТОКОВ В ЧИСТЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Рассмотрены виды воздушных потоков, встречающихся в чистых помещениях, их цель и смысл. Представлены области их применения.

Чистым помещением или чистой комнатой называется помещение, в котором счетная концентрация взвешенных в воздухе (аэрозольных) частиц и, при необходимости число микроорганизмов в воздухе поддерживаются в определенных пределах. Под частицей понимают твердый, жидкий или многофазный объект или микроорганизм с размерами от $0,005$ до 100 мкм . Чистые помещения характеризуются именно счетной концентрацией частиц, т. е. числом частиц в единице объема воздуха, размеры которых равны или превышают определенную величину ($0,1$; $0,3$; $0,5 \text{ мкм}$ и т. д.).

Обычно в чистых помещениях рассматриваются два вида воздушного потока – слаботурбулентный вытесняющий поток и турбулентный смешанный поток. Если рассматривать поток с чисто технической стороны, он может быть слаботурбулентным, т. е. ламинарным, или турбулентным. В аэрогидродинамике существует два критерия для определения ламинарного потока:

– поток соответствует числу Рейнольдса менее 2300 ;

– поток остается ламинарным, пока не разрывается созданная в нем элементарная струйка.

Ламинарный поток после выхода воздуха из фильтра можно создать с помощью так называемых ламинаризаторов. Они представляют собой пластиковую или металлическую решетку с размером ячеек от 10 – 50 мкм . Это решётка устанавливается ниже выходной плоскости фильтра. При использовании проволочного метода создания тумана можно разглядеть отдельные элементарные струйки, поэтому такой поток можно назвать ламинарным.

Поток, выходящий из воздушного фильтра или фильтра и установленной после него перфорированной пластины, считается слаботурбулентным. Но с

точки зрения аэрогидродинамики в таком случае речь идет о турбулентном потоке.

В технологии очистки воздуха для чистых помещений потоки различают так же по их направлению и параллельности. В диапазоне слаботурбулентных вытесняющих потоков воздух должен проходить над всей поверхностью в сторону основного направления движения. Такие качественные величины как направление потока и форма потока можно успешно визуализировать в условиях чистого помещения.

Цель и смысл визуализации потоков.

Чистое помещение и оборудование для очистки воздуха следует рассматривать как единую производственную систему. Таким образом, оно становится частью производственного оборудования, которое должно пройти квалификацию. Аттестацию (квалификацию) оборудования, в котором создаются воздушные потоки, можно разделить на три части:

- Параметры, которые в нормах определены как:
 - скорость потока;
 - направление потока и объемный поток.
- Параметры, знание которых необходимо для анализа риска, и которые можно определить, используя визуализацию потоков, например,
 - доказательство разделения чистого помещения на зоны (существование различных видов потоков);
 - стабильность воздушных потоков, например, при вмешательстве оператора (введение рук) или при открывании корпусов установок;
 - определение мест расположения пробоотборников для мониторинга частиц
- Визуализация прочих зон.

Полезную информацию о потоках в чистых помещениях может дать визуализация следующих зон:

- зоны приточного и отработанного воздуха;
- зоны влияния технологического отработанного воздуха;
- обтекание персонала на рабочих местах или у оборудования.

Приведенные пункты можно использовать только лишь как ориентировочные параметры. В каждом отдельном случае необходимо ставить свою цель проведение визуализации.

Области применения.

Чистые помещения создаются и используются в медицине, фармакологии, на предприятиях электронной промышленности, а также для научных исследований.

В медицинских учреждениях чистые помещения необходимы в операционном блоке, палате реанимации и родильном отделении.

В медицине на основе предлагаемых базовых элементов создаются:

- модульные установки для очистки и обеззараживания воздуха в малых чистых помещениях (процедурные, перевязочные) лечебных учреждений и предприятий электронной промышленности;
- асептические палаты с ламинарным потоком воздуха для лечения больных с иммунодепрессивными состояниями, для интенсивной терапии лейкозов;
- асептические операционные с ламинарным потоком воздуха для создания воздушной среды с низким уровнем микробной загрязненности в зоне от-

крытой раны при проведении хирургических операций;

- комплексы чистых производственных помещений;
- локальные чистые рабочие места и чистые зоны;

В электронной промышленности. Электронная промышленность в мире является одним из самых крупных потребителей чистых помещений. Суть этих подходов заключается в создании изолирующих технологий, то есть в физическом отделении определенного объема с чистым воздухом от окружающей среды. Использование чистых помещений в микроэлектронике имеет свои особенности: на первый план выходят требования к чистоте воздушной среды по аэрозольным частицам. В микроэлектронике требуется создание чистых помещений самых высоких классов чистоты с устройством перфорированных фальшполов для улучшения линий тока воздуха, то есть повышения однонаправленности потока.

Библиографический список

1. Закотей М. *Технология чистых помещений в фармацевтическом производстве* // Провизор. 2004. В. 5.
2. Данилина Т. И., Кагадей В. А. *Технологические среды* // технология СБИС. 2007. С. 14–41. 287 с.

© Лиманская К. В., 2012

УДК 629.78.018

М. Ж. Мурадимов

Научный руководитель – В. В. Двирный

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

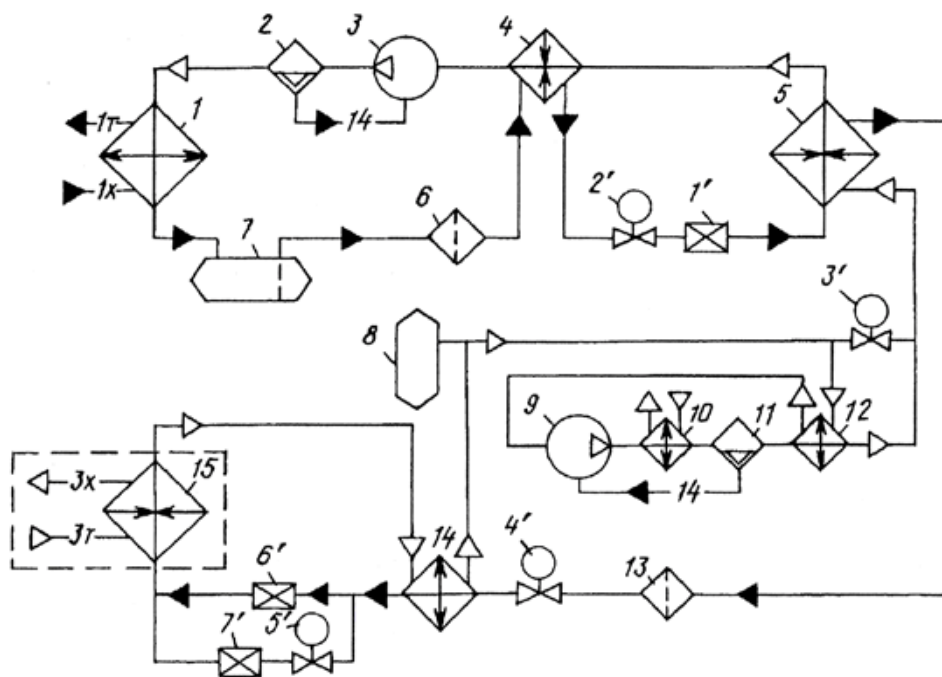
МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ИСПЫТАНИЙ УЗЛОВ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ ПОНИЖЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР

В материале рассмотрены основные сведения о каскадных холодильных машинах, вопросы проектирования, модернизации холодильных агрегатов в термокамерах для испытаний изделий и узлов космических аппаратов на воздействие криогенных температур. Увеличение нижней температурной границы было достигнуто путем внедрения в качестве рабочего тела одной из ветвей каскада альтернативного хладагента.

Каскадные установки с двумя одноступенчатыми ветвями наиболее широко распространены в серийно выпускаемых испытательных камерах, так как обеспечивают поддержание температур в широком диапазоне, просты по структуре, компактны, легко автоматизируются, в них относительно просто решается возврат масла в компрессор. Для создания необходимых температурных условий в качестве рабочих тел используются хладагенты – вещества, способные отводить тепло от охлаждаемых объектов при кипении в процессе расширения и отдавать его в фазе конденсации при сжатии. Современные термокамеры в подавляющем большинстве работают в температурных пределах от -85°C до $+150^{\circ}\text{C}$, что позволяет испытывать довольно широкий, но не полный спектр изготавливаемых деталей и узлов космических аппаратов и спутников. Поэтому возникает необходимость проектирования и создания холодильного агрегата для

расширения температурных границ, увеличив нижний температурный предел до -125°C за счет использования хладагента высокого давления в нижней ветви каскада. При анализе был выявлен наиболее подходящий по термодинамическим свойствам, хладон тетрафторметан (R14) с температурой кипения -128°C при нормальном атмосферном давлении. В качестве вспомогательного хладагента оптимальным вариантом является R 404A с нормальной температурой кипения $-46,7^{\circ}\text{C}$ и озоносберегающими характеристиками.

В рабочем режиме, испаряющийся R 404A будет способствовать конденсации R14 при более низкой температуре, тем самым понижая величину давления конденсации тетрафторметана. А это в свою очередь ведет к снижению технико-экономических затрат, уменьшению габаритов, мощности компрессора основной ветви и безопасной эксплуатации установки.



Принципиальная схема каскадной холодильной машины:

1 – конденсатор; 2, 11 – маслоделители; 3 – компрессор верхней ветви каскада; 4, 10, 12, 14 – теплообменники;
5 – конденсатор-испаритель; 6, 13 – фильтр-осушитель; 7 – линейный ресивер; 8 – расширительный сосуд;
9 – компрессор нижней ветви каскада; 15 – охлаждаемый объем; 1', 6', 7' – дроссели; 2', 3', 4', 5' – соленоидные вентили

В существующих аналогах испытательных термокамер достигаются отметки температур порядка -120°C , но при этом используют дополнительный третий каскад, что напрямую ведет к увеличению габаритов холодильного агрегата, удорожанию и повышенным затратам с энергетической точки зрения. Таким образом, очевидны явные преимущества двухкаскадной холодильной машины, при высокой актуальности процессов термоиспытаний. Таким образом,

данная установка соответствует современным требованиям для термоиспытаний изделий и узлов спутников, а так же способствует модернизации и расширению области наземной отработки космических аппаратов и систем. Возможно широкое применение в отрасли нефтехимической промышленности при хранении и глубокой заморозке продуктов.

© Мурадимов М. Ж., 2012

УДК 539.3

В. А. Сорокин

Научный руководитель – М. В. Кубриков

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

РЕКУПЕРАЦИОННОЕ УСТРОЙСТВО С ГРАВИТАЦИОННЫМ АККУМУЛЯТОРОМ

Описывается система позволяющая запастись механическую энергию и в нужный момент отдавать её в системах, где требуется поддержание постоянных оборотов выходного при неустойчивых входных оборотах валов.

Устройство позволяет запасть механическую энергию в виде поднятого на некоторую высоту груза прикреплённого нитью к вращающейся оси. Груз в нужный момент будет опускаться и возвращать запасённую энергию.

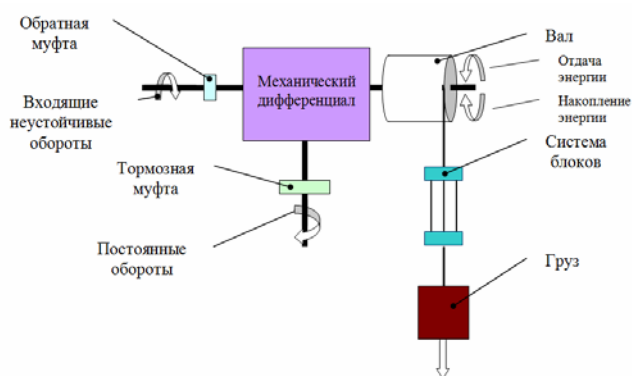
Данное устройство относится к устройствам, использующим силу притяжения земли (гравитацию), энергоносителем является твердое тело.

В рекуперационном устройстве главным элементом является механический дифференциал, который передает вращение оси на два источника: на ось, к

которой на нити прикреплен груз и вал отбора мощности, вращающийся с постоянными оборотами.

Дифференциал – это механическое устройство, которое делит момент входного вала между выходными валами, называемых полуосями.

Работа нашего устройства будет осуществляться по следующей схеме: когда на вал подаются нестабильные обороты; при превышении определенного количества оборотов тормозная муфта создает дополнительный момент и лишняя энергия тратится на поднятие груза (запас энергии). При падении оборотов



Принципиальная схема устройства

главного вала или его остановке, часть энергии поднятого груза тратится на поддержание оборотов выходного вала. Это позволяет достичь постоянных оборотов выходного вала, и устройство будет выполнять функции рекуперационного устройства. Возможно применение данного устройства в малой ветроэнергетики и других областях, где требуется поддержание постоянных оборотов выходного вала при неустойчивых входных.

© Сорокин В. А., 2012

УДК 621.325.5

М. Ю. Хайцен, Е. В. Кулаков

Научный руководитель – Н. Г. Измайлова

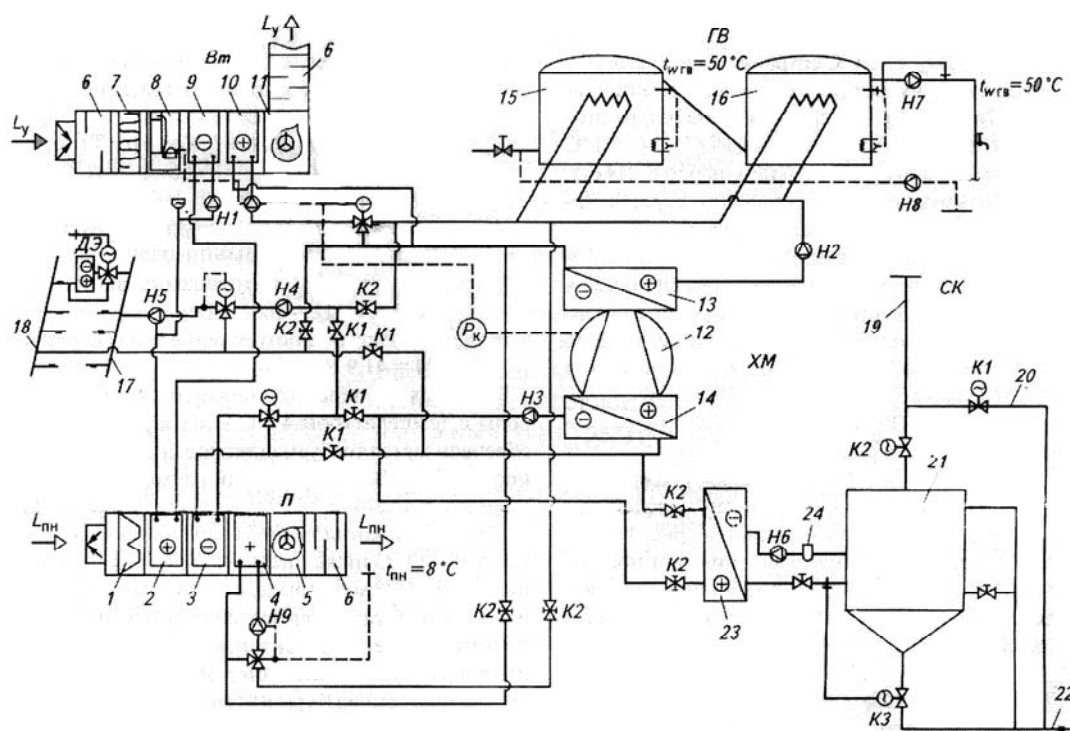
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск, Россия

СХЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ ТЕПЛОМ И ХОЛОДОМ НА ОСНОВЕ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН

Предложена схема энергосберегающей тепловой установки на базе холодильной машины (ХМ), которая круглогодично способна эффективно решать задачи отопления и вентиляции жилых помещений.

Для решения поставленной задачи тепловая установка утилизирует и аккумулирует тепло вытяжных потоков воздуха и канализационных стоков. Круглый год теплота конденсации от ХМ в режиме теплового

насоса поступает для горячего водоснабжения, вентиляции и отопления, а летом в испарителе ХМ дополнительно вырабатывается холод для системы кондиционирования воздуха помещения.



Принципиальная схема ХМ:

П – приточный агрегат; Вм – вытяжной агрегат; ХМ – холодильная машина; ГВ – горячее водоснабжение; СК – сбросная канализация; ДЭ – эжекционный доводчик; K1 – автоматический двухпозиционный клапан (открыт летом); K2 – автоматический двухпозиционный клапан (открыт зимой)

Холодопроизводительность и параметры ХМ (см. рисунок) выбираются по расчетным условиям работы системы кондиционирования воздуха в теплый период года.

В центральном кондиционере здания приточный наружный воздух охлаждается и осушается при условии реализации схемы вытесняющей вентиляции до влагосодержания, вычисляемого в предположении, что в зоне обитания поглощается только 50 % влаговыделений.

Тепло, вырабатываемое в конденсаторе ХМ, предлагается использовать на цели отопления, вентиляции и горячего водоснабжения, для чего в схеме установки (рисунок) предусмотрены аккумуляция низкопотенциального тепла канализационной воды в блоке СК и высокопотенциального тепла в блоке ГВ. В качестве источника низкопотенциального тепла работы ХМ предлагается использовать воду в баке-аккумуляторе 21 сбросной канализационной воды. Для сбора этой подогретой воды в каждой квартире устраивается отдельная система канализации с отводами от ванной, моек и раковин в стояк 19. Так как эта подогретая вода является смесью горячей и холодной водопроводной, то её температура будет около 30 °С. После поступления в бак-аккумулятор 21 сбросной горячей воды и заполнения водой фильтра-осадителя 24 включаются электродвигатели компрессора 12, насосов НЗ, НБ, которые при открытых клапанах К2 будут прокачивать отепленную воду через разборный пластинчатый теплообменник 23 и испаритель 14. Проходя через конденсатор 13, нагретая вода будет подаваться в змеевиковые теплообменники в баках 15 и 16, нагревая поступающую водопровод-

ную воду. В случае, когда температура воды в баке-аккумуляторе снизится до 10 °С, автоматически останавливаются компрессор ХМ, насосы НЗ, НБ и открывается клапан КЗ. Остывшая вода по трубопроводу 22 будет сброшена в сеть общей канализации.

В ночные часы жильцы не потребляют горячую воду, следовательно, вся теплота конденсации ХМ может расходоваться на цели отопления и вентиляции. После проведения расчетов выяснилось, что потребность в тепле на отопление и вентиляцию несколько больше количества низкопотенциального тепла, аккумулируемого от канализационной воды в блоке СК. Дополнительное тепло система кондиционирования воздуха может получить от утилизации тепла вытяжного потока воздуха и от сетевых источников энергии: электроснабжения, ГВ и др.

Предварительные расчеты эффективности и производительности показали, что стоимость оплаты жильцами отопления и горячего водоснабжения при использовании ХМ по схеме, приведенной выше, уменьшается примерно в 2 раза по сравнению с действующими тарифами.

Библиографические ссылки

1. Шульгин Ю. В., Кожин И. В. Круглогодичное обеспечение жилых и общественных зданий теплом и холодом с помощью холодильных машин // Холодильная техника. 2010. № 7. С. 34–37.
2. Кокорин О. Я. Энергосберегающие системы кондиционирования воздуха. М.: ЛЭС, 2007.

© Хайцен М. Ю., Кулаков Е. В., 2012

УДК 621.325.5

В. А. Шелепов

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

ПОЛУЧЕНИЕ ВОДЫ ИЗ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПРИ ПОМОЩИ РАЗЛИЧНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН

Проведен обзор существующих и разрабатываемых методов получения воды из атмосферного воздуха. Проведено их сравнение с методом выбранным автором. Приведены достоинства и недостатки системы разрабатываемой автором.

Проблема недостатка воды стоит перед человечеством относительно давно. Промышленная революция сделала многие источники пресной воды на планете, непригодными, а происходящие в природе климатические изменения не только изменили привычные возможности доступа к воде, но и за частую ставят многие регионы мира на грань вымирания. Вопросы очистки загрязненных источников воды, особенно в свете последних достижений науки и техники, уже получили ряд качественных решений, позволяющих вести экономически оправданную очистку воды [4].

Атмосферный воздух является рабочим телом или входит в состав рабочего тела в тепловых двигателях, кондиционирующих установках и калориферах, в

процессах сушки и горения. Атмосферный воздух всегда является влажным, т. е. представляет собой смесь сухого воздуха и водяного пара, и относится к типичным парогазовым смесям. Такую смесь сухого воздуха с водяным паром называют влажным воздухом. В большинстве случаев расчеты, связанные с влажным воздухом, выполняют при давлениях, близких к атмосферному. Парциальное давление пара в воздухе невелико и, как правило, для расчета влажного воздуха используют соотношения, полученные для идеальных газов [3].

«Холодильник Зысина В. А». В схеме используются две условно независимые части, т.е. охлаждение идет в два этапа. Верхняя часть схемы утилизирует тепло-

ту, температура которой выше температуры окружающей среды. И производит предварительное охлаждение и создание движущей силы для компрессора и насосов системы. Нижняя часть схемы по существу представляет собой обычный компрессионный холодильник, в котором охлаждение хладагента достигается его расширением в детандере (или дросселе), затем сепаратор направляет пар в компрессор на сжатие и последующую конденсацию, а жидкую холодную часть хладагента – через насос на окончательное охлаждение рабочего тела во втором холодильнике. В итоге, схема Зысина способна использовать тепло охлаждаемого тела ниже температуры охлаждающей среды, например, до температуры точки росы. Схема вполне может быть использована для получения воды из воздуха [2; 4].

Солнечный цикл тепловой машины Ренкина. Отличие данной схемы от холодильной машины Зысина в том, что здесь используются фазовые превращения и левая часть используется только для создания движущей силы на компрессоре и насосах. Эффективной силовой части, в зависимости от ее конструктивных особенностей, будет в пределах 7...15 %. Энергетическая эффективность же правой части, по сути теплового насоса, будет в пределах 2–3 [4].

Детандерная схема. Наружный воздух через входное устройство поступает на теплообменник, захлаживается и сбрасывает влагу, затем поступает на детандерную турбину, где расширяется до давления около 0,05–0,085 МПа с понижением температуры до 0–3 °С и поступает на сепаратор, где осуществляется вторая ступень отвода влаги. Далее воздух подается на холодную сторону того же теплообменника 6 осушенным, поступает на компрессор, приводимый детандерной турбиной, и на второй компрессор, приводимый внешним источником, например, дизелем. Возможны варианты исполнения, дающие помимо воды большое количество холодного воздуха для кондиционирования столовых, госпиталей, воинских палаток. Возможно использование системы с приводом от солнечных батарей.

Один литр воды в час получается при затратах энергии 0,35–1,0 кВт/ч. Агрегат может обеспечивать производительность от одного литра в час до 25 тонн/час – в зависимости от исполнения, типоразмера, мощности привода и влагосодержания воздуха [3].

Абсорбционный трансформатор. Исходя из средней мощности потока энергии на поверхности Земли в 1,366 кВт/м², общая мощность потока энергии солнечного излучения, падающего на Землю, пример-

но равна 174 ПВт. Эту энергию можно использовать в различных целях. В нашем случае для получения воды путем осушения воздуха при помощи абсорбционного трансформатора. Энергия солнца позволяет отказаться от большого количества механических частей требующих затрат электроэнергии.

Солнечный свет падает на генератор, который выполнен в форме плоского солнечного коллектора разделенного на две части перфорированной пластиной. По нижней части генератора стекает крепкий раствор хладагента с абсорбентом. Под воздействием энергии солнца и при низком давлении хладагент испаряется и поступает через перфорированную пластину в верхнюю часть генератора. После парообразный хладагент конденсируется в конденсаторе и через регулирующий вентиль поступает в испаритель где, испаряясь, забирает энергию у пропускаемого через испаритель атмосферного воздуха, охлаждая его до температуры точки росы. Конденсат под воздействием сил тяжести стекает в сосуд для хранения, где проходит последующую обработку и будет готов к использованию в бытовых целях. После испарителя пар хладагента попадает в абсорбер и смешивается со слабым раствором, поступающим из генератора. Циркуляцию раствора абсорбер – генератор осуществляет насос. Это единственная составная часть, работающая от электрической сети и требующая затрат энергии.

Данной установки сопоставима по производительности со своими аналогами, а материальная выгода данной системы в разы выше.

Библиографические ссылки

1. Патент РФ RU 2 288021 C2. Опубликовано 27.11.2006.
2. А.с. 591667 СССР, МКИ F 25 В 25/00, F 01 К 25/10, F 25 В 11/00 . Способ охлаждения рабочего тела / Я. А. Берман, В. А. Зысин, Б. Е. Иванов,
3. Ю. Н. Марр, А. П. Рафалович, В. К. Смехов (СССР). № 2302506/06; заявл.22.12.75; Опубл. 05.02.78, Бюл. № 5.
4. Перельштейн Б. Х. Новые энергетические системы: Казань: Изд-во Казанского гос. техн. ун-та, 2008. 244 с.
5. Титлов А. С., Краснопольский А. Н., Иценко И. Н. Анализ схем экстракции воды из воздуха. Современные проблемы холодильной техники и технологии. Одесса: 2011, 93-95 с.

© Шелепов В. А., 2012

УДК 629.7

Д. Ф. Баляков, А. А. Герус
Научный руководитель – Н. А. Смирнов
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕДУКТОРА СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Публикация посвящена проектированию систем специального назначения. Отражает пути поиска нестандартного решения технического задания для реализации проекта.

Создание новых перспективных концепций аппаратов ракетно-космической техники, а также возможность применения современных материалов, неизбежно влечет за собой необходимость усовершенствования имеющихся вариантов исполнения различных агрегатов применяемых в космической отрасли. Исходя из поставленной проблематики, было сформировано техническое задание на разработку проекта планетарного редуктора для систем специального назначения. Основные проектные параметры редуктора (рис. 2): передаточное число $u = 1000$; габаритная длина $L = 77$ мм; диаметр $D = 80$ мм; масса $m = 142$ г [1].

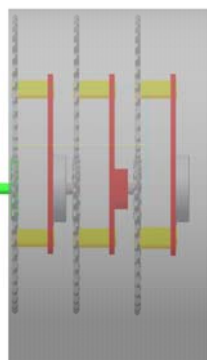


Рис. 1

Отличительной особенностью механизма, является применение конструкционных материалов на основе полимерных соединений с антифрикционным покрытием, что позволяет существенно выиграть в массе конструкции, а так же отказаться от применения смазочных материалов. Не менее важной проблемой являются габариты изделия [2]. Современные тенденции в проектировании и создании космических аппаратов, показывают значительное уменьшение габаритов, как модулей полезной нагрузки, так и космических платформ в целом [3]. Именно эта отличительная особенность легла в основу проектирования изделия, которое представляет собой трехступенчатый планетарный редуктор, выполненный по закрытой схеме. Конструктивные решения, отличающие данное изделие от аналогичных редукторов заключаются в следующем: во-первых, центральная ступень выполнена по «плавающей схеме» т. е. не требует применение

подшипников, а, следовательно, позволяет отказаться от проектирования подшипниковых узловых (рис. 1). Эта особенность позволяет значительным образом снизить конечную массу изделия. Во-вторых, все детали, кроме приводной шестерни, выполнены из высокопрочных полимеров с напылением из благородных металлов (напыляются зубчатые венцы колес и шестерен). Применение напыления обусловлено необходимостью продлить срок службы зубчатого зацеплений в условиях космического пространства. Приводная шестерня выполняется из металла. Данное техническое решение обусловлено частыми поломками зубьев шестерни вследствие высоких угловых скоростей.



Рис. 2

Таким образом, в рамках технического задания была решена одна из проблем проектирования систем специального назначения.

Библиографический список

1. Расчет деталей машин на ЭВМ. М. : Высш. шк., 1985. 120 с.
2. Конструирование узлов и деталей машин: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. 9-е изд., перераб. и доп. М. : Изд. центр «Академия», 2006. 496 с.
3. Шатров А. К., Назарова Л. П., Машуков А. В. Механические устройства космических аппаратов. Конструктивные решения и динамические характеристики : учеб. пособие ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2006. 84 с.

© Баляков Д. Ф., Герус А. А., 2012

УДК 539.3

Д. Баляков, А. Герус, С. Ильяшевич, Е. Мироненко, А. Снытко
 Научный руководитель – Р. А. Сабиров
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

УПРОЩЕННЫЙ ВАРИАНТ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ЗАДАЧИ ОБ ИЗГИБЕ ПЛАСТИНКИ ДЛЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Получен функционал Лагранжа для изгибаемой пластинки и на его основе построен метод конечных элементов; при решении учебных примеров применяется упрощение, заключающееся в обнулении угловых смещений.

Главная трудность изложения в учебном классе метода конечных элементов и его восприятие слушателями связана с формулами большого объема, вызванными аппроксимацией функции прогиба. Кроме того, классическая постановка метода – расширением матриц жесткости элементов до глобальной матрицы жесткости влечет объемы информации, не уместящиеся на классной доске. Возникает необходимость введения упрощений, не нарушающих понимания метода.

Получен функционал Лагранжа для прямоугольной пластинки $0 \leq x \leq a$ и $0 \leq y \leq b$

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_\lambda(w(x, y)) = & \int_0^a \int_0^b \left\{ \frac{D}{2} \left[\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right)^2 + \left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right)^2 + \right. \right. \\ & \left. \left. + 2(1-\mu) \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right)^2 + 2\mu \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right] - \right. \\ & \left. - q(x, y)w \right\} dx dy - \int_0^b (R_x w - M_x \vartheta_x) dy \Big|_{x=0}^{x=a} - \\ & - \int_0^a (R_y w - M_y \vartheta_y) dx \Big|_{y=0}^{y=b} + (H_{xy} + H_{yx}) \cdot w \Big|_{\text{в углах}}. \end{aligned} \quad (1)$$

Здесь $w = w(x, y)$ – функция прогиба; q_z – распределенная нагрузка нормальная к базисной поверхности; $R_x = Q_x + \partial H_{yx} / \partial y$ и $R_y = Q_y + \partial H_{xy} / \partial x$ – реакции на контуре объединенные с перерезывающими силами и интенсивностями крутящих моментов; $\vartheta_x = \partial w / \partial x$ и $\vartheta_y = \partial w / \partial y$ – углы поворота; D – цилиндрическая жесткость; μ – коэффициент Пуассона.

Рассмотрим треугольный конечный элемент, сориентированный в локальной системе координат $Oxyz$, как показано на рис.1; длины катетов элемента равны a и b . Здесь упрощение заключается в привязке узлов элемента к фиксированным координатам. Для определения матрицы жесткости элемента девятью степенями свободы примем аппроксимирующий полином в виде

$$\begin{aligned} w(x, y) = & \alpha_1 + \alpha_2 x + \alpha_3 y + \\ & + \alpha_4 x^2 + \alpha_5 xy + \alpha_6 y^2 + \\ & + \alpha_7 x^3 + \alpha_8 (x^2 y + xy^2) + \alpha_9 y^3. \end{aligned} \quad (2)$$

Введем вектор обобщенных перемещений q_i ($i = 1, 2, \dots, 9$) элемента e (рис. 1). Собственно: – q_1, q_4, q_7 – линейные смещения узлов 1, 2, 3; – q_2, q_5, q_8 – углы поворота узлов 1, 2, 3 вокруг оси x ; – q_3, q_6, q_9 – углы поворота узлов 1, 2, 3 вокруг оси y . Удовлетворив (2) обобщенным перемещениям получим коэффициенты α_i :

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= q_1; \\ \alpha_4 &= (-3q_1 + 3q_4 - 2aq_2 - aq_5) / a^2; \\ \alpha_9 &= (2q_1 - 2q_7 - bq_3 + bq_9) / b^3; \quad (3) \\ \alpha_5 &= (a^2 q_2 - a^2 q_8 - b^2 q_3 + b^2 q_6) / (ab^2 - a^2 b); \\ \alpha_6 &= (-3q_1 + 3q_7 - 2bq_3 - bq_9) / b^2; \\ \alpha_3 &= q_3; \\ \alpha_7 &= (2q_1 - 2q_4 - aq_2 + aq_5) / a^3; \\ \alpha_8 &= (aq_2 - aq_8 - bq_3 + bq_6) / (a^2 b - ab^2); \\ \alpha_2 &= q_2. \end{aligned}$$

Подстановка (3) в (2) даёт $\mathcal{E}_\lambda(q_1, q_2, \dots, q_9)$. Производные $\partial \mathcal{E}_\lambda(q_1, q_2, \dots, q_9) / \partial q_i = 0$, дают девять уравнений, связывающие обобщенные усилия в узлах с обобщенными перемещениями. На этом этапе учитываются все обобщенные перемещения. Основное упрощение рассматриваемого варианта МКЭ состоит в том, что в полученных уравнениях равновесия принимаем углы поворота $q_2, q_5, q_8, q_3, q_6, q_9$ узлов элемента e равными нулю. Это жесткое ограничение. Однако оно позволяет доводить решения задач до числовых результатов, причем, не привлекая вычислительную технику. Таким образом, используем только линейные смещения, то есть прогибы узлов. Интегрирование по площади треугольника даёт искомую матрицу жесткости k_{ij}^e элемента e :

$$\begin{Bmatrix} R_1 \\ R_4 \\ R_7 \end{Bmatrix}^e = \begin{bmatrix} k_{11}^e & k_{12}^e & k_{13}^e \\ k_{21}^e & k_{22}^e & k_{23}^e \\ k_{31}^e & k_{32}^e & k_{33}^e \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} q_1 \\ q_4 \\ q_7 \end{Bmatrix}^e. \quad (4)$$

Здесь

$$\begin{aligned} k_{11}^e &= 12D(a^4 + b^4) / (a^3 b^3), \quad k_{12}^e = k_{21}^e = -12Dab / a^3, \\ k_{13}^e &= k_{31}^e = -12a / b^3, \quad k_{22}^e = 12Db / a^3, \\ k_{23}^e &= k_{32}^e = 0, \quad k_{33}^e = 12Da / b^3, \quad R_1, R_4, R_7 - \text{реакции} \\ &\text{узлов элемента } e \text{ от смещений. Далее локальные} \end{aligned}$$

переменные в e можно переименовать как: q_1, q_2, q_3 и R_1, R_2, R_3 .

При первоначальном изучении МКЭ лучше рассматривать формирование глобальной матрицы жесткости приёмом расширения локальных матриц жесткости элементов. Рассмотрим пример изгибаемой конструкции (рис. 2). «Разобьём» конструкцию на

конечные треугольные элементы, изображенные на рис. 2, где в кружочках обозначим номера элементов, а номера узлов (в глобальной системе координат) переименованы 1, 2, ..., 6. Приведём уравнения, имеющие смысл отсутствия реакций в узлах от смещений q_i и реакций от внешних нагрузок R_i^P :

$$\begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ R_3 \\ R_4 \\ R_5 \\ R_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_{22}^1 + k_{33}^3 & k_{21}^1 & 0 & k_{31}^3 & k_{23}^1 + k_{32}^3 & 0 \\ k_{12}^1 & k_{11}^1 + k_{11}^2 & k_{12}^2 & 0 & k_{13}^1 + k_{13}^2 & 0 \\ 0 & k_{21}^2 & k_{22}^2 & 0 & k_{23}^2 & 0 \\ k_{13}^3 & 0 & 0 & k_{11}^3 + k_{11}^4 & k_{12}^3 + k_{12}^4 & k_{13}^4 \\ k_{32}^3 + k_{32}^2 & k_{31}^3 + k_{31}^2 & k_{32}^2 & k_{21}^3 + k_{21}^4 & k_{33}^3 + k_{33}^2 + k_{33}^3 + k_{33}^4 & k_{23}^4 \\ 0 & 0 & 0 & k_{31}^4 & k_{32}^4 & k_{33}^4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \\ q_3 \\ q_4 \\ q_5 \\ q_6 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} R_1^P \\ R_2^P \\ R_3^P \\ R_4^P \\ R_5^P \\ R_6^P \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}. \quad (5)$$

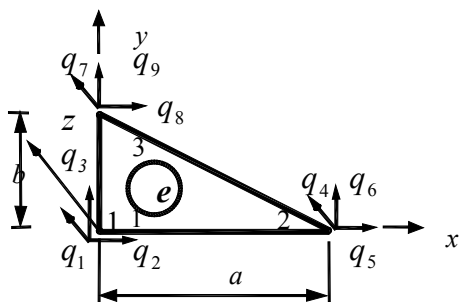


Рис. 1

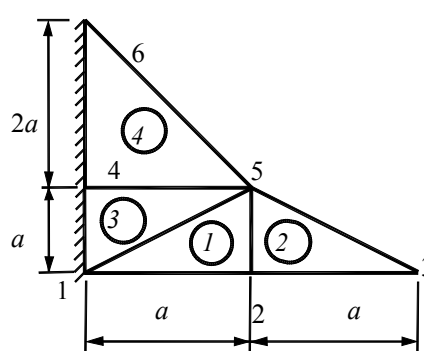


Рис. 2

Учёт граничных условий $q_1 = q_4 = q_6 = 0$, приводит систему (5) к системе уравнений третьего порядка. Если принять $R_2^P = R_3^P = R_5^P = 1$, то получим сле-

дующие прогибы узлов: $q_2 = 0,128a^2 / D$; $q_3 = 0,211a^2 / D$; $q_5 = 0,109a^2 / D$.

© Баляков Д., Герус А., Ильяшевич С.,
Мироненко Е., Снытко А., 2012

УДК 539.3

Е. А. Грачева, Г. С. Дмитриев, А. Г. Булдаков, В. И. Сайбель, Е. В. Ёжикова
Научный руководитель – Р. А. Сабиров
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОСОБЕННОСТИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ФОРМУЛИРОВКИ ЗАДАЧИ ОБ ИЗГИБЕ ПЛАСТИНКИ В ФОРМУЛИРОВКУ ИНТЕГРАЛЬНУЮ

Из дифференциального уравнения равновесия изгибаемой пластинки в прямоугольной декартовой системе координат получено вариационное уравнение. Особенности преобразования связаны с вычислением «интегралов по частям» скалярных произведений.

Пусть плоскость базисной поверхности пластинки совпадает с плоскостью Oxy ; примем правую систему координат и покажем внутренние усилия, действующие на бесконечно малый элемент пластинки (рис. 1) со стороны отброшенной части пластинки. Распределенная нагрузка q_z – нормальная к базисной

поверхности. Напомним, что в классической модели изгиба тонких пластин Кирхгофа, в законе Гука, одновременно принимают гипотезу, что напряжение σ_z , нормальное к базисной поверхности равно нулю и гипотезу о неизменности длины прямолинейного элемента $\epsilon_z(x, y, z) = 0$.

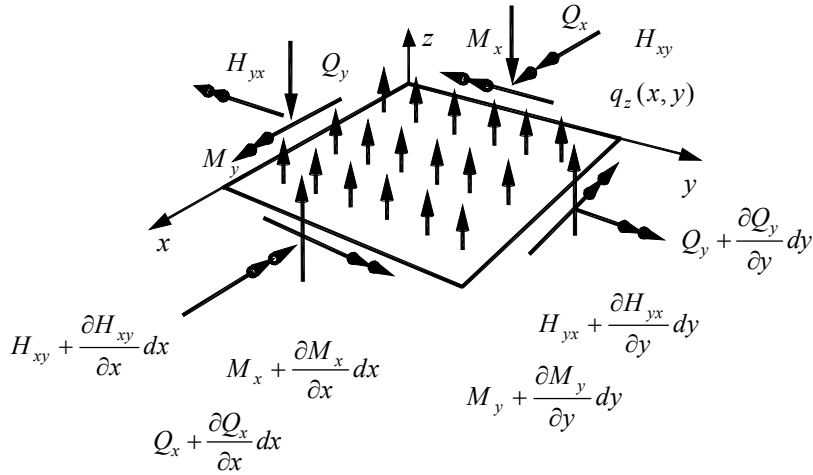


Рис. 1. Бесконечно малый элемент пластинки с приложенными к нему внутренними усилиями

Пусть $\delta w(x, y)$ – возможное перемещение базисной поверхности. Составим выражение возможной работы внутренних сил бесконечно-малого элемента пластинки, как произведение проекций всех сил по направлению оси z на возможное перемещение

$$\left[\partial Q_x / \partial x + \partial Q_y / \partial y + q_z(x, y) \right] \cdot \delta w(x, y) = 0. \quad (1)$$

Для всей пластинки справедливо

$$\iint_S \left[\partial Q_x / \partial x + \partial Q_y / \partial y + q_z(x, y) \right] \cdot \delta w(x, y) dS = 0. \quad (2)$$

Здесь $dS = dx dy$ – прямоугольная площадка. Размеры пластинки $0 \leq x \leq a$, $0 \leq y \leq b$.

К (2) добавим значения перерезывающих сил (это уравнения равновесия):

$$\begin{aligned} Q_x &= \partial M_x / \partial x + \partial H_{yx} / \partial y, \\ Q_y &= \partial M_y / \partial y + \partial H_{xy} / \partial x. \end{aligned} \quad (3)$$

Теперь выражение возможной работы внутренних сил и внешней нагрузки q_z такое

$$\begin{aligned} \iint_S \left[\partial^2 M_x / \partial x^2 + \partial^2 H_{yx} / \partial x \partial y + \partial^2 M_y / \partial y^2 + \right. \\ \left. + \partial^2 H_{xy} / \partial x \partial y + q_z(x, y) \right] \times \delta w(x, y) dS = 0. \end{aligned} \quad (4)$$

В (4) вторые производные функций H_{xy} и H_{yx} не объединяем (это можно назвать первой особенностью вывода уравнения), хотя известно, что в пластинках Кирхгофа $H_{xy} = H_{yx}$. Выполним процедуру понижения порядка производных $\partial^2 M_x / \partial x^2$, $\partial^2 H_{yx} / \partial x \partial y$, $\partial^2 H_{xy} / \partial x \partial y$, $\partial^2 M_y / \partial y^2$ в (4), выполняя интегрирование по частям:

$$\int_{x=0}^{x=a} \int_{y=0}^{y=b} \frac{\partial^2 M_x}{\partial x^2} \cdot \delta w(x, y) dx dy =$$

$$\begin{aligned} &= \left[\int_{y=0}^{y=b} \frac{\partial M_x}{\partial x} \cdot \delta w(x, y) dy \right]_{x=0}^{x=a} - \\ &- \int_{x=0}^{x=a} \int_{y=0}^{y=b} \frac{\partial M_x}{\partial x} \frac{\partial \delta w}{\partial x} dx dy; \end{aligned} \quad (5)$$

$$\int_{x=0}^{x=a} \int_{y=0}^{y=b} \frac{\partial^2 H_{yx}}{\partial x \partial x} \cdot \delta w(x, y) dx dy =$$

$$\begin{aligned} &= \left[\int_{y=0}^{y=b} \frac{\partial H_{yx}}{\partial y} \cdot \delta w(x, y) dy \right]_{x=0}^{x=a} - \\ &- \int_{x=0}^{x=a} \int_{y=0}^{y=b} \frac{\partial H_{yx}}{\partial y} \frac{\partial \delta w}{\partial x} dx dy; \end{aligned} \quad (6)$$

Заметим, что производная $\partial H_{yx} / \partial y$ на рис. 1 действует на кромке $y = dy$, а в (6) эта производная появилась на границах $x = 0$ и $x = a$. На границах $x = 0$ и $x = a$ действует момент H_{xy} , а не момент H_{yx} . Эта вторая особенность будет учтена, далее, при объединении $\partial M_x / \partial x$ и $\partial H_{yx} / \partial y$, что даст поперечную силу на этих границах; то есть, получим первую формулу (3). Производная $\partial H_{xy} / \partial x$ симметрична производной $\partial H_{yx} / \partial y$, а $\partial M_x / \partial x$ симметрична $\partial M_y / \partial y$. Выполним дальнейшее интегрирование в (5)–(8) подчёркнутых членов:

$$\begin{aligned} &\int_{x=0}^{x=a} \int_{y=0}^{y=b} \frac{\partial M_x}{\partial x} \frac{\partial \delta w}{\partial x} dx dy = \\ &= \left[\int_{y=0}^{y=b} M_x \frac{\partial \delta w}{\partial x} dy \right]_{x=0}^{x=a} - \\ &- \int_{x=0}^{x=a} \int_{y=0}^{y=b} M_x \frac{\partial^2 \delta w}{\partial x^2} dx dy; \end{aligned} \quad (7)$$

$$\int_{x=0}^{x=a} \int_{y=0}^{y=b} \frac{\partial H_{yx}}{\partial y} \frac{\partial \delta w}{\partial x} dx dy =$$

$$= \left[\int_{x=0}^{x=a} H_{yx} \frac{\partial \delta w}{\partial x} \cdot (x, y) dx \right]_{y=0}^{y=b} -$$

$$- \int_{x=0}^{x=a} \int_{y=0}^{y=b} H_{yx} \frac{\partial^2 \delta w}{\partial x \partial x} dx dy. \quad (8)$$

Здесь усилие H_{yx} «вышло» на границы: $y = 0$ и $y = b$.

Учёт (5)–(8) и симметричных членов M_y и H_{xy} в (4) даёт вариационное уравнение (или интегральное тождество) пригодное для решения краевой задачи об изгибе пластины

$$\int_0^a \int_0^b \left[M_x \frac{\partial^2 \delta w}{\partial x^2} + (H_{xy} + H_{yx}) \frac{\partial^2 \delta w}{\partial x \partial y} + \right.$$

$$\left. + M_y \frac{\partial^2 \delta w}{\partial y^2} + q(x, y) \delta w(x, y) \right] dx dy +$$

$$+ \int_0^b (R_x \delta w - M_x \delta \vartheta_x) dy \Big|_{x=a}^{x=0} + \int_0^b (R_y \delta w - M_y \delta \vartheta_y) dx \Big|_{y=0}^{y=b} -$$

$$-(H_{xy} + H_{yx}) \cdot \delta w \Big|_{\text{в углах}} = 0. \quad (9)$$

Уравнение (9) получено безотносительно закона Гука. На контуре в (9) обозначены вариации углов поворота

$$\delta \vartheta_x = \partial \delta w / \partial x, \quad \delta \vartheta_y = \partial \delta w / \partial y \quad (10)$$

и объединены перерезывающие силы с крутящими моментами:

$$R_x = Q_x + \partial H_{yx} / \partial y, \quad R_y = Q_y + \partial H_{xy} / \partial x, \quad (11)$$

Поперечные силы Q_x и Q_y при преобразовании получаются точно такими же, какими они представлены в (3). Вторые производные в (9) есть кривизны.

К уравнению (9) следует добавить главные граничные условия:

$$w = w^*, \quad \vartheta_x = \vartheta_x^*, \quad \vartheta_y = \vartheta_y^*. \quad (12)$$

Звездочкой обозначены заданные (известные) на контуре перемещения и углы поворота.

© Грачева Е. А., Дмитриев Г. С., Булдаков А. Г., Сайбель В. И., Ёжикова Е. В., 2012

УДК 62-2

П. А. Зайцев, А. Ю. Бакулин
Научный руководитель – Н. А. Смирнов
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОСОБЕННОСТИ КОНТАКТНОГО И КИНЕМАТИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ЭЛЕМЕНТОВ ШАРНИРНЫХ УЗЛОВ

Рассмотрены кинематические схемы основных типов шарниров. Рассмотрены проблемы контактного взаимодействия элементов основных типов шарниров.

К работе трансформируемых механических систем КА (штанги приборов, рефлектора антенн, панели БС) предъявляются достаточно жесткие требования по точности раскрытия и надежности срабатывания системы. Что, в свою очередь, заставляет обратить особое внимание на проблему взаимодействия элементов шарнирных узлов, отвечающих непосредственно за корректную работу системы.

В предыдущей работе была приведена математическая модель работы шарнира. Рассмотрим более подробно основные кинематические схемы существующих шарниров, а также механику контактных взаимодействий элементов шарнирных узлов, чаще всего применяемых при разработке механических систем КА [1]. В зависимости от степеней свободы кинематические пары разделяют на пять родов. К первому относят пару, в результате образования которой уничтожаются пять степеней свободы, и к пятому роду – если уничтожается одна степень свободы [2].

Цилиндрический шарнир относится к кинематическим парам первого рода. Имеет следующие кинематические схемы (рис. 1).

Шаровой или сферический шарнир может относиться к кинематическим парам второго (рис. 2) и третьего рода [3]:



Рис. 1. Кинематическая схема цилиндрического шарнира

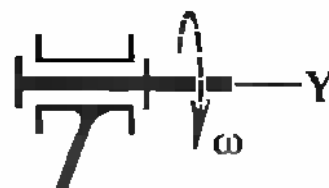


Рис. 2. Сферический двухподвижный шарнир

Наиболее интересной с точки зрения кинематики является схема работы карданного или универсального шарнира (шарнира Гука), который эквивалентен кинематическим парам второго рода.

Оси крестовины AB и CD взаимно перпендикулярны, и точка их пересечения O совпадает с точкой пересечения осей валов. При вращении ведущего вала I с помощью крестовины приводится во вращение вал II . Если оси валов неподвижны, то крестовина совершает сферическое движение вокруг неподвижного центра O (рис. 3). При известном законе движения ведущего вала $\varphi_1 = f(\omega)$ требуется определить угол поворота φ_2 и угловую скорость ω_2 ведомого вала (рис. 4).

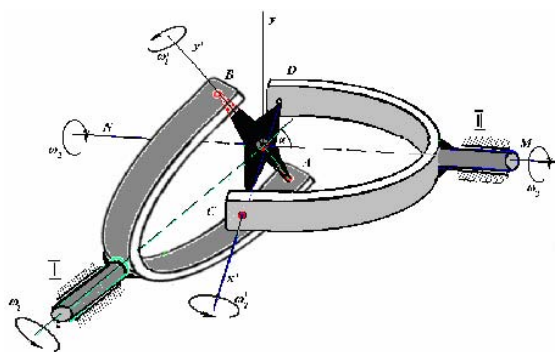


Рис. 3. Схема движения шарнира

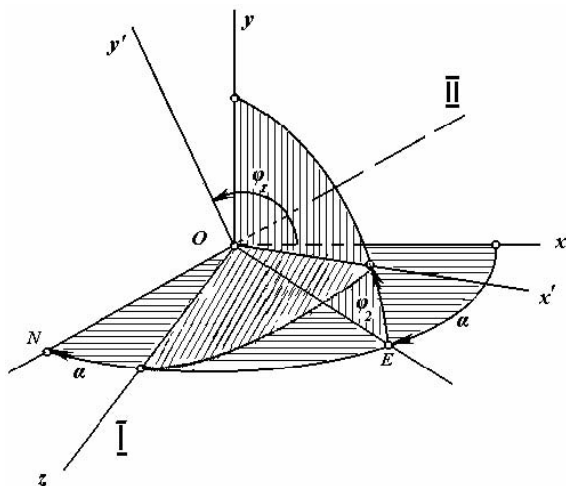


Рис. 4. Углы Эйлера

Применяя условие перпендикулярности осей Ox' и Oy' , найдем что

$$\operatorname{tg} \varphi_2 = -\cos \alpha \cdot \operatorname{ctg} \varphi_1, \quad (1)$$

где $\varphi_1 = f(\omega)$.

Уравнение (1) есть кинематическое уравнение вращения ведомого вала. При равномерном вращении ведущего вала

$$\varphi_1 = \omega_1 t; \quad \operatorname{tg} j_2 = -\operatorname{ctg}(\omega_1 t) \cos \alpha.$$

Дифференцируя (1) по времени и считая

$\alpha = \text{const}$, определим ω_2 :

$$\omega_2 = \omega_1 \frac{\cos \alpha}{1 - \sin^2 \alpha \cdot \cos^2 \varphi_1},$$

где $\omega_1 = \dot{\varphi}_1$.

При заданном угле α передаточное отношение будет максимальным при $\varphi_1 = 0, \pi, 2\pi$, а минимальным при $\varphi_1 = \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}$, т. е. отношение скоростей заключено в интервале

$$\cos \alpha \leq \frac{\omega_2}{\omega_1} \leq \frac{1}{\cos \alpha}$$

При увеличении угла α увеличивается неравномерность вращения ведомого вала. Для характеристики неравномерности используют коэффициент [4]

$$k = \frac{\omega_{2\max} - \omega_{2\min}}{\omega_1} = \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \alpha,$$

Как известно, кинематические пары делятся на низшие и высшие. В низших кинематических парах соприкосновение элементов кинематических пар происходит по поверхностям, а в высших — по линии или в точке [2].

Рассмотрим механику контактных взаимодействий элементов цилиндрического шарнира, как плоские контактные задачи для двух упругих цилиндров (рис. 5).

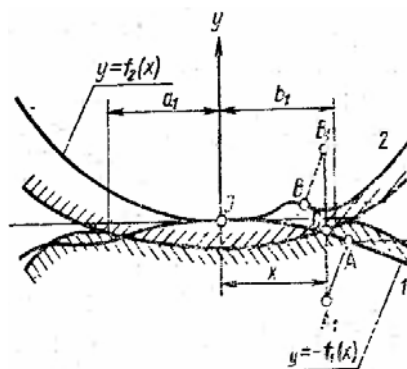


Рис. 5. Расчетная схема для случая начального контакта по линии

Определяем уравнения цилиндров до сжатия как

$$y = -f_1(x); \quad y = f_2(x).$$

Рассмотрев характер перемещений и поворотов цилиндров в следствии деформации, получаем новые ординаты точек A и B . Раскладываем функции из уравнений новых ординат в ряды Тейлора. Руководствуясь предположением, что точки A и B совпадают после приложения сжимающих сил, получаем кинематическое условие контакта

$$v_1 + v_2 = \alpha + \beta x - f_1(x) - f_2(x), \quad (2)$$

где $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$ — сближение цилиндров; $\beta = \beta_1 + \beta_2$ — угол относительного поворота цилиндров.

При возникновении в зоне контакта давления $p(x)$, определяем выражение перемещения граничных то-

чек с абсциссой x и подставляем его в условие (2). Получаем основное уравнение плоской контактной задачи

$$\int_a^x p(t) \ln \frac{h}{|t-x|} dt = f(x) \quad (-a < x < a),$$

решение которого

$$p(x) = \frac{1}{\pi \sqrt{a^2 - x^2}} \left[P - \frac{1}{\pi} \int_a^x \frac{f'(t) \sqrt{a^2 - t^2}}{t - x} dt \right],$$

где P – сжимающая сила, отнесенная к длине цилиндров:

$$P = \int_a^x p(x) dx.$$

Контактные взаимодействия элементов сферического шарнира можно рассматривать как плоскую задачу о соприкосновении двух упругих полусфер [5].

Проведенный анализ конструктивных особенностей кинематического и контактного взаимодействия позволяет классифицировать шарниры и шарнирные узлы по определенным признакам. Таким как, кинематика элементов шарниров и вид их контактного взаимодействия. Что, в свою очередь, поможет выделить определенную группу шарнирных узлов ракетно-космической техники, имеющих перспективы для

повышения функциональных свойств шарнирных соединений.

Библиографические ссылки

1. Зайцев П. А., Баляков Д. Ф. Обзор шарнирных устройств в современной космической технике // Актуальные проблемы космонавтики: материалы Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых специалистов (11–15 апреля 2011, г. Красноярск): Т. 1. / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2011. С. 93–95.
2. Кожевников С. Н., Есипенко Я. И., Раскин Я. М. Механизмы. Справочное пособие. М.: Машиностроение, 1976.
3. Крайнев А. Ф. Идеология конструирования. М.: Машиностроение-1, 2003.
4. Козлов Ю. Ю. Кинематика шарнира Гука // Успехи современного естествознания. 2011. № 7. С. 264–266. URL: www.rae.ru/use/?section=content&op=show_article&article_id=7797353 (дата обращения: 15.03.2012).
5. Александров В. М., Ромалис Б. Л. Контактные задачи в машиностроении. М.: Машиностроение, 1986.

© Зайцев П. А., Бакулин А. Ю., 2012

УДК 519.876.2

Р. А. Мирзаев, О. В. Каменюк

Научный руководитель – Н. А. Смирнов

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

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕМАТИКИ МАНИПУЛЯТОРА С ПОМОЩЬЮ ПАКЕТА SIMMECHANICS

С помощью пакета-расширения *SimMechanics*, имеющегося в *Matlab*, исследована кинематика манипулятора. Применен ПИД-регулятор для достижения целевого положения привода, смитированы возмущающие воздействия на систему. Определены кинематические и динамические параметры движения выходного звена. Имеющиеся данные позволяют определить силовые факторы, действующие на шарниры, звенья, приводы.

В традиционном понимании физическое моделирование подразумевает создание некоторого физического аналога – модели объекта. С развитием компьютерных технологий это представление изменилось. Под физическим моделированием понимается симбиоз математического моделирования и проектирования объекта, подчиняющегося основным физическим принципам [1].

В качестве приводов линейных перемещений звеньев манипулятора могут быть использованы электрические, гидравлические и пневматические приводы [2]. В работе в качестве приводов звеньев рассматриваются серво приводы, использование которых актуально в мехатронике. Смоделирована система управления приводами на основе ПИД-регулятора.

На рис. 1 приведена кинематическая схема манипулятора. На звено 1 действует привод вращательного движения, в результате чего вся кинематическая цепь приходит в движение.

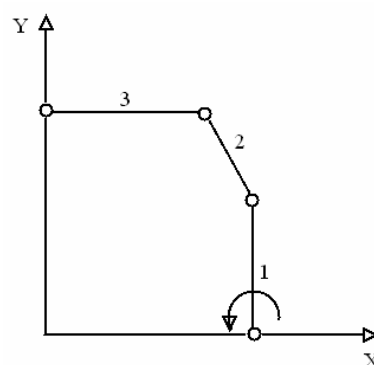


Рис. 1. Схема кинематической цепи:

- 1 – звено на который действует привод;
3 – выходное звено, все шарниры вращательные

Блок-схема математической модели, приведенная на рис. 2, включает ПИД-регулятор, данные на который поступают с датчика углового положения (Joint

Sensor). Сравнивая поступающее значение с целевым ($-4,45$ градуса), регулятор в каждый момент времени выдает корректирующее воздействие на систему в виде вращающего момента через привод (Joint Actuator). К выходному звену 3 приложены возмущающие воздействия: циклического и постоянного характера (Sin Wave и Constant на рис. 2).

В блок-схеме манипулятора для вывода параметров движения к выходному звену подсоединен датчик (Body Sensor), результат работы которого представлен на рис. 3.

В работы определены параметры движения выходного звена, (угловая скорость, ускорение). Имеющиеся данные позволяют определить силовые факторы, действующие на шарниры, звенья, приводы.

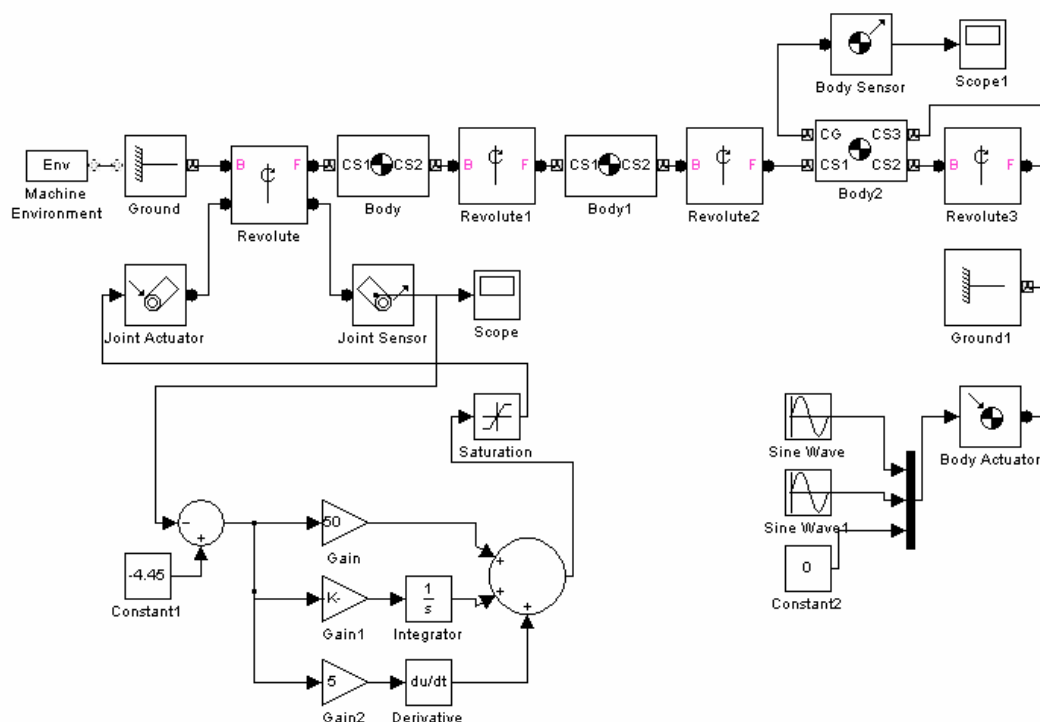


Рис. 2. Блок-схема математической модели манипулятора. Body2 – выходное звено; Body – первое звено; Revolute – цилиндрический шарнир; Joint actuator – привод вращения; Joint sensor – датчик углового перемещения; Body actuator – привод линейных перемещений (используется для имитации возмущающих воздействий); Ground – крепления к неподвижному основанию, Scope – осциллограф

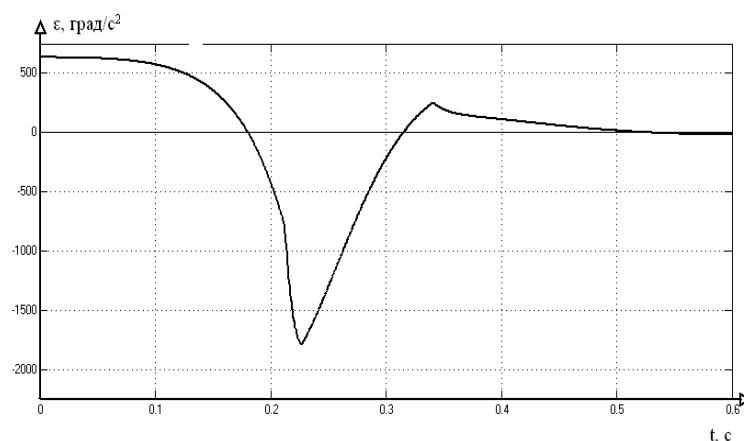


Рис. 3. Зависимость углового ускорения выходного звена от времени.

Библиографические ссылки

1. Махов А. А. Моделирование механических систем с помощью пакета расширения SimMechanics <http://exponenta.ru/educat/systemat/mahov/simmechanics.asp> (дата обращения: 20.02.2012).

2. Герман-Галкин С. Г. Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК. М.: Корона-Бек, 2008.

© Мирзаев Р. А., Каменюк О. В., 2012

УДК 519.876.2

Р. А. Мирзаев, Д. А. Климовский, А. Н. Смирнов
 Научный руководитель – Н. А. Смирнов
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ С ПОМОЩЬЮ ПАКЕТА SIMMECHANICS

При разработке различных механических устройств с приводами, возникает необходимость оценить параметры регулирования, такие как время переходного процесса, величину перерегулирования и другие. Эта задача решена при помощи пакета-расширения SimMechanics, имеющегося в MATLAB. Приведен пример создания математической модели манипулятора с приводом поступательного перемещения. Продемонстрировано моделирование и настройка ПИД-регулятора.

При проектировании различных механических устройств с приводами необходимо оценивать кинематические и динамические параметры движения, для того, чтобы узнать прилагаемые к звеньям нагрузки, требуемые силовые параметры приводов. В настоящее время современные информационные технологии открывают новые возможности для оценки параметров движения механизмов [1; 2].

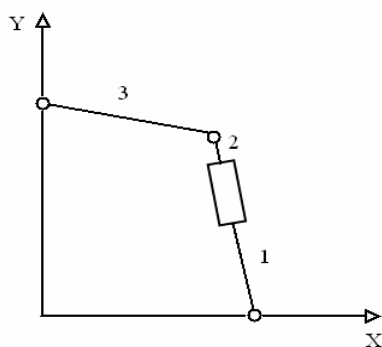


Рис. 1. Схема кинематической цепи.
 Звенья 1 и 2 соединены шарниром поступательного

движения; 3 – выходное звено

В работе приводится пример моделирования замкнутой кинематической цепи, содержащей вращательные и поступательные соединения. На рис. 1 изображена схема исследуемого механизма.

Данная кинематическая цепь выбрана как часть механизма параллельно кинематики – трипода с целью математического моделирования более сложных механизмов. В Matlab исследуемая кинематическая цепь, описывается блок-схемой, приведенной на рис. 2. Звенья соединены между собой и с основанием шарнирами: вращательными (Revolute) и поступательными (Prismatic). Привод вращает первое звено с моментом, величину и направление которого определяет ПИД-регулятор на основе разницы между целевым (-30 градусов) и реальным положением звена 2.

Результатом расчетов являются данные от датчика угла поворота, представленные на рис.3. По виду переходной характеристики имеется возможность настроить коэффициенты ПИД-регулятора [3] и оценить параметры регулирования.

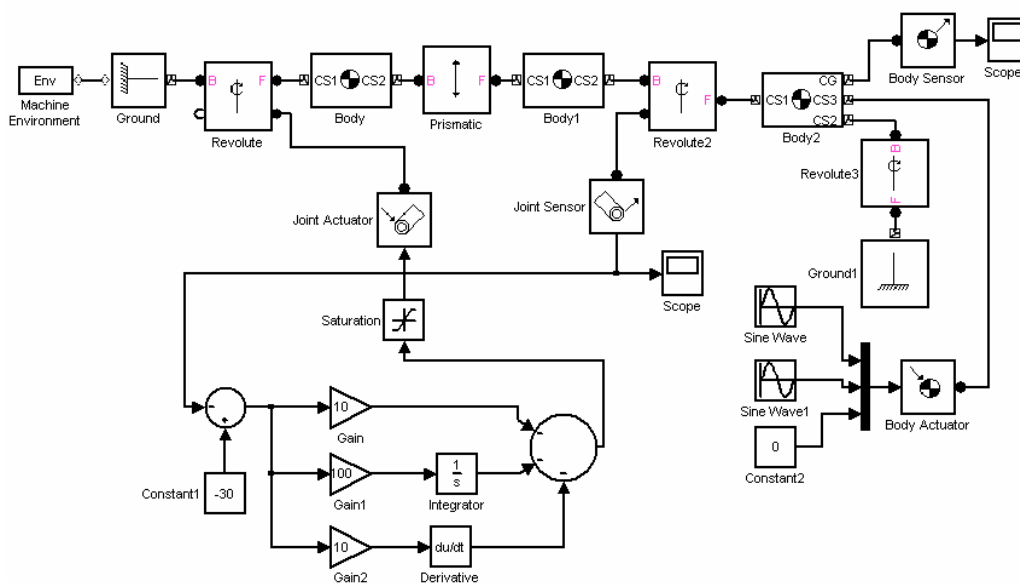


Рис. 2. Блок-схема математической модели манипулятора. Body2 – выходное звено; Body – первое звено; Prismatic – шарнир поступательного перемещения; Revolute – цилиндрический шарнир; Joint actuator – привод вращения; Joint sensor – датчик углового перемещения; Body actuator – привод линейных перемещений (используется для имитации возмущающих воздействий); Ground – крепления к неподвижному основанию; Scope – осциллограф

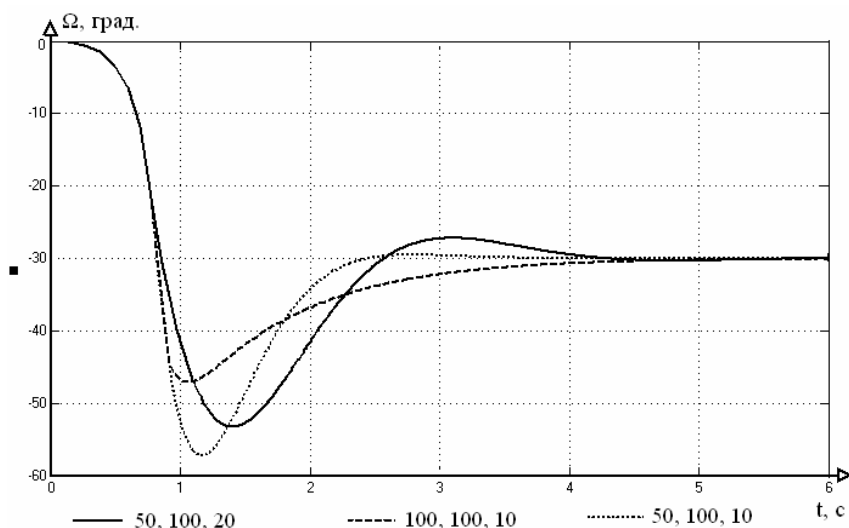


Рис. 3. Зависимость угла поворота второго звена от времени. Данная переходная характеристика системы показана при различных коэффициентах регулятора. В подписях данных первый коэффициент – пропорциональный, второй – интегральный, третий – дифференцирующий

На примере замкнутой кинематической цепи реализовано компьютерное моделирование механизмов. Найдены параметры движения (угловое перемещение, скорость, ускорение), а также параметры регулирования (время и тип переходного процесса, величина перерегулирования). Перспективы дальнейшей работы заключаются в усложнении кинематической схемы до устройства параллельной кинематики.

Библиографические ссылки

1. Дьяконов В. П. Simulink 5/6/7 Самоучитель // М. : ДМК Пресс, 2008.

2. Поршнев С. В. Использование пакета Simulink для описания динамики колебательных систем с несколькими степенями свободы // Вестник ОмГПУ. 2006. URL: <http://www.omsk.edu/article/vestnik-omgpu-90.pdf> (дата обращения: 20.02.2012).

3. Практическое руководство по настройке параметров ПИД-регулятора для контроллера АГАВА 6432 // Сайт конструкторского бюро «АГАВА». URL: http://www.kb-agava.ru/article_pid_agava6432_10_practicals.shtml (дата обращения: 15.01.2012).

© Мирзаев Р. А., Климовский Д. А., Смирнов А. Н., 2012

УДК 539.3

А. В. Оськин, Д. О. Волков, П. А. Григорьев, М. О. Лобков, Г. В. Менделев
Научный руководитель – Р. А. Сабиров
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ФОРМУЛИРОВКА ОБОБЩЕННОГО ЗАКОНА ГУКА КАК ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ТЕНЗОРА ВТОРОГО РАНГА ПРИ ПОВОРОТЕ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ

Получены уравнения закона Гука в произвольной системе координат поворотом системы главных координат.

Известны уравнения закона Гука в системе главных осей координат $O123$:

$$\begin{aligned}\varepsilon_1 &= [\sigma_1 - \mu(\sigma_2 + \sigma_3)] / E, \\ \varepsilon_2 &= [\sigma_2 - \mu(\sigma_3 + \sigma_1)] / E, \\ \varepsilon_3 &= [\sigma_3 - \mu(\sigma_1 + \sigma_2)] / E.\end{aligned}\quad (1)$$

Здесь E – модуль упругости, а μ – коэффициент Пуассона.

Требуется отыскать уравнения закона Гука в произвольной системе координат $Oxyz$. Для этого повернём систему координат $O123$ вокруг точки O , ис-

пользуя формулу преобразования тензора четвертого ранга

$$T'_{ijkl} = a_{im} a_{jn} a_{kp} a_{lq} T_{mnpq}. \quad (2)$$

Здесь

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} - \quad (3)$$

тензор преобразования системы координат (направляющие косинусы) при пространственном повороте. В качестве тензоров T' и T в (2), подразумеваются тензор напряжений T_σ или тензор деформаций T_ε ,

соответственно,

$$T_{\sigma} = \begin{bmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} & \tau_{xz} \\ \tau_{xy} & \sigma_y & \tau_{yz} \\ \tau_{xz} & \tau_{yz} & \sigma_z \end{bmatrix} \text{ или } T_{\varepsilon} = \begin{bmatrix} \varepsilon_x & \varepsilon_{xy} & \varepsilon_{xz} \\ \varepsilon_{xy} & \varepsilon_y & \varepsilon_{yz} \\ \varepsilon_{xz} & \varepsilon_{yz} & \varepsilon_z \end{bmatrix},$$

в повернутой $Ox'y'z'$ (T' – со штрихом) и исходной $O123$ (T – без штриха) системах координат.

Для изучающих курс сопротивления материалов метод преобразования (2) не предусмотрен программой. Поэтому рассмотрим упрощенное решение проблемы, рассматривая плоскую задачу для которой запишем закон Гука (1) в главных координатах

$$\varepsilon_1 = (\sigma_1 - \mu\sigma_2) / E, \quad (4)$$

$$\varepsilon_2 = (\sigma_2 - \mu\sigma_1) / E. \quad (5)$$

Формулу преобразования тензоров (2), при повороте системы координат вокруг точки O на угол α в плоскости Oxy , представим как преобразование тензора второго ранга $T'_{ij} = a_{im}a_{jn}T_{mn}$. Для преобразования деформаций она будет иметь вид

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_x & \varepsilon_{xy} \\ \varepsilon_{xy} & \varepsilon_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha \\ -\sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \varepsilon_1 & 0 \\ 0 & \varepsilon_2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix}, \quad (6)$$

а для преобразования напряжений

$$\begin{bmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} \\ \tau_{xy} & \sigma_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha \\ -\sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \sigma_1 & 0 \\ 0 & \sigma_2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix}. \quad (7)$$

Формулы (6) и (7) показывают, что поворот порождает сдвиговую компоненту ε_{xy} тензора деформаций и касательную компоненту тензора напряжений τ_{xy} .

Перемножив матрицы в правой части (6), обретаем

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_x & \varepsilon_{xy} \\ \varepsilon_{xy} & \varepsilon_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \cos^2 \alpha + \varepsilon_2 \sin^2 \alpha & (\varepsilon_2 - \varepsilon_1) \sin \alpha \cos \alpha \\ (\varepsilon_2 - \varepsilon_1) \sin \alpha \cos \alpha & \varepsilon_1 \sin^2 \alpha + \varepsilon_2 \cos^2 \alpha \end{bmatrix}. \quad (8)$$

Соответственно, из (7) имеем

$$\begin{bmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} \\ \tau_{xy} & \sigma_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_1 \cos^2 \alpha + \sigma_2 \sin^2 \alpha & (\sigma_2 - \sigma_1) \sin \alpha \cos \alpha \\ (\sigma_2 - \sigma_1) \sin \alpha \cos \alpha & \sigma_1 \sin^2 \alpha + \sigma_2 \cos^2 \alpha \end{bmatrix}. \quad (9)$$

Подставив в (8) уравнения закона Гука (4) и (5), получим в развернутом виде:

$$\varepsilon_x = \frac{1}{E} \left[(\sigma_1 \cos^2 \alpha + \sigma_2 \sin^2 \alpha) - \mu (\sigma_1 \sin^2 \alpha + \sigma_2 \cos^2 \alpha) \right], \quad (10)$$

$$\varepsilon_y = \frac{1}{E} \left[(\sigma_2 \cos^2 \alpha + \sigma_1 \sin^2 \alpha) - \mu (\sigma_2 \sin^2 \alpha + \sigma_1 \cos^2 \alpha) \right], \quad (11)$$

$$\varepsilon_{xy} = \frac{1+\mu}{E} (\sigma_2 - \sigma_1) \sin \alpha \cos \alpha. \quad (12)$$

Сравнивая (10) с (9), и (11) с (9), получаем

$$\varepsilon_x = \frac{1}{E} (\sigma_x - \mu\sigma_y), \quad (13)$$

$$\varepsilon_y = \frac{1}{E} (\sigma_y - \mu\sigma_x). \quad (14)$$

Сравнивая (12) с (9), обретаем $\varepsilon_{xy} = \frac{1+\mu}{E} \tau_{xy}$. Уч-

тём, что $\varepsilon_{xy} = \frac{1}{2} \gamma_{xy}$. Тогда компонента деформации сдвига равна

$$\gamma_{xy} = \frac{\tau_{xy}}{G}, \quad (15)$$

где появилась новая константа

$$G = \frac{E}{2(1+\mu)}, \quad (16)$$

называемая модулем сдвига.

Обобщив формулы (13)–(16) на трёхмерный случай, получим шесть уравнений закона Гука в произвольной системе координат $Oxyz$:

$$\varepsilon_x = [\sigma_x - \mu(\sigma_y + \sigma_z)] / E,$$

$$\varepsilon_y = [\sigma_y - \mu(\sigma_x + \sigma_z)] / E,$$

$$\varepsilon_z = [\sigma_z - \mu(\sigma_x + \sigma_y)] / E,$$

$$\gamma_{yz} = \tau_{yz} / G, \quad \gamma_{xz} = \tau_{xz} / G,$$

$$\gamma_{xy} = \tau_{xy} / G. \quad (17)$$

Таким образом, искомые зависимости (13)–(17) найдены без соответствующих рисунков геометрических схем и уравнений равновесия, применяемых в литературе по сопротивлению материалов при получении уравнений (8) и (9). Особенно сложны геометрические построения и вычисления, связанные с получением константы (16).

В данной методике три уравнения (1) преобразованы в шесть уравнений (17); появились сдвиговые компоненты закона Гука; поворот системы координат породил значение константы (16) для изотропного материала.

В заключение заметим, что закон Гука в трехмерном пространстве описывается как тензор четвертого ранга и получение уравнений (17) из (1) по формуле (2) будут не более сложными.

© Оськин А. В., Волков Д. О., Григорьев П. А., Лобков М. О., Менделев Г. В., 2012

УДК 629.78.023.222

М. М. Полевщиков, Н. А. Тестоедов, В. В. Миронович, И. В. Евкин, А. К. Шатров

Научный руководитель – Н. А. Тестоедов

ОАО «Информационные спутниковые системы»
имени академика М. Ф. Решетнева», Железногорск**ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ДЕГРАДАЦИИ ТЕРМОРЕГУЛИРУЮЩИХ
ПОКРЫТИЙ И ЕЕ ПРОГНОЗОВ ОТ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ОРБИТАЛЬНОГО ПОЛЕТА
КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА**

Исследована зависимость деградации ТРП класса «солнечный отражатель» от длительности орбитального полета КА «ГЛОНАСС-М» № 11. Определена минимальная длительность эксперимента для обеспечения достоверных прогнозов деградации ТРП на 10 и 15 лет САС КА.

Целью проведения космических экспериментов по определению стабильности терморегулирующих покрытий (ТРП) к воздействию повреждающих факторов космического пространства в реальных условиях эксплуатации является нахождение зависимости изменения коэффициента поглощения ΔA_s (деградация ТРП) от времени эксплуатации ($\Delta A_s = f(t)$) и прогнозирования ΔA_s по полученной физико-математической модели на конец срока активного существования (САС) космического аппарата (КА). Результаты прогноза ΔA_s используются конструкторами для определения оптимальных габаритно-весовых характеристик радиаторов системы терморегулирования КА.

В данной статье рассмотрено исследование деградации ТРП класса «солнечный отражатель» в зависимости от длительности орбитального полета КА на примере результатов эксперимента, проведенного на КА «ГЛОНАСС-М» №11 в условиях эксплуатации на круговых орбитах высотой до 20 000 км. Длительность эксперимента составляет 5,4 года (1981 день полета КА). ТРП находится под воздействием плотности потока солнечного излучения, падающего по нормали к поверхности ТРП (доза критичного для ТРП УФ-излучения Солнца эквивалентна дням полета КА).

На рисунке *a* представлены результаты моделирования температуры ТРП за разные временные участки полета КА, шаг которых составляет 1 год и характеризуется наличием минимума сезонного изменения плотности потока солнечного излучения (I_s) на конечные расчетные сутки. Первый минимум I_s на 195 день полета КА соответствует этапу интенсивной деградации ТРП, поэтому первый расчетный диапазон определен вторым минимумом I_s (570 день полета), начиная с которого скорость деградации ТРП снижается. Пятый расчетный диапазон определен общей длительностью эксперимента.

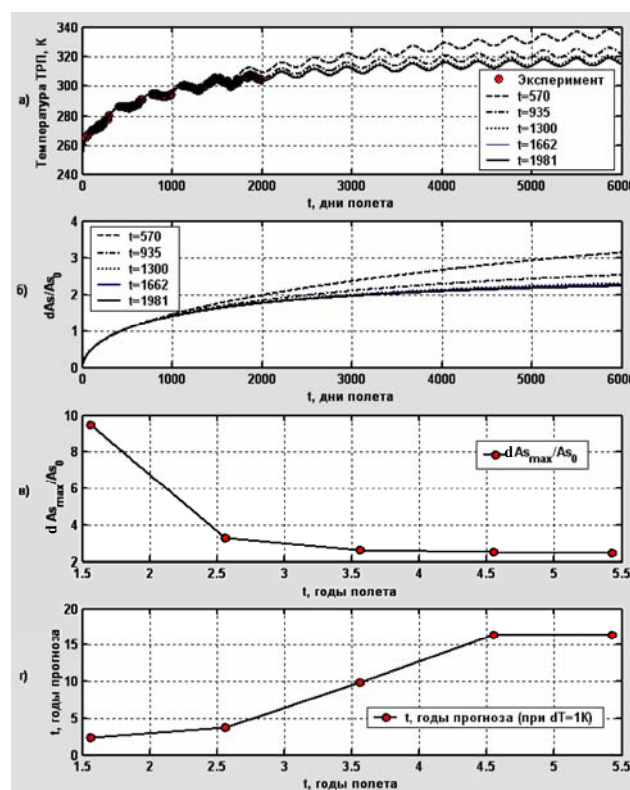
Также на рисунке *a* представлен результат прогнозирования температуры ТРП по построенным физико-математическим моделям на 16 лет эксплуатации КА (6000 дней полета), в которых деградация ТРП описывалась моделью [1]:

$$\Delta A_s = \Delta A_{s_{\max}} \times [1 - \exp(-bt^c)], \quad (1)$$

где $\Delta A_{s_{\max}}$ – коэффициент модели, определяющий максимальное изменение коэффициента A_s (динамика

сходимости данного коэффициента от длительности эксперимента представлена на рисунке *в*)).

На рисунке *г* представлена зависимость времени прогнозирования температуры ТРП от времени проведения эксперимента при критерии равенства 1 К отклонения получаемой температуры по расчетному интервалу времени от результата ее моделирования по максимальной длительности эксперимента.



К исследованию зависимости деградации ТРП «солнечный отражатель» от времени полета КА

Результаты исследования сведены в таблицу, где также представлена абсолютная точность моделирования температуры и деградации ТРП (ΔT , δ).

Анализируя полученные результаты и учитывая, что в настоящий момент времени перспективные КА базируются на длительности САС 10 и 15 лет (t_{n1} , t_{n2} , таблица), можно сказать следующее:

**Результаты исследования зависимости деградации ТРП «солнечный отражатель»
от времени полета космического аппарата**

Расчетные интервалы (t, дни полета (годы))		ΔT , К (при t_5)	ΔT , К (при t_{n2})	$\Delta A_s/A_{s0}$, % (по t_5)	$\delta_{\Delta A_s/A_{s0}}$, % (при t_5)	$\delta_{\Delta A_s/A_{s0}}$, % (при t_{n1})	$\delta_{\Delta A_s/A_{s0}}$, % (при t_{n2})	$t_{\text{пmax}}$, годы полета (при $\Delta T=1$ К)
t_1	530 (1,6)	+5,5	+19,5	112,6	+21,7	+52,2	+92,1	2,3
t_2	935 (2,6)	+1,9	+6,9	137,3	+7,5	+18,1	+30,6	3,8
t_3	1300 (3,6)	+0,4	+1,6	154,5	+1,7	+4,1	+6,9	9,9
t_4	1662 (4,6)	+0,2	+0,7	167,5	+0,6	+1,7	+2,9	16,4
t_5	1981 (5,4)	0	0	176,5	0	0	0	$\geq 16,4$
t_{n1}	3650 (10,0)	—	—	205,5	—	—	—	—
t_{n2}	6000 (16,4)	—	—	223,9	—	—	—	—

— минимальное время эксперимента для проведения физико-математического моделирования и последующего прогноза деградации ТРП составляет 1,5 года эксплуатации, период до 1,5 года является этапом наблюдения и набора телеметрической информации;

— по рисунку 2 и по таблице при длительности эксперимента от 1,5 до 4,5 лет можно найти максимальное значение времени прогноза, при котором обеспечивается необходимая достоверность;

— за САС 10 лет ТРП класса «солнечный отражатель» деградирует на 205,5 %; минимальная длительность эксперимента по исследованию деградации ТРП должна быть более 3,5 лет эксплуатации КА, при этом обеспечивается абсолютная точность прогноза деградации +4,1 %;

— за САС 15 лет ТРП класса «солнечный отражатель» деградирует на 223,9 %; минимальная длительность эксперимента должна быть более 4,5 лет с обеспечением абсолютной точности прогноза +2,9 %.

Библиографическая ссылка

1. Полевщиков М. М., Евкин И. В., Кузнецов А. Б., Антонов С. Г. Физико-математическое моделирование увеличения коэффициента поглощения солнечной радиации терморегулирующих покрытий в натурных условиях: сб. материалов XIV Междунар. науч. конф. «Решетневские чтения» ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2010.

© Полевщиков М. М., Тестоедов Н. А.,
Миронович В. В., Евкин И. В., Шатров А. К., 2012

УДК 621.791

Д. С. Богомолов, И. С. Фролченков, О. А. Немкова
Научный руководитель – Л. Г. Семичева
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ФТОРОПЛАСТА-4 В ПРОЦЕССЕ ДИФфуЗИОННОЙ СВАРКИ

Исследована структура фторопласта-4 в процессе диффузионной сварки методами ядерного магнитного резонанса (ЯМР) и электронной микроскопии. Установлено, что в процессе диффузионной сварки на оптимальных режимах фторопласт-4 сохраняет исходную структуру и обеспечивает требуемые характеристики сварных узлов.

В конструкциях ответственных узлов летательных аппаратов применяются неразъемные соединения фторопласта-4 с металлами.

Для обеспечения требуемых характеристик узлов необходимо в процессе диффузионной сварки узлов сохранить исходную структуру фторопласта-4 (Ф-4).

В связи с этим, целью работы является исследование структуры фторопласта-4 в процессе диффузионной сварки его с металлами.

Структуру фторопласта-4 исследовали с помощью ЯМР и электронно-микроскопических исследований.

Исследования методом ЯМР проводили с целью изучения степени кристалличности Ф-4. Исследования проводили на спектрометре JNV-3H60 при модуляции 1,2 Э и 0,2 Э при частоте 48 МГц. Исследовали образцы фторопласта-4 до сварки и после испытаний сварных образцов на растяжение. Проведенные исследования показали, что интенсивность и ширина линий спектра ЯМР не изменилась. Следовательно, в процессе сварки структура и свойства фторопласта-4 сохранились, что является несомненным достоинством диффузионной сварки.

Электронно-микроскопические исследования проводили с целью выявления ориентации полимерных кристаллов. Для проведения исследований применяли метод реплик. Из сварного соединения был приготовлен шлиф. Для удаления дефектов поверхностного слоя было проведено травление в плазме безэлектродного высокочастотного разряда. Затем был напылен в вакууме (0,013...0,001 Па) слой угля толщиной около 10 мкм, который передает все неровности, обусловленные наличием надмолекулярных структур.

Напыленный слой (реплику) отделяли с помощью желатина, растворяемого в водном растворе роданистого аммония. Исследования проводили на просвечивающем электронном микроскопе JEM-100-XII (Япония). Исследованию подвергали образцы из фторопласта-4 и сплава алюминия АМг6, полученные диффузионной сваркой на оптимальных режимах: $T_{\text{опт}} = 678 \text{ К}$; $P_{\text{опт}} = 1,5 \text{ МПа}$; $I_{\text{узк опт}} = 2 \cdot 10 \text{ Вт/м}^2$; $\tau_{\text{озв}} = 600 \text{ с}$ и исходный фторопласт-4.

Электроннограммы, полученные с фторопласта-4 до сварки и после сварки позволили выявить незначительную ориентацию макромолекул — текстурирование в направлении, перпендикулярном к границе свариваемых материалов, что способствует упрочнению полимера.

Таким образом, проведенными исследованиями установлено, что в процессе диффузионной сварки сохраняется исходная структура фторопласта-4 и обеспечиваются требуемые характеристики узлов.

Библиографическая ссылка

1. Липатов Ю. С., Безрук Л. И. Экспериментальная морфология полимерных материалов в условиях жесткого контроля за изменением структурных параметров в ходе препарирования и наблюдений методами ПЭМ // *Материалы Международного симпозиума по морфологии полимеров. София, 1981. С. 122–123.*

© Богомолов Д. С., Фролченков И. С.,
Немкова О. А., 2012

УДК 621.791.763

А. В. Бочарникова, А. Н. Малахов
Научный руководитель – С. Н. Козловский
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ТОЧЕЧНОЙ СВАРКИ ЗАКАЛИВАЮЩЕЙСЯ АРМАТУРЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

Проведенные исследования показали возможность точечной сварки высокопрочной арматуры класса А-III с термической обработкой сварных соединений в электродах сварочной машины для получения требуемых показателей их пластичности.

В современных условиях при производстве железобетонных изделий наблюдается тенденция к более широкому использованию высокопрочных марок арматуры класса А-III. Однако применение этого класса арматуры сдерживается трудностью получения сварных соединений с требуемыми механическими свойствами. Прежде всего, проблемы сварки связаны с высокой закаляемостью этого класса сталей и трудностью получения сварных соединений с требуемыми показателями пластичности [1].

Ранее проведенные исследования показали, что при сварке по обычной технологии с использованием одноимпульсного цикла сварки и минимально необходимых (по условиям обеспечения полного сплавления в зоне совместной кристаллизации двух стержней) сварочных токов, невозможно выполнить требования, обеспечивающие получение соединений одновременно высокой прочности и пластичности. Получить же требуемые показатели пластичности сварных соединений возможно только после термообработки сварных соединений. Осуществлять это наиболее технологично в электродах сварочной машины, для чего требуется разработка специальных программированных циклов сварки.

Для решения этих задач была проведена модернизация машины для контактной сварки МТ-3001Л, ко-

торую используют и для сварки арматуры вкрест по традиционной технологии. В частности в ней старый регулятор цикла РЦС заменили на современный – РКС-801ЛМ, который предназначен для управления циклом сварки контактных машин переменного тока. Он позволяет осуществлять программируемый многоимпульсный режим сварки, в том числе и с термообработкой сварных соединений в электродах сварочной машины.

Проведенными исследованиями было установлено, что для решения поставленной задачи наиболее рационально использовать двух импульсный цикл сварки (рис. 1), в котором первый сварочный импульс I_{CB} , обеспечивает получение нормальных геометрических параметров сварного соединения, а второй I_{TO} – осуществляет термообработку в электродах сварочной машины.

Вначале, по общеизвестной методике были подобраны параметры одноимпульсного режима сварки, который обеспечивал получение нормальных геометрических параметров сварного соединения (осадку стержней арматуры ~40 %): $F_{CB} = 450$ даН; $t_{CЖ} = 1,0$ с; $I_{CB} = 14,4$ кА; $t_{CB} = 1,48$ с; $t_{П} = 0$ с; $I_{TO} = 0$ кА; $t_{TO} = 0$ с; $t_{ПР} = t_{ПР}^* = 0,4$ с.

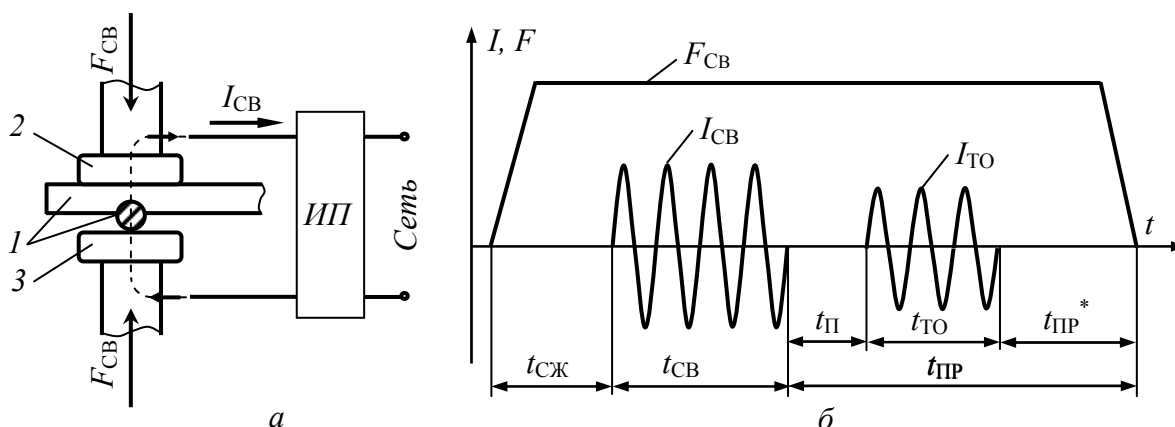


Схема (а) и цикл параметров режима (б) контактной точечной сварки арматуры вкрест:
1 – свариваемые стержни арматуры; 2 и 3 – токопроводящие электроды; F_{CB} – усилие сжатия деталей электродами; I_{CB} – сварочный ток; $t_{CЖ}$ – время сжатия деталей; t_{CB} – время сварки (длительность импульса сварочного тока); $t_{ПР}$ – время проковки соединения; I_{TO} – ток термообработки; t_{TO} – время термообработки (длительность импульса тока термообработки); $t_{П}$ – время паузы между импульсами тока

Однако во всех случаях при испытаниях на срез сварные соединения разрушались хрупко со значительным разбросом значений разрушающих напряжений $\sigma_p \approx 250...400$ МПа.

В случае сварки с термообработкой сварных соединений в электродах сварочной машины для определения значимости влияния параметров дополнительного импульса: силы тока термообработки I_{TO} ; времени термообработки t_{TO} и – времени паузы $t_{П}$ между импульсами I_{CB} и I_{TO} тока; на прочность получаемых соединений, оцениваемую по напряжению σ_p разрушения сварных соединений на срез, а также определения характера этого влияния планировался трехфакторный эксперимент в пяти уровнях [2]. При этом параметры сварочного импульса оставались неизменными: $F_{CB} = 450$ даН; $t_{CЖ} = 1,0$ с; $I_{CB} = 14,4$ кА; $t_{CB} = 1,48$ с; $t_{ПР}^* = 0,4$ с. Параметры дополнительного термообрабатывающего импульса в соответствии с планом эксперимента изменялись в следующих пределах: силы тока термообработки $I_{TO} = 0,2...1,0$ I_{CB} ; времени паузы $t_{П}$ между импульсами $t_{П} = 0,8...4,0$ с; длительности импульса термообработки $t_{TO} = 0,8...4,0$ с; $t_{ПР} = t_{CЖ} + t_{CB} + t_{П} + t_{TO} + t_{ПР}^*$. При каждом сочетании факторов производили сварку трех образцов.

На рис. 1 показаны спектры поглощения и МКД коллоидного раствора ферригидрита, записанные при комнатной температуре. Спектр поглощения представляет собой довольно гладкую кривую с особенностью в районе 480 нм. В то же время в спектре МКД наблюдается сложная структура, характерная для суперпозиции сигналов от нескольких переходов. На длине волны особенности в спектре поглощения МКД

изменяет знак. S-образная кривая МКД обычно свидетельствует о диамагнитной природе эффекта.

Однако амплитуды МКД противоположного знака не равны друг другу, что должно быть связано со вкладом парамагнитного эффекта. Кроме того оба максимума и положительный и отрицательный состоят, по крайней мере, из двух вкладов. Поскольку единственным ионом с не скомпенсированным магнитным моментом является ион железа, все наблюдаемые особенности можно связать с электронными переходами внутри d – состояний этих ионов или/и с переносом заряда между ионами железа и окружающих его лигандов.

На рис. 2 показан спектр поглощения с переходами. Переходы сопоставимы с переходами бората железа, которые описаны в статье [2].

Библиографический список

1. Марковин П. А. [и др.]. *Оптическое исследование электронной структуры и магнитного упорядочения в слабом ферромагнетике $FeVO_3$* // Письма в ЖЭТФ. 2007. Вып. 11 (86). С. 822–827.
2. Ладыгина В. П. *Получение, структура и магнитные свойства железосодержащих наночастиц, синтезируемых бактериями: автореф. дис. канд. физ.-мат. наук: 01.04.07, 03.01.02. Красноярск: Междунар. науч. центр исследований экстремальных состояний организма при Президиуме КНЦ СО РАН, 2011.*

© Березицкая Д. П., Хилажева Е. Д., 2012

УДК 621.791.722

Л. А. Ерыпалов, Д. С. Ковалев
Научный руководитель – Н. В. Успенский
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ СВАРКИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Предложены и экспериментально обоснованы новые возможности по управлению формированием сварного шва при электронно-лучевой сварке путем программирования распределения энергии электронного луча в сварочной ванне, за счет соответствующих разверток луча.

Найдены развертки электронного луча, позволяющие значительно повысить качество сварных соединений за счет устранения корневых дефектов, снижения пористости, непроваров.

Качество шва при ЭЛС 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. Нарушение оптимального режима ЭЛС зачастую ведет к

появлению в швах дефектов, причем даже на хорошо сваливаемых материалах [1].

Они встречаются при любых способах сварки давлением 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 отклонения шва от стыка из-за остаточных или наведенных магнитных полей, корневые дефекты шва присущи всем способам сварки высококонцентрированными источниками энергии. Они имеют гидродинамическую природу образования и обусловлены особенностями переноса металла в сварочной ванне.

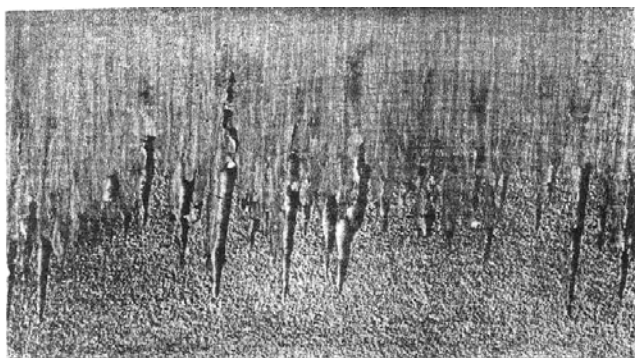


Рис. 1. Микрошлиф продольного сечения корневой части шлифа на сплаве АМг6

Для предотвращения корневых дефектов необходимо формировать парадинамический канал с достаточно широкой нижней частью и закругленным дном. Изменение формы канала осуществляется изменением формы распределения мощности электронного пучка в зоне сварки. Выбором уровня фокусировки пучка не удается полностью подавить корневые дефекты - вероятность образования несплавлений остается довольно высокой. Наиболее эффективным, с технической стороны, способом воздействия на формирование канала проплавления является развертка электронного пучка. Широко используются следующие развертки пучка: продольная, поперечная, Х-образная, по окружности, эллипсу, дуге. Расчетные методики выбора формы развертки пучка до сих пор не разработаны. В то же время накоплено довольно большое количество экспериментальных данных. Однако практические рекомендации не всегда совпадают. Последнее во многом определяется применением аппаратуры для развертки пучка с ограниченными возможностями и несовершенством методик исследования; не учитывается взаимосвязь параметров развертки с уровнем фокусировки пучка, геометрией исходного стационарного пучка электронов, скоростью сварки, уровнем и частотой пульсаций параметров пучка.

Было выявлено, что периодически схлapyивающийся парогазовый канал, характерный для традиционной технологии электронно-лучевой сварки, трансформируется при соответствующих траекториях сканирования в устойчивую парогазовую полость, распространяющуюся на значительную часть глубины проплавления. Это приводит к изменению условий формирования сварного шва, повышению КПД сварочного процесса, изменению формы сварного шва и повышению качества сварных соединений.

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, оснащенной электронно-лучевым оборудованием и пушкой КЭП-2 с таблеткой Ø 4,7 мм. Сварка производилась 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 нагрева 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 запрограммировано 9 различных траекторий сканирования электронного пучка. Номера сканирований соответствуют следующим изображениям (рис. 2).

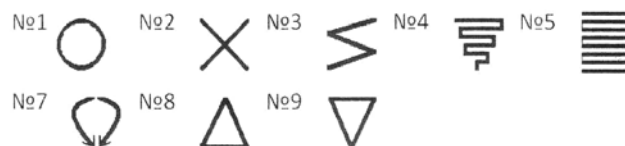


Рис. 2. Траектории сканирования электронного пучка

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 $I_d = 100, 150, 200, 250$ 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 луча по траекторий № 5.

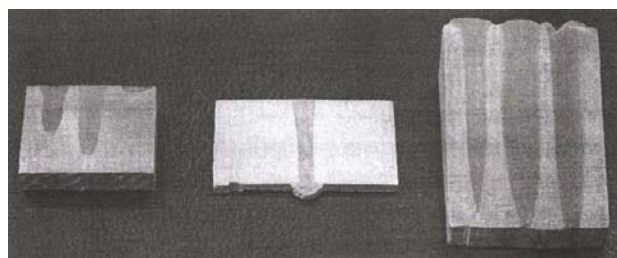


Рис. 3. Швы, выполненные при помощи БФС (блоков функционального сканирования по траектории № 5)

Эта форма сканирования позволяет получать форму сварных швов близкую к прямоугольной с почти параллельными стенками, при этом снижаются напряжения и деформации 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.

В итоге выявляется возможность управлять качеством швов при электроннолучевой сварке алюминиевых сплавов со свариваемой толщиной до 30 мм.

Библиографическая ссылка

1. Электронно-лучевая сварка / под ред. акад. Б. Е. Патона. Киев : Наукова думка 1987 г.

© Ерыпалов Л. А., Ковалев Д. С., 2012

УДК 621.791.763

В. В. Захаров, Е. В. Кононова
Научный руководитель – С. Н. Козловский
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗАЗОРОВ НА УСИЛИЕ СЖАТИЯ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ТОЧЕЧНОЙ КОНТАКТНОЙ СВАРКЕ

Проведенные исследования позволили определить технологические факторы, в наибольшей степени влияющие на отклонение усилия сжатия в свариваемом контакте при контактной точечной сварке.

Усилие сжатия в площади свариваемого контакта F_C при точечной контактной сварке (ТКС), то во многих случаях сварки отличается от усилия сжатия деталей электродами $F_Э$. И причиной этого являются зазоры, которые приводят к тому, что некоторая часть усилия $F_Э$ (в дальнейшем будем обозначать ее – F_D) затрачивается на деформирование деталей при их сближении до соприкосновения. Вследствие этого F_C меньше усилия $F_Э$ на величину F_D :

$$F_C = F_Э - F_D.$$

Оценка величины отклонения F_C от $F_Э$ важна для всего процесса ТКС, так как основной причиной образования выплесков при наличии зазоров считают значительное уменьшение F_C относительно $F_Э$, несмотря на то, что величину зазоров при ТКС жестко регламентируют [1]. Такие ограничения, удорожают технологию сборки и сварки. При этом конкретные результаты исследований, которые бы обосновали такие жесткие допуски на величину зазоров, очень немногочисленны. В связи с этим в рамках данной работы были проведены исследования влияния зазоров на величину усилия в площади свариваемого контакта.

По-видимому, наименее трудоемким было бы расчетное определение величины F_D , например, решением известного уравнения С. Жермен–Лагранжа, описывающего прогиб пластинки [2]. Однако точное решение этого уравнения даже для идеализированных граничных условий представляет большие трудности. Кроме того, схема закрепления деталей при ТКС, например, посредством уже сваренных точек весьма неопределенна.

В проведенных экспериментальных исследованиях силового взаимодействия деталей при наличии зазоров, величина F_D , определялась как функция комплексного влияния ряда технологических факторов точечной сварки (рис. 1):

$$F_D = F(t, t^*, u, \alpha, \delta, s, R_Э),$$

где t – расстояние между сваренными точками; t^* – расстояние до соседних сваренных точек; u – расстояние от кромки листа до центра свариваемой точки,

которое, как правило, равно половине ширины B нахлестки; α – угол раскрытия зазора в нахлестке; δ – величина зазора в месте сварки; s – толщина деталей; $R_Э$ – радиус сферы рабочей поверхности электродов.

Для определения значимости влияния на величину F_D семи технологических факторов ТКС планировались четырехфакторный эксперимент в пяти уровнях (латинский квадрат) и трехфакторный эксперимент в семи уровнях по известным методикам [3]. Измерения исследуемого параметра, деформирующего детали усилия F_D , при каждом сочетании факторов производились три раза.

При проведении четырехфакторного эксперимента в пяти уровнях осуществляли проверку значимости влияния на величину F_D факторов $A - t^*$, $B - \alpha$, $C - R_Э$ и $D - s$ при неизменных значениях t , δ и u . В результате получены отношения F дисперсий факторов A , B , C и D к дисперсии воспроизводимости S_0^2 , которые соотносятся с критерием Фишера, для условий данного эксперимента равным 3,9, следующим образом:

$$F_A = S_A^2 / S_0^2 = 0,033 < 4,13 ;$$

$$F_B = S_B^2 / S_0^2 = 0,057 < 4,13 ;$$

$$F_C = S_C^2 / S_0^2 = 0,1542 < 4,13 ;$$

$$F_D = S_D^2 / S_0^2 = 112,59 > 4,13 .$$

Таким образом, из этого эксперимента следует, что влияние на величину F_D фактора s , значимо, а влияние факторов t^* , α и $R_Э$ – не значимо.

Проверку значимости влияния исследуемых факторов $A - t$, $B - \delta$ и $C - u$ на величину F_D при неизменных значениях параметров t^* , α , $R_Э$ и s осуществляли проведением трехфакторного эксперимента в семи уровнях. В результате также получены отношения F дисперсий факторов A , B , и C к дисперсии воспроизводимости S_0^2 , которые соотносятся с критерием Фишера, который данного эксперимента равен 3,9, следующим образом:

$$F_A = 65,92 > 3,9 ;$$

$$F_B = 11,23 > 3,9;$$

$$F_C = 4,81 > 3,9.$$

Следовательно, все исследуемые в данном эксперименте факторы: t , δ и u на величину деформирующего усилия F_d влияют значимо.

Степень влияния каждого из факторов на величину усилия сопротивления деталей деформации при их сближении F_d можно оценить по соотношению дисперсий σ^2 исследуемых факторов. Тогда значимо влияющие на величину F_d факторы в порядке уменьшения их влияния располагаются следующим образом:

$$\sigma_s^2 = 56897; \sigma_t^2 = 14859;$$

$$\sigma_\delta^2 = 2342; \sigma_u^2 = 872.$$

Зависимость F_d от значимо влияющих на его величину факторов однозначна при любых их сочетаниях. Величина F_d возрастает с увеличением s , δ и u , а также с уменьшением t . При этом градиент изменения F_d , характеризующий степень влияния каждого из факторов, согласуется с приведенным выше соотношением их дисперсий.

С увеличением s характер увеличения F_d практически не изменяется при всех сочетаниях остальных значимых факторов. Это же можно сказать и о характере уменьшения F_d при увеличении расстояния между сваренными точками t .

Влияние величины δ и u на F_d не столь однозначно. Так, при небольших значениях u или при неболь-

ших отношениях δ/t , увеличение F_d происходит практически пропорционально увеличению зазора. При увеличении отношения δ/t деформирование листов переходит от их изгиба к прогибу по типу мембраны и деформации могут выходить за пределы области упругих. Вследствие этого прямо пропорциональная зависимость усилия F_d от δ нарушается и рост величины F_d замедляется.

С увеличением u усилие F_d . Однако в этом случае рост F_d происходит только до определенного соотношения между параметрами δ , u и t , а затем прекращается.

Выводы. Установлено, что на величину F_d значимо влияют: толщина деталей, расстояние между точками, величина зазора в месте сварки и расстояние от кромки листа до центра свариваемой точки. Влияние же расстояния до соседних сваренных точек, угла раскрытия зазора в нахлестке и радиуса сферы рабочей поверхности электродов в исследуемом диапазоне их изменения не значимо и находится в пределах статистического разброса измеренных значений F_d .

Библиографические ссылки

1. Зайчик Л. В., Орлов Б. Д., Чулошников П. Л. *Электросварка легких сплавов*. М.: Машигиз, 1963. 219 с.
2. Огибалов П. М. *Изгиб, устойчивость и колебания пластинок* // М.: Изд. МГУ. 1958. 389 с.
3. Пустыльник Е. И. *Статистические методы анализа и обработки наблюдений*. М.: Мир, 1975. 312 с.

© Захаров В. В., Кононова Е. В., 2012

УДК 621.791

Н. Д. Кинцель, Л. А. Смолякова
Научный руководитель – Л. Г. Семичева
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПОВЫШЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПЕРЕДАЧИ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ДАТЧИКА УРОВНЯ В ПРОЦЕССЕ ДИФфуЗИОННОЙ СВАРКИ

Исследовано влияние параметров процесса диффузионной сварки на коэффициент передачи K_n пьезоэлектрического датчика уровня и определены оптимальные значения параметров, обеспечивающие повышение коэффициента передачи на 50 %. Разработан технологический процесс изготовления пьезоэлектрического датчика уровня с согласующим слоем из фторопласта-4.

Проблемным вопросом на предприятиях приборостроительной отрасли при создании пьезоэлектрических датчиков уровня, применяемых в системах управления летательных аппаратов, является обеспечение требуемых акустических характеристик датчика, одной из которых является коэффициент передачи K_n , который определяется по формуле:

$$K_n = U_o / U_b,$$

где U_b – амплитуда возбужденного сигнала, В; U_o – амплитуда отраженного сигнала, В.

В соответствии с техническими требованиями коэффициент передачи датчика K_n должен быть не менее 0,4.

Повысить коэффициент передачи пьезоэлектрического датчика уровня можно применением полуволнового согласующего слоя, который крепится к металлическому корпусу датчика. Материал согласующего слоя должен хорошо акустически согласовываться с пьезокерамикой и сплавом алюминия АМгб, из которого изготовлен корпус датчика, обладать химической стойкостью к агрессивным жидкостям и иметь широкий диапазон рабочих температур. Этим требованиям отвечает фторопласт-4, однако из-за низкой активности и высокой вязкости расплава фторопласта-4 существует проблема получения качественных неразъемных соединений его с металлами.

Эта проблема была решена применением диффузионной сварки в вакууме с интенсификацией процесса сварки направленными ультразвуковыми колебаниями мегагерцевой частоты.

Для проведения исследований сваривали образцы-имитаторы из пьезокерамики ЦТС-19, сплава алюминия АМг6 и фторопласта-4 на диффузионной установке СДВУ-50 М, оснащенной ультразвуковой системой. Применение ультразвуковых колебаний (УЗК) частотой 2 МГц позволяет реализовать модель Рэлея в процессе сварки, когда фторопласт-4 под действием УЗК заполняет неровности и микропоры металлической поверхности и тем самым улучшаются условия прохождения звуковой волны.

Перед сваркой образцы из сплава алюминия АМг6 подвергали твердому анодированию в 18 % растворе H_2SO_4 для получения пористой пленки толщиной 40...60 мкм, затем свариваемые поверхности обезжиривали бензином Б-70 и обезвоживали спиртом-ректификатом.

Образцы собирали в специальном приспособлении, устанавливали в вакуумную камеру установки и производили поджим деталей. Камеру герметизировали и откачивали воздух до разрежения $5 \cdot 10^{-1}$ Па, сборку нагревали радиационным нагревателем со скоростью $V_{нагр}$ до температуры сварки $T_{св}$, прикладывали сварочное давление P , озвучивали направленными ультразвуковыми колебаниями частотой 2 МГц интенсивностью $I_{узк}$ в течение времени $\tau_{озв}$ и затем сборку охлаждали со скоростью $V_{охл}$ до нормальной температуры.

Интервалы параметров режима сварки выбирали на основании теоретических положений и предварительных экспериментов [1; 2]:

температура сварки $T_{св} = 638...688$ К;
сварочное давление $P = 0,5...2,0$ МПа;
интенсивность ультразвуковых колебаний $I_{узк} = (1...3) \cdot 10^5$ Вт/м²;
время озвучивания $\tau_{озв} = 300...900$ с;
вакуум $H = 5 \cdot 10^{-1}$ Па;
скорость нагрева $V_{нагр} = 0,09$ К/с;
скорость охлаждения $V_{охл} = 0,09$ К/с.
После сварки образцы поляризовали.

Измерение амплитуды отраженного сигнала у сваренных на различных режимах образцов производили с помощью установки, в комплект которой входил генератор стандартных сигналов Г5-15, осциллограф С1-65, катушка с индуктивностью $L = 25$ мкГн и имитатор рабочего сосуда высотой 500 мм, заполненный водой.

Результаты испытаний показали, что с увеличением $T_{св}$ до 668 К коэффициент передачи датчика K_n возрастает, а при $T_{св} > 678$ К начинает снижаться. По-видимому, это можно объяснить тем, что при

$T_{св} = 668...678$ К значительно снижается вязкость фторопласта-4 и при озвучивании УЗК под действием ультразвукового капиллярного эффекта поры анодной пленки и микронеровности металлической поверхности полностью заполняются фторопластом-4. При повышении температуры свыше 678 К наблюдается изменение структуры и снижение звукопрозрачности фторопласта-4, что приводит к уменьшению амплитуды отраженного сигнала.

Увеличение сварочного давления до 1,5 МПа приводит к повышению коэффициента передачи датчика, однако при увеличении его свыше 2 МПа наблюдается выдавливание фторопласта-4 из зоны сварки. В связи с этим уменьшается толщина согласующего слоя, нарушается акустическое согласование и изменяется расчетная частота.

С увеличением интенсивности УЗК до $2 \cdot 10^5$ Вт/м² коэффициент передачи датчика K_n повышается, дальнейшее увеличение интенсивности УЗК приводит к его снижению. Причиной снижения K_n по всей вероятности является изменение структуры и свойств фторопласта-4 при воздействии УЗК высокой интенсивности и частоты.

Аналогично на прочность соединения влияет и время озвучивания. При увеличении $\tau_{озв}$ до 600 с коэффициент передачи датчика K_n возрастает, а при дальнейшем увеличении – снижается.

Наибольшие значения коэффициента передачи пьезоэлектрического датчика уровня

$K_n = 0,06$ были получены при следующих оптимальных значениях параметров режима сварки:

температура сварки $T_{св} = 668...678$ К;
сварочное давление $P = 1,25...1,5$ МПа;
интенсивность ультразвуковых колебаний $I_{узк} = 2 \cdot 10^5$ Вт/м²;
время озвучивания $\tau_{озв} = 600$ с;
вакуум $H = 5 \cdot 10^{-1}$ Па;
скорость нагрева $V_{нагр} = 0,09$ К/с;
скорость охлаждения $V_{охл} = 0,09$ К/с.

По результатам исследований был разработан технологический процесс изготовления пьезоэлектрических датчиков уровня с согласующим слоем из фторопласта-4, обеспечивающий повышение коэффициента передачи датчика K_n до 50 %.

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., Новиков В. Г. Полушкин Г. П. Теория, технология и оборудование диффузионной сварки / под общ. ред. В. А. Бачина. М. : Машиностроение, 1991. 352 с.

© Кинцель Н. Д., Смолякова Л. А., 2012

УДК 621.791.763

Д. С. Ковалев, В. А. Шахматова
 Научный руководитель – С. Н. Козловский
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ НЕСПЛОШНОСТЕЙ В ТОЧЕЧНЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ

Разработан цикл точечной сварки, в котором ковочное усилие сжатия деталей увеличивают пропорционально увеличению сопротивления пластической деформации металла в зоне сварки и, тем самым, предотвращают образования несплошностей в сварном соединении.

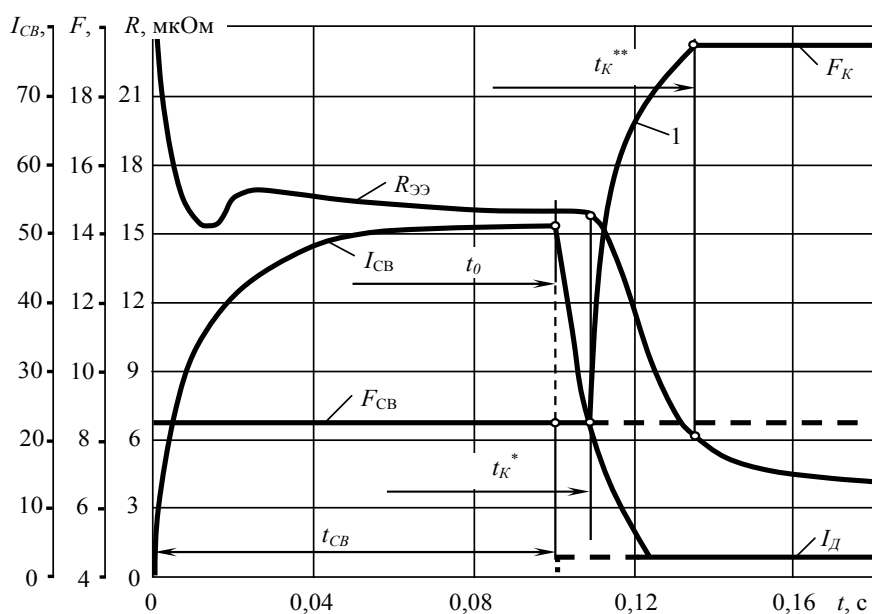
После окончания импульса сварочного тока при охлаждении сварных соединений в них возможно образование ряда дефектов, общим признаком которых является образование несплошностей: пор, раковин, наружных и внутренних трещин. Проведенными ранее исследованиями установлено, что при точечной контактной сварке (ТКС) на образование этих дефектов влияет не только величина ковочного усилия F_K ($F_K \approx 2 \dots 2,5 F_{CB}$, где F_{CB} – величина сварочного усилия [1]), и момент его приложения, но и скорость его нарастания.

На основании проведенных исследований в рамках данной работы разработан цикл ТКС, который позволяет выполнить такое условие, т. е. позволяет увеличивать величину ковочного усилия пропорционально увеличению сопротивления пластической деформации металла в зоне сварки. Сущность его заключается в следующем.

В способе ТКС, при котором свариваемые детали сжимают электродами, а затем пропускают импульс сварочного тока, увеличение усилия сжатия электродов между его значениями F_{CB} и F_K , осуществляется пропорционально обобщающему параметру процесса ТКС. В качестве обобщающего параметра, зависимо от изменения которого осуществляют увеличение

ковочного усилия F_K , используют сопротивление пластической деформации металла зоны сварки. Сопротивление деформации металла в зоне сварки определяют путем измерения электрического сопротивления участка электрод-электрод $R_{ЭЭ}$ на стадии охлаждения соединения. Для этого с момента окончания импульса сварочного тока во время проковки соединения пропускают дополнительный импульс тока небольшой силы. Усилие сжатия электродов начинают увеличивать при уменьшении электрического сопротивления на участке электрод-электрод. Ковочного значения усилия сжатия электродов достигает при заданной величине электрического сопротивления на участке электрод - электрод.

Непосредственно измерить сопротивление деформации металла зоны сварки в процессе формирования соединения не представляется возможным. Между тем, как установлено проведенными исследованиями сопротивление деформации металла зоны сварки определяется в основном его температурой и его величина в процессе ТКС изменяется пропорционально температуре деформируемого металла. Однако измерить температуру в зоне сварки в процессе формирования соединения так же не представляется возможным.



Изменение параметров при точечной сварке с приложением ковочного усилия:
 АМгб, 2 + 2 мм, $I_{CB} = 51$ кА, $F_{CB} = 8,5$ кН, $t_{CB} = 0,1$ с, $F_K = 19,5$ кН, $I_D = 3$ кА

Известно, что удельное электрическое сопротивление у металлов и сплавов при их нагреве и охлаждении изменяется пропорционально температуре. Вследствие того, что после окончания импульса тока при неизменной величине усилия сжатия электродов металл в зоне сварки не деформируется (не увеличиваются площади контактов), т. е. не изменяется геометрия зоны сварки, изменение ее электрического сопротивления будет определяться только изменением удельного электрического сопротивления материала при его охлаждении. А поскольку как удельное электрическое сопротивление материала, так и его сопротивление пластической деформации изменяются пропорционально температуре, то и сопротивление пластической деформации материала изменяется пропорционально его удельному электрическому сопротивлению и, вследствие этого – пропорционально изменению электрического сопротивления зоны сварки при неизменном усилии сжатия электродов.

Цикл сварки с приложением F_K осуществляется следующим образом (см. рисунок).

Свариваемые детали сжимают между электродами сварочной машины сварочным усилием F_{CB} . Затем, по истечении времени сжатия холодных контактов $t_{CЖ}$ пропускают импульс сварочного тока I_{CB} длительностью t_{CB} . При этом, во время t_{CB} действия импульса сварочного тока I_{CB} , усилие сжатия электродов F_{CB} выдерживают неизменным или изменяют по заданной программе. После окончания импульса сварочного тока I_{CB} величину усилия сжатия электродов увеличивают от сварочной F_{CB} до ковочной F_K его величины

(показано сплошной линией). Причем, увеличение усилия сжатия электродов от сварочной F_{CB} до ковочной F_K его величины (кривая 1) осуществляется пропорционально изменению сопротивления пластической деформации металла в зоне формирования соединения.

Изменение сопротивления пластической деформации металла в зоне формирования соединения определяется до использования способа КТС в производственном процессе при отработке и настройке параметров режима сварки конкретного соединения. Для этого, т. е. определения изменения сопротивления пластической деформации металла зоны формирования соединения, с момента t_0 окончания импульса сварочного тока пропускают дополнительный зондирующий импульс тока I_d силой, равной 2...5 % от силы сварочного тока I_{CB} , при неизменном усилии сжатия электродов F_{CB} (показано штриховой линией). При этом измеряют электрическое сопротивление $R_{ЭЭ}$ участка сварочной цепи электрод – электрод. По кривой изменения электрического сопротивления зоны сварки $R_{ЭЭ}$ определяют момент t_K^* начала t_K^{**} увеличения усилия сжатия электродов (момент приложения усилия F_K) и момент достижения усилием сжатия электродов значения ковочного усилия F_K .

Библиографическая ссылка

1. Чуларис А. А. Технология сварки давлением. ДГТУ, 2003ф.

© Ковалев Д. С., Шахматова В. А., 2012

УДК 621.791.76

А. Б. Мишуренко, Л. А. Смолякова, О. П. Потопаева
Научный руководитель – С. Н. Козловский
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МОДЕЛЬ КОНТАКТИРОВАНИЯ ДВУХ ШЕРОХОВАТЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНТАКТНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

Работа посвящена проблеме моделирования контакта двух шероховатых поверхностей для определения сопротивления холодного контакта при контактной точечной сварке.

При расчетах сопротивления холодного контакта при контактной точечной сварке необходимо знать фактическую (ФПК) и контурную площади контакта (КПК) двух шероховатых поверхностей. Существует множество моделей контакта двух шероховатых поверхностей, как классических, с неровностями в виде: сферических сегментов, цилиндров, пирамид, эллипсоидов [1], так и разработанных с использованием фрактальной геометрии [2] и негауссовских случайных процессов. Анализируя существующие модели, следует отметить, что они трудно применимы для инженерных расчетов, так как либо не обеспечивают необходимую точность расчетов площадей контакта, либо имеют сложный математический аппарат.

Для получения легко обозримого результата будем считать, что поперечный размер отдельного стержня стремиться к нулю, а их число стремиться к беско-

нечности. При этом функцию $\Phi(\xi)$ можно принять непрерывной, а число торцов стержней, заключенных в слое $d\xi$, выразить как

$$dn = M\Phi'(\xi)d\xi. \quad (1)$$

Дискретность поверхности контакта и малый рост диаметра одного пятна при увеличении нагрузки оправдывает применение стержневой модели, получаемые при этом результаты близки к практическим. Следует отметить, что для установления связи между сближением и ФПК не имеет значения, будем ли мы считать обе модели деформируемыми, или одну деформируемой, а другую абсолютно жесткой, конечный результат будет зависеть лишь от величины их сближения (относительного перемещения).

Подсчитаем число контактов, которые возникли между стержнями модели первой поверхности, торцы

которых находятся в слое толщиной dx_1 на расстоянии x_1 от базовой поверхности, и стержнями модели второй поверхности, торцы которой находятся в слое dx_2 на расстоянии x_2 ($x_2 < a - x_1$). При сближении поверхностей на величину a слой x_1 некоторую часть своего пути будет перемещаться по той части плоскости, где расположены торцы стержней модели второй поверхности. Если мы просуммируем число контактов по всем слоям модели первой поверхности, которые смогут войти в контакт со стержнями модели второй поверхности при сближении их на величину a , то получим

$$\eta = \int_0^a \Phi'_1(x_1) \int_0^{a-x_1} \Phi'_2(x_2) dx_2 dx_1. \quad (2)$$

Для реальных тел начальный участок кривой опорной поверхности хорошо описывается степенной функцией вида $tp = bx^v$ (3), где x расстояние от линии выступов до сечения профиля отнесенное к $R_{\max}$, значения коэффициентов b и v получают путем соответствующей обработки профилограмм поверхностей.

Нетрудно заметить, что при моделировании реальных поверхностей функция $\Phi_i(x_i)$ будет иметь следующий вид:

$$\Phi_i(x_i) = \gamma_i x_i^{v_i}, \text{ а } \gamma_i = \frac{b_i}{R^{v_i} \max}, \quad (4)$$

где b_i и v_i – параметры кривой опорной поверхности одного из контактирующих тел; $R_{\max}$ – максимальная высота неровности. Тогда с учетом выражения (4) формула (2) примет вид

$$\eta = \frac{k_{v_1,2} b_1 b_2 (R \max_1 + R \max_2)^{v_1 + v_2}}{R^{v_1} \max_1 R^{v_2} \max_2} \varepsilon^{v_1 + v_2}, \quad (5)$$

$$\text{где } k_{v_1,2} = \frac{v_1 v_2}{v_1 + v_2} \cdot \frac{\Gamma(v_1) \Gamma(v_2)}{\Gamma(v_1 + v_2)} \text{ и } \varepsilon = \frac{a}{R \max_1 + R \max_2}.$$

При расчете контактного сопротивления необходимо определить какую деформацию претерпевают микровыступы упругую или пластическую. Сравнения значений $\sigma_{\text{ср}}$ и σ_K при усилии сжатия электродов определенных практикой режимов контактной точечной сварки (КТС) деталей толщиной 0,5–4 мм из различных сталей и сплавов показывают, что микронеровности в свариваемых контактах всегда деформируются пластически. Для пластичного контакта задача определения его механических параметров значительно упрощается тем, что ФПК зависит лишь от микрогеометрии поверхности, а сближение зависит лишь от распределения материала в шероховатом

слое, соответственно относительная деформация неровностей равна:

$$\varepsilon = [\sigma_{\text{ср}} / C_\varepsilon \cdot \sigma_{0.2} \cdot b]^{1/v}, \quad (6)$$

где C_ε – коэффициент, учитывающий упрочнение металла в микронеровностях при их пластической деформации; b, v – это параметры опорной кривой. Наиболее близкие к экспериментальным значениям ε получаются, если C_ε для конкретных материалов определяются из формулы:

$$C_\varepsilon = 3 \cdot K_\varepsilon, \quad (7)$$

где $K_\varepsilon = \sigma_{0.2}^* / \sigma_{0.2}$ – коэффициент предельного упрочнения при пластической деформации.

В условиях пластического контакта отношение ФПК к КПК обратно пропорционально действующим в них давлениям $\sigma_{\text{ср}}$ и $(C_\varepsilon \cdot \sigma_{0.2})$. Исследованиями установлено, что при КТС замедление роста ФПК из-за взаимного влияния при деформациях микронеровностей удовлетворительно определяется коэффициентом $K_{\text{ВВ}}$, определённым следующей зависимостью:

$$K_{\text{ВВ}} = 1 - a' \cdot \varepsilon (C_\varepsilon \cdot b \cdot \varepsilon^v), \quad (8)$$

где a' – коэффициент, равный 0,6–0,7.

Тогда отношение η ФПК и КПК при КТС можно выразить следующей зависимостью:

$$\eta = \frac{A_r}{A_c} = b \cdot \varepsilon^v \cdot K_{\text{ВВ}}. \quad (9)$$

Выведенная зависимость для расчета отношения площадей контактирования шероховатых поверхностей обеспечивает простоту вычислений и необходимую для инженерных расчетов точность, положена в основу математической модели для расчета контактного сопротивления холодного контакта.

Библиографические ссылки

1. Крагельский И. В., Добычин М. И., Комбалов В. С. Основы расчетов на трение и износ. М.: Машиностроение. 1977. 529 с.
2. Огар П.М., Горохов Д.Б. Контактное взаимодействие шероховатых поверхностей: фрактальный подход. / Системы. Методы. Технологии №6. 2010. С. 30-38.

© Мишуренко А. Б., Смолякова Л. А.,
Потопаева О. П., 2012

УДК 621.791.763

П. Ю. Орешенко, А. В. Лецковник
 Научный руководитель – С. Н. Козловский
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН ОБРАЗОВАНИЯ НЕПРОВАРОВ ПРИ ТОЧЕЧНОЙ КОНТАКТНОЙ СВАРКЕ

Показано, что основной проблемой предотвращения непроваров при ТКС является отсутствие методик, которые позволили бы оперативно оценивать устойчивость процесса сварки против их образования. Ее наличие позволило бы прогнозировать вероятность образования непроваров на стадии технологической подготовки производства или непосредственно в процессе сварки при изготовлении изделий и корректировать его параметры при практическом осуществлении технологии сварки конкретных изделий.

Непровары (см. рисунок) — это наиболее опасные и трудно выявляемые дефекты точечных сварных соединений, при котором размеры зоны взаимного расплавления деталей (при точечной сварке они определяется диаметром этой зоны $d_{з.в.р.}$) меньше требуемой в чертежах изделия, которую задают номинальным диаметром ядра $d_{я}$. При нормальном точечном сварном соединении диаметр $d_{з.в.р.} \approx d_{я}$ (рисунок, а).

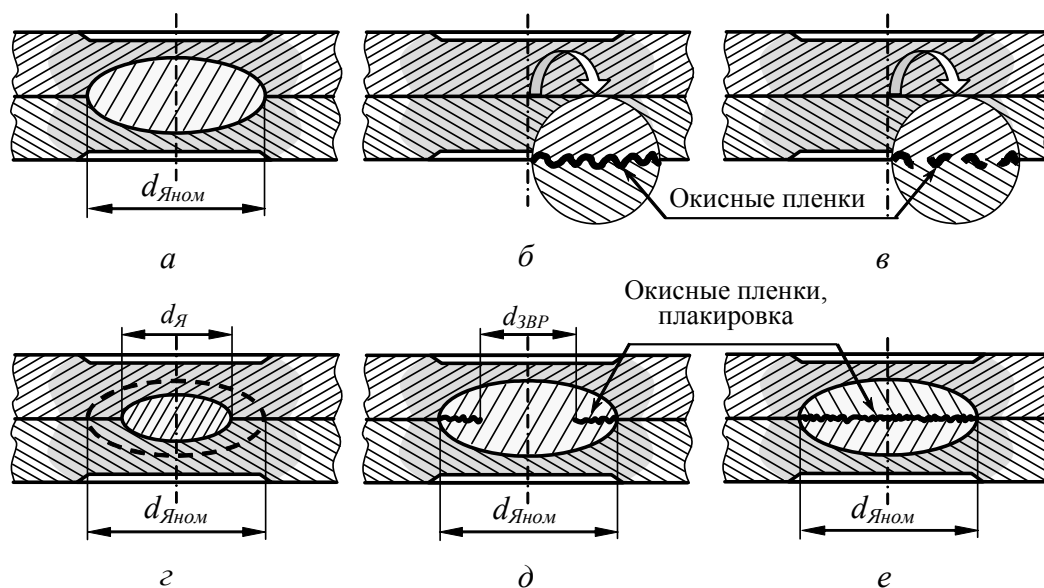
В большинстве же случаев практики точечной контактной сварки КТС они проявляются в виде уменьшения диаметра ядра расплавленного металла меньше минимально допустимого его значения $d_{я} < d_{я\min}$. Такой непровар называют частичным непроваром. Частичный непровар может образовываться также при частичном сохранении окисной пленки или лакирующего слоя в контакте деталь — деталь (рис. 1, в). Непровар, при котором зона взаимного расплавления деталей вообще отсутствует (рис. 1, б), называют полным непроваром. Наиболее опасны же непровары, при которых соединение образуется либо в твердой фазе по микрорельефам поверхности (рис. 1,

в), либо при полном сохранении оксидной пленки или лакирующего слоя (рисунок, е), которые препятствуют образованию общей зоны расплавленного металла. Такие непровары называют непроварами типа склейка.

Непровары типа склейка трудно выявить, они могут выдерживать на срез иногда относительно большие статические нагрузки, но хрупко разрушаются при небольших нагрузках отрыва и знакопеременных нагрузках.

Непровары, показанные на рисунке в и е, характерны для сварки деталей из алюминиевых сплавов, которые имеют на поверхности прочные окисные пленки или лакирующий слой из чистого алюминия. Они при ТКС не расплавляются либо вследствие высокой температуры плавления, либо высокой тепло- и электропроводности.

Общей для всех условий ТКС причиной образования непроваров, является уменьшение тепловыделения в зоне сварки. В большинстве случаев это является следствием уменьшения плотности тока в зоне сварки, которое может происходить, например, из-за



Виды непроваров: а — нормальное точечное соединение; б — отсутствие соединения (полный непровар); в — образование связей по отдельным микрорельефам (склейка); г — малый размер ядра ($d_{я} < d_{яном}$ — частичный непровар); д — малый размер зоны взаимного расплавления ($d_{з.в.р.} < d_{ямин}$ — частичный непровар); е — отсутствие зоны взаимного расплавления (склейка)

уменьшения силы импульса сварочного тока или же из-за увеличения площади контактов. Увеличение площади контактов, как правило, происходит при завышении уровня объемных пластических деформаций металла в зоне сварки, которое вызывается, например, увеличением усилия сжатия электродов, уменьшением ширины нахлестки или же чрезмерным разупрочнением металла. Другой причиной, так же приводящей к образованию непроваров, может быть уменьшение длительности импульса сварочного тока. Кроме того, при сварке деталей из алюминиевых сплавов причиной непровара может являться частичное или полное сохранение окисной пленки или плакирующего слоя в контакте деталь-деталь.

Основными мероприятиями, направленными на предупреждение непроваров являются повышение стабильности параметров сварочного оборудования и технологических факторов точечной сварки, а также удаление с поверхностей деталей тугоплавких оксидов и планирующего слоя. Вместе с тем в практике точечной сварки они имеют место.

При практическом осуществлении технологического процесса сварки параметры факторов, влияющих на формирование соединения, непрерывно изменяются. Для их изменений характерны как случайные, разовые отклонения в определенном диапазоне, 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, шага меж-

ду точками и расстояний до кромки деталей и некоторые другие. 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, силы сварочного тока из-за влияния магнитных масс и некоторые другие имеют вполне определенные закономерности. Поэтому, для предотвращения образования непроваров и выплесков важно не только правильно выбрать параметры режимов сварки и сварочное оборудование, но и иметь возможность оперативно оценивать устойчивость процесса формирования соединений, для того чтобы корректировать его параметры при практическом осуществлении технологии сварки конкретных изделий.

Выводы.

1. Основной проблемой предотвращения непроваров при КТС является отсутствие методик, которые позволили бы оперативно оценивать устойчивость процесса сварки против их образования.

2. Наличие такой методики позволило бы прогнозировать вероятность образования непроваров на стадии технологической подготовки производства или непосредственно в процессе сварки при изготовлении изделий и корректировать его параметры при практическом осуществлении технологии сварки конкретных изделий.

© Орешенко П. Ю., Лецковник А. В., 2012

УДК 621.791.763

П. Ю. Орешенко, А. В. Лецковник
Научный руководитель – С. Н. Козловский
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ НЕПРОВАРОВ ПРИ ТОЧЕЧНОЙ КОНТАКТНОЙ СВАРКЕ

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, а предложенные зависимости – выразить это количественно.

При практическом осуществлении точечной контактной сварки (ТКС) параметры факторов, влияющих на формирование соединения, непрерывно изменяются из-за воздействия как случайных, разовых, так и закономерных возмущающих факторов. Поэтому, для предотвращения образования непроваров и выплесков важно не только правильно выбрать параметры режимов сварки и сварочное оборудование, но и иметь возможность оперативно оценивать устойчивость процесса формирования соединений и корректировать его параметры при практическом осуществлении технологии сварки конкретных изделий.

Устойчивость процесса ТКС против образования конечных выплесков часто оценивают по методикам, которые основаны на измерении так называемого «критического диаметра ядра – $d_{кр}$ », то есть макси-

мального диаметра ядра, который удастся получить без выплеска за счет увеличения силы сварочного тока при неизменных остальных параметрах режима. При предложено оценивать как непосредственно по величине критического диаметра ядра – $d_{кр}$, так и по параметрам от него производным. Например, по значениям коэффициента K_B устойчивости процесса КТС против выплесков:

$$K_B = d_{кр} / d_M, \quad (2)$$

где d_M – минимально допускаемый диаметр ядра по ГОСТ 15878-79.

Следует отметить, что приведенные в таблице примеры определения коэффициента K_B не всегда корректны.

Значения коэффициентов устойчивости для различных условий КТС

№ п/п	Материал деталей, толщина (мм)	Параметры режима			$d_{я}$, мм	Параметры оценки процесса ТКС		
		$I_{св}$, кА	$F_{э}$, кН	$t_{св}$, с		$K_{в}$	$K_{вд}$	$K_{нд}$
1	Сплав АМг6 (2,0) $d_M = 7,0$	45	10,5	0,12	7,0	1,24	24,3	0
2		48			7,5		16,0	6,7
3		50			7,9		10,1	11,4
4		53			8,5		2,4	17,6
5		54			8,7		0	19,5
6		55			7,3*		–	–
7	Сталь 08кп (2,5) $d_M = 8,0$	9,5	3,0	0,6	8,0	1,19	18,8	0
8		10,0			8,3		14,5	3,6
9		11,0			8,8		7,9	9,1
10		11,6			9,2		3,3	13,0
11		12,3			9,5		0	15,8
12		12,8			8,6*		–	–
13	Сталь 12Х18Н10Т (1,5) $d_M = 6,0$	6,8	7,0	0,2	6,0	1,23	23,3	0
14		7,4			6,5		13,8	7,7
15		7,6			6,7		10,4	10,4
16		8,1			7,1		4,2	15,5
17		8,6			7,4		0	18,9
18		8,8			6,5*		–	–

Так, приведенные в табл. 1 режимы сварки обеспечивают получение значений диаметров ядра $d_{я}$ от минимально допустимого (режимы 1, 7 и 13) до критического (режимы 5, 11 и 17). Для деталей из одинаковых материалов режимы отличаются только сварочным током $I_{св}$ (усилие сжатия электродов $F_{э}$ и время сварки $t_{св}$ остаются неизменными). Поскольку любой из этих режимов (кроме 6, 12 и 18) в принципе может быть номинальным, при котором получается заданный диаметр ядра d_0 , методика должна позволять оценивать устойчивость каждого из них. Однако рассчитанный по зависимости (2) коэффициент $K_{в}$ в действительности отражает запас устойчивости против выплесков только для режимов 1, 7 и 13, при которых образуется ядро минимально допустимого диаметра. Для всех же остальных режимов этот коэффициент остается неизменным, несмотря на различие получаемых диаметров ядра.

В связи с изложенным выше разработана методика оценки устойчивости процесса контактной точечной сварки, которая позволяет по измеренным значениям критического и номинального диаметров ядра оценить устойчивость процесса сварки на номинальном режиме 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 абсолютные значения диапазонов допустимых отклонений реально полученных номинальных диаметров ядра d_0 до образования выплеска и непровара. Поэтому их можно использовать в качестве показателей, которые в совокупности позволяют

комплексно оценить устойчивость процесса контактной точечной сварки на конкретном режиме против образования выплесков и непроваров. Для практических сравнений между собой устойчивости против образования выплесков и непроваров разных процессов сварки деталей, которые, например, различаются толщиной, указанные диапазоны возможных отклонений диаметров ядра удобнее выражать в относительных единицах, в частности, в процентах от номинального значения диаметра ядра

$$K_{вд} = \left(\frac{d_{кр}}{d_0} - 1 \right) \cdot 100\%,$$

$$K_{нд} = \left(1 - \frac{d_M}{d_0} \right) \cdot 100\%, \quad (3)$$

где $K_{вд}$, $K_{нд}$ – коэффициенты устойчивости конкретного процесса ТКС против образования, соответственно, выплесков и непроваров, определенные по критическим значениям диаметра ядра.

Приведенные в таблице значения $K_{вд}$ и $K_{нд}$ свидетельствуют о том, что данная методика позволяет комплексно оценить процесс на любом режиме относительно его критических состояний. Количественно они показывают, на сколько процентов допустимо отклонение диаметра от его номинального значения до образования выплеска или непровара.

Результаты определения коэффициентов устойчивости по описанным методикам, приведенные выше и в таблице, показывают, что их значения близки и комплексно характеризуют этот показатель процесса.

© Орешенко П. Ю., Лецковник А. В., 2012

УДК 620.192.46

Е. В. Сотникова, Н. М. Цыганков
Научный руководитель – В. В. Богданов
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

КРИТЕРИИ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ ШВОВ

Рассмотрены основные критерии качества сварных соединений. Определены дефекты, влияющие на качество сварного соединения.

Наличие тех или иных дефектов в сварных соединениях еще не определяет потерю работоспособности этих соединений. Опасность дефектов, наряду с влиянием собственных характеристик несплошностей (типы, виды, размеры и т. п.), зависит от большого числа конструктивных и эксплуатационных факторов [1].

При статической нагрузке и пластичном материале влияние величины непровара на потерю прочности примерно пропорционально относительной глубине этого непровара или его площади.

При малопластичном материале (рис. 1, кривые 3, 5), а также при динамической или вибрационной нагрузках (рис. 2) линейная пропорциональность между потерей работоспособности и величиной дефекта может нарушаться и сравнительно небольшие дефекты могут оказывать существенное влияние на прочность сварного шва.

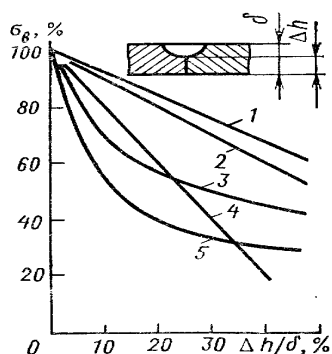


Рис. 1. Влияние относительной глубины $\Delta h/\delta$ непровара корня шва на статическую прочность стыковых соединений без усиления: 1 – сталь Ст3; 2 – 12Х18Н9Т; 3 – 25ХГСА; 4 – 30ХГСН2А; 5 – сплав Д16Т

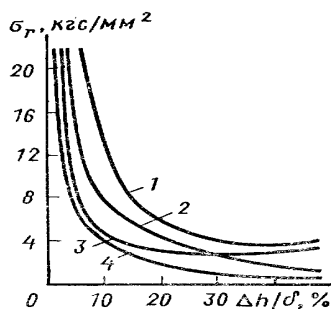


Рис. 2. Влияние относительной величины $\Delta h/\delta$ дефектов на усталостную прочность стыковых сварных соединений малоуглеродистой стали: 1 – подрезы; 2 – поры; 3 – непровар корня шва; 4 – шлаки.

При малопластичном материале, а также при динамической или вибрационной нагрузках линейная пропорциональность между потерей работоспособности и величиной дефекта может нарушаться и сравнительно небольшие дефекты существенно влияют на прочность сварного соединения.

Дефекты включения (поры, шлаки) при их относительной суммарной площади в сечении шва до 5–10 % практически мало влияют на статическую прочность соединений. По отдельным видам соединений безопасная величина ослабления сечения стыкового шва дефектами при статической нагрузке может достигать 10, 20 и даже 30 %. Особенно это относится к пластичным сталям и сравнительно малонагруженным соединениям.

Если швы имеют концентраторы в виде резкого усиления или несовпадения кромок, то включения площадью 5–10 % сечения шва не оказывают влияния также и на усталостную прочность стыковых соединений. В то же время остаточные напряжения могут существенно повышать опасность дефектов-включений при усталостных нагрузках.

Для оценки опасности сварочных дефектов при дефектоскопии соединений целесообразно разделить дефекты-несплошности на две группы: объемные (тупые) и трещиноподобные (острые).

Объемные дефекты сравнительно безопасны в отношении потери работоспособности соединений. Эти дефекты (поры, шлаки, включения, непровары без надреза) можно нормировать по размерам или по площади ослабления ими сечения шва. Согласно терминологии ГОСТ 15467-79 такие дефекты следует относить к малозначительным или значительным.

Трещиноподобные дефекты весьма опасны для эксплуатации соединений. Эти дефекты (трещины, непровары и включения с надрезом), как правило, недопустимы. Согласно ГОСТ 15467-79 трещиноподобные сварочные дефекты следует считать критическими.

Анализ влияния дефектов на работоспособность соединений показывает, что опасность дефектов зависит от их типа, определяемого геометрическими признаками, их вида, определяемого технологическими признаками, а также от внешних конструктивно-эксплуатационных факторов. Перечисленные признаки и факторы детерминированы, т. е. относятся к определенным дефектам, конкретным конструкциям и технологическим процессам. Эти детерминированные характеристики необходимы в первую очередь для приближенной оценки опасности дефектов в эксплуатационном аспекте или дефектологическом.

Эксплуатационный подход нельзя считать единственным при решении вопроса о нормах дефектности. Следует учитывать технологический, квалиметрический и экономический аспекты. Последние связаны с оценкой уровня «засоренности» продукции дефектами, т. е. со статическими показателями дефектности. К ним относятся: — доля дефектных элементов M в партии N ; $B = \frac{M_B}{N}$ — доля брака в партии или доля исправленных элементов M_B с недопустимыми дефектами: $g = \frac{\sum \Delta S}{Sp}$ — суммарная площадь дефектов ΔS в расчетном сечении Sp шва.

При установившемся стабильном технологическом процессе появление дефектов, как правило, можно считать случайными событиями, для которых справедливы определенные вероятностные модели-

распределения: Пуассона — для числа дефектов; экспонента или закон Вейбулла — для размеров дефектов и т. п. Причем средние для партии значения X и дисперсии σ^2 показателей q , B , g обладают свойством устойчивости. Засоренность выборки — приемочное число C и выборочное среднее x — свойством устойчивости не обладают. Статистические показатели отражают уровень технологии и необходимы для управления качеством сварки.

Библиографическая ссылка

1. Контроль качества сварки / под ред. В. Н. Волченко. М. : Машиностроение, 1975. 328 с.

© Сотникова Е. В., Цыганков Н. М., 2012

УДК 620.192.46

Е. В. Сотникова, Н. М. Цыганков

Научный руководитель — В. В. Богданов

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

МЕТОДИКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ ШВОВ

Рассмотрены особенности ультразвукового контроля стыковых сварных соединений. Определены факторы, влияющие на достоверность контроля.

Сварные соединения являются самым массовым объектом ультразвукового контроля. Мобильность, безвредность для окружающих и персонала, высокая чувствительность к внутренним и поверхностным дефектам (в том числе плоскостным, т. е. трещинам и непроварам) — основные преимущества ультразвукового контроля сварных соединений перед другими неразрушающими методами. Вместе с тем сварное соединение — сложный для УЗ-контроля объект.

Практически все дефекты сварки плавлением удовлетворительно выявляются при УЗ-контроле, однако имеются некоторые плохо выявляемые дефекты. Один из примеров плохо выявляемого дефекта — сильно сжатый непровар в корне шва с хорошо подогнанными кромками. При застывании металла шва такой непровар очень сильно стягивается, металл кромок деформируется, и раскрытие непровара может быть меньше величины, начиная с которой ультразвук заметно проходит через воздушный зазор в стали. Плохо обнаруживаются ультразвуком неокисленные непровары (слипания), возникающие при сварке давлением.

Схема прозвучивания является основой любой методики контроля. Эффективность применения схемы прозвучивания к сварному соединению определяется: размером прозвучиваемой площади поперечного сечения сварного соединения, отнесенной к общей площади поперечного сечения сварного соединения, подлежащей прозвучиванию (полнотой прозвучивания); вероятностью обнаружения наиболее потенциально опасных дефектов (трещин, непроваров); вероятностью появления ложных сигналов от конструк-

тивных элементов соединения (неблагоприятная геометрия, конструктивные зазоры, наличие приварных элементов). Основной способ контроля стыковых сварных соединений — наклонным преобразователем, поперечной волной. Преобразователь перемещается по ровной поверхности основного металла.

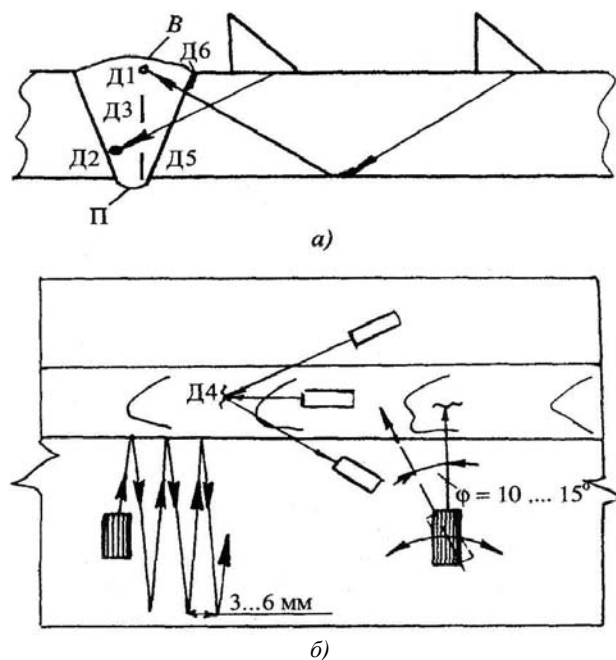


Схема контроля стыкового сварного соединения, выполненного дуговой сваркой: В — валик; П — проплав

На рисунке *а* показана схема контроля стыкового сварного соединения, выполненного дуговой сваркой [1]. Дефекты Д2 и Д5 в нижней части шва выявляются прямым «лучом», а дефекты в верхней части Д1 и Д6 выявляются однократно отраженным «лучом». Дефект в средней части шва Д3 может быть выявлен как прямым, так и однократно отраженным лучом.

Для проверки всего сечения сварного соединения преобразователь перемещают поперек и вдоль шва (рисунок *б*). Его направляют перпендикулярно оси шва, а затем контроль повторяют, поворачивая преобразователь на угол $10^\circ\div 15^\circ$ влево и вправо. Допускается также прозвучивание многократно отраженным «лучом» (т. е. «лучом», отраженным 2–3 раза от поверхностей основного металла), однако при этом способе трудно отличить отражения от дефектов и от неровностей поверхности сварного шва.

В корневой части сварного шва возможно возникновение ложного сигнала, связанного с отражением от недостаточного проплавления (утяжины) или повышенного проплавления (проплава) корня.

Шов контролируют слева и справа (на рисунке показан контроль справа). Таким образом, ультразвуковые волны проходят через шов в четырех направлениях (контроль в полном объеме). Это повышает вероятность выявления различно ориентированных дефектов. Если конструкция сварного соединения затрудняет контроль в четырех направлениях, допускается выполнять контроль швов с одной стороны или контроль только прямым «лучом», такой контроль считается выполненным в неполном объеме. Такие сварные соединения называются ограниченно контроледоступными.

Дополнительный способ контроля – на поперечные трещины Д4 (см. рисунок), т. е. трещины, расположенные поперек шва. Контроль на поперечные трещины осуществляют наклонным преобразователем по снятому и защищенному усилению сварного шва.

На направление излучения при контроле сварных соединений влияет возможное изменение скорости звука в основном металле. Это обстоятельство может привести к ошибкам при контроле из-за неправильного определения координат дефектов.

При контроле околошовной зоны возможно обнаружение полупрозрачных дефектов типа расслоений, ослабляющих чувствительность контроля наплавленного металла. Часто такие дефекты признаются недопустимыми.

Если после сварки швов предусмотрена их термообработка, то УЗ-контроль проводят после термообработки. Термообработка способствует раскрытию трещин, т. е. увеличению количества выявленных дефектов. Кроме того, при термообработке сварных соединений измельчаются зерна металла и его структура становится более однородной, что уменьшает затухания УЗ волн в шве и околошовной зоне и улучшает условия контроля особенно толстых сварных соединений. УЗ-контроль до предусмотренной термообработки проводят только как технологический.

Библиографическая ссылка

1. Щербинский В. Г., Алёшин Н. П. Ультразвуковой контроль сварных соединений. М. : Изд-во МГТУ им. Баумана, 2000. 496 с.

© Сотникова Е. В., Цыганков Н. М., 2012

УДК 621.791

А. В. Чекуров, М. А. Панфилов, О. П. Потопаева
Научный руководитель – Л. Г. Семичева
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА ДИФфуЗИОННОЙ СВАРКИ НА ПРОЧНОСТЬ СОЕДИНЕНИЙ ФТОРОПЛАСТА-4 С МЕТАЛЛАМИ

Исследовано влияние параметров процесса диффузионной сварки на прочность неразъемных соединений фторопласта-4 с металлами. Определены оптимальные параметры процесса диффузионной сварки фторопласта-4 с металлами, обеспечивающие 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 разнородных материалов получают диффузионной сваркой в вакууме, однако при разработке технологии диффузионной сварки новых материалов необходимо определить оптимальные значения параметров режима сварки, которые обеспечивают требуемую прочность соединений.

Целью работы является установление зависимости прочности σ_b диффузионного соединения фторопласта-4 с металлами от параметров процесса диффузионной сварки, а также определение оптимальных значений параметров.

Для проведения исследований сваривали образцы из фторопласта-4, сплава алюминия АМг6, ковара 29НК и нержавеющей стали 12Х18Н10Т.

Перед сваркой образцы из сплава алюминия АМг6 подвергали твердому анодированию в 18 % растворе H_2SO_4 , а из ковара и нержавеющей стали – химическому травлению. Затем свариваемые поверхности обезжиривали бензином Б-70 и обезвоживали спиртом-ректификатом.

Образцы собирали в специальном приспособлении, устанавливали в вакуумную камеру установки для диффузионной сварки СДВУ-50М, оснащенной ультразвуковой системой, и производили поджим деталей. Камеру герметизировали и откачивали воздух до разрежения $5 \cdot 10^{-1}$ Па, сборку нагревали радиационным нагревателем со скоростью $V_{\text{нагр}}$ до температуры сварки $T_{\text{св}}$, прикладывали сварочное давление P , озвучивали направленными ультразвуковыми колебаниями (УЗК) частотой 2 МГц интенсивностью $I_{\text{узк}}$ в течение времени $\tau_{\text{озв}}$ и затем сборку охлаждали со скоростью $V_{\text{охл}}$ до нормальной температуры. Основные параметры процесса сварки выбирались на основании теоретических положений и предварительных экспериментов [1; 2]. Температура $T_{\text{св}}$ является важнейшим параметром диффузионной сварки. Повышение температуры снижает вязкость расплава фторопласта-4, в результате чего достигается плотный контакт в стыке и ускоряются диффузионные процессы. По данным работы [1] температура диффузионной сварки определяется по формуле $T_{\text{св}} = (0,7...0,8) T_{\text{пл}}$, где $T_{\text{пл}}$ – температура плавления материала, имеющего более низкую температуру плавления. Однако воспользоваться этой формулой для определения температуры исследуемых материалов не представляется возможным, так как фторопласт-4 в интервале температур 502...534 К сохраняет свои свойства и не взаимодействует практически ни с одним материалом. Поэтому температуру сварки выбирали несколько выше температуры плавления кристаллитов (600 К), при которой фторопласт-4 переходит в высокоэластическое состояние и легко деформируется, что обеспечивает физический контакт свариваемых поверхностей.

Верхний предел ограничивается температурой разложения фторопласта-4 (688 К).

Давление (P) необходимо для обеспечения плотного контакта соединяемых поверхностей. Кроме того оно является активирующим фактором при взаимодействии свариваемых материалов. Величину прикладываемого давления выбирали такой, чтобы в результате деформации поверхностных слоев соединяемых деталей все пустоты в области стыка заполнились фторопластом-4. По результатам предварительных экспериментов выбрали интервал 0,5...2,0 МПа. При давлении ниже 0,5 МПа не обеспечивается плотный физический контакт свариваемых поверхностей, а выше 2,0 МПа фторопласт-4 выдавливается из зоны сварки.

Интенсивность УЗК, которая обеспечивается генератором УЗК, находится в диапазоне $(1...3) \cdot 10^5$ Вт/м². Частота УЗК – 2 МГц, время озвучивания выбирали в интервале 300...900 с.

Учитывая низкую теплопроводность фторопласта-4, скорость нагрева выбирали в интервале 0,05...0,15 К/с.

Скорость охлаждения деталей зависит от коэффициентов объемного расширения материалов. Чем

больше их разница, тем меньше должна быть скорость охлаждения. Кроме того, учитывали, что быстрое охлаждение приводит к закалке фторопласта-4 и образованию трещин. Исходя из этого, скорость охлаждения варьировали в пределах 0,05...0,12 К/с. Сваренные образцы испытывали на растяжение. Испытания проводили на устройстве для испытания прочности FP 10/1 (Hesert, Германия).

Результаты испытаний показали, что с увеличением $T_{\text{св}}$ до 668 К прочность соединения возрастает, а при $T_{\text{св}} > 478$ К прочность σ_b начинает снижаться. По-видимому, это можно объяснить тем, что при такой температуре имеет место частичная термодеструкция фторопласта-4.

Увеличение сварочного давления до 1,5 МПа приводит к повышению прочности соединения, однако при увеличении его свыше 2 МПа наблюдается выдавливание фторопласта-4 из зоны сварки.

С увеличением интенсивности УЗК до $2 \cdot 10^5$ Вт/м² прочность соединения повышается, дальнейшее увеличение интенсивности УЗК приводит к снижению прочности соединения и к механодеструкции фторопласта-4.

Аналогично на прочность соединения влияет и время озвучивания. При увеличении $\tau_{\text{озв}}$ до 600 с прочность соединения увеличивается, а при дальнейшем увеличении – снижается.

Кроме того испытаниями было установлено, что прочность соединений не зависит от свойств металла, с которым он сваривается, а определяется прочностью фторопласта-4.

Наибольшие значения предела прочности соединений $\sigma_b = 18$ МПа были получены при следующих оптимальных значениях параметров:

температура сварки $T_{\text{св}} = 668...678$ К;
сварочное давление $P = 1,5...2,0$ МПа;
интенсивность ультразвуковых колебаний $I_{\text{узк}} = 2 \cdot 10^5$ Вт/м²;
время озвучивания $\tau_{\text{озв}} = 600$ с;
вакуум $H = 5 \cdot 10^{-1}$ Па;
скорость нагрева $V_{\text{нагр}} = 0,09$ К/с;
скорость охлаждения $V_{\text{охл}} = 0,09$ К/с.
Образцы, сваренные на оптимальных режимах сварки, разрушались по фторопласту-4.

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., Новиков В. Г. Полушкин Г. П. Теория, технология и оборудование диффузионной сварки / под общ. ред. В. А. Бачина. М. : Машиностроение, 1991. 352 с.

© Чекуров А. В., Панфилов М. А.,
Потопаева О. П., 2012

УДК 621.791.722

Е. В. Шадт, К. Д. Кинцель
 Научный руководитель – Н. В. Успенский
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ ПУШКИ КЭП-2М-01

Пушка КЭП-2М-01 предназначена для сварки тугоплавких активных, цветных металлов и сталей.

Новая модернизированная электронно-лучевая сварочная пушка КЭП-2М-01 является универсальным электровакуумным прибором и предназначена для создания мощного электронного пучка, который может быть использован для сварки, термообработки и других видов работ в рамках электронно-лучевой технологии, с использованием монокристаллического термокатода из LaB_6 с электронной бомбардировкой.

Конструктивные особенности пушки позволяют размещать её как снаружи, так и внутри вакуумной камеры в любом пространственном положении.

Пушка электронно-лучевая типа КЭП-2М-01 может использоваться в комплекте с высоковольтными источниками питания У-250А, У-670 и любыми другими источниками, обеспечивающими подачу на электроды пушки напряжений.

Технические данные

1. Тип пушки – трёхэлектродная с комбинированной (электростатической и электромагнитной) фокусировкой и электромагнитным отклонением электронного пучка;

2. Ускоряющее напряжение, кВ до 30 (до 60);

3. Максимальная мощность пучка, кВт до 15 (до 60);

4. Катод – прямонакальный, ток накала, А 12/14;

5. Управляющее напряжение, кВ до 5;

6. Фокусировка, электромагнитная – однолинзовая. Сопротивление катушки, кОм 1,5;

7. Ток фокусирующей линзы, мА 20 – 100;

8. Угол отклонения пучка по осям X и Y, град 15;

9. Расход охлаждающей воды, л/мин 3;

10. Габаритные размеры пушки, мм 0250×408;

11. Масса (без кабеля), кг.

Состав пушки. Пушка электронно-лучевая КЭП-2М-01 состоит из катодного блока, анодного блока и блока токоподвода.

Устройство и работа пушки. В основе электронно-лучевой технологии лежит использование энергии, освобождаемой при торможении потока ускоренных электронов на поверхности подвергаемого обработки материала. Электронно-лучевая пушка является источником потока ускоренных электронов и состоит из прожектора и фокусирующе-отклоняющей системы, предназначенной для формирования электронов [1].

Катодный блок состоит из корпуса и электронного прожектора. В корпусе имеются вводы для подачи воды при применении водяного охлаждения.

Электронный прожектор состоит из 2-х дисков и держателя анода, закреплённых на 3-х керамических стержнях и имеющих посадочные места под нагреватель катода, керн, управляющий электрод и анод.

Катод из поликристаллического гексаборида лантана LaB_6 устанавливается в керне. Над катодом устанавливается штабик из карбида кремния и поджимается графитовым токоподводом, закреплённым в нагревателе. Нагреватель катода, керн и управляющий

электрод закрепляются на своих посадочных местах с помощью разрезанных вольфрамовых колец. Анод закрепляется с помощью резьбовой втулки.

Анодный блок состоит из корпуса и кожуха, внутри которого размещены фокусирующие и отклоняющие катушки. В нижней части кожуха установлен охлаждающий экран и теплозащитный экран-отражатель. Питание фокусирующих и отклоняющих катушек осуществляется через малогабаритный разъём.

Откачка из области катодного узла осуществляется через отверстия в корпусе анодного блока.

Анодный блок стыкуется с катодным блоком механически.

Блок токоподвода состоит из корпуса, крышки, и тоководов, закрепляемых на изоляторе.

Пространство между изолятором и диафрагмой заполнено жидким диэлектриком -касторовым маслом ГОСТ 6990-75.

Прямонакальные катоды более просты в изготовлении, но имеют ряд существенных недостатков. В прямонакальном катоде трудно обеспечить правильную геометрическую форму эмитирующей поверхности. Ток, разогревающий прямонакальный катод, создает значительное магнитное поле, отклоняющее эмитированные электроны от оси эмиссионной системы. При разогреве катода переменным током пучок «раздваивается», а при разогреве постоянным током наблюдается сдвиг оси пучка относительно геометрической оси эмиссионной системы. Для компенсации этого сдвига необходимо введение специальных корректирующих механических или электрических устройств либо применение прямонакальных «бифилярных» катодов. Катоды с косвенным подогревом имеют более равномерную по поверхности плотность эмиссии и являются эквипотенциальными [1].

Долговечность катода сварочной пушки, работающего в чрезвычайно тяжелых условиях (многократное воздействие атмосферы, паров масел, газовых делений из сварочной ванны и металлических паров), определяется, во-первых, возможностью формирования пучка с максимальным током, на 15–20 % превышающим рабочий ток, и, во-вторых, сохранением с точностью до ± 1 % исходного положения плоскости фокусировки пучка и аксиальной симметрии пучка: фокусное пятно на изделии не должно смещаться более чем на 0,1 мм от оси симметрии при изменении во всем диапазоне рабочих значений тока пучка и тока фокусирующей линзы [2].

Направленный парогазовый поток, распространяющийся из зоны сварки, может достичь поверхности катода. Металлы с низкой температурой плавления – медь, алюминий и другие, попадая на поверхность катода, образуют при определенных условиях легкоплавкие летучие эвтектики. Испарение последних приводит, во-первых, к охлаждению катода, а во-вторых, к возникновению на катоде углублений, нарушающих исходную геометрию эмитирующей поверхности, вследствие чего изменяются оптимальные условия фокусировки электронного пучка. При сварке металлов, температура плавления которых выше рабочей температуры катода, происходит запыление эмитирующей поверхности катода парами этих металлов, в результате чего ток пучка будет снижаться во времени. Недостаточно высокий вакуум в полости пушки в процессе сварки ведет к интенсивному разрушению поверхности катода ионной бомбардировкой.

В числе главных достоинств лантанборидного (LaB_6) катода наряду со стойкостью против отравления и ионной бомбардировки следует отметить также сохранение эмиссионных свойств при длительном пребывании в активированном состоянии на воздухе. Лантанборидный катод отличается также незначительными затратами мощности на разогрев, что способствует меньшим температурным деформациям катодного узла.

Недостатком лантанборидного катода является подверженность его влиянию паров свариваемых материалов. Время, в течение которого происходит существенное изменение поверхности катода и потеря его эмиссионных свойств до такой степени, что требуется его замена, зависит от содержания легколетучих и тугоплавких элементов в свариваемом материале и мощности парового потока. При рабочей температуре 2200–2300 К, несмотря на металлизацию тугоплавкими элементами эмитирующей поверхности катода, последний не изменяет своих эмиссионных свойств. Это объясняется тем, что при этих температурах подвижность атомов лантана велика и они проникают через напыленный слой на поверхность катода, восстанавливая его высокие эмиссионные свойства.

Исследование влияния различных факторов на стабильность лантанборидных катодов показало, что эксплуатационные характеристики этих катодов существенно зависят от структуры их материала и степени его чистоты. Гексаборид лантана характеризуется весьма сильной межатомной связью, определяющей пространственным каркасом из атомов бора.

Поэтому растворимость элементов, за исключением образующих изоморфные гексабориды, весьма невелика. Это приводит к выделению по границам зерен примесей, попадающих в материалы в процессе изготовления катодов, и способствует разрушению последних. Наилучшие результаты могут быть получены при использовании монокристаллических материалов или близких к ним по структуре крупнокристаллических материалов, получаемых индукционной плавкой с одновременной зонной очисткой [2].

Учитывая, что эксплуатация ЭЛП КЭП-2М-01 возможно только с катодами из поликристаллического LaB_6 производство, которого практически прекращено, а поставляемые катоды поликристаллического LaB_6 очень низкого качества с неоднородной структурой с пониженными эмиссионными свойствами и малым ресурсом эксплуатации, возникла острая необходимость модернизации с переводом ЭЛП КЭП-2М-01 на монокристаллические катоды LaB_6 с косвенным подогревом с помощью электронной бомбардировки.

Новая конструкция ЭЛП КЭП-2М-01 позволила полностью исключить человеческий фактор при сборке катодного узла (ошибки при сборке) повысить надежность и стабильность работы.

Новый электронный прожектор состоит из 3-х дисков и держателя анода, закреплённых на 3-х керамических стержнях и имеющих посадочные места под нагреватель катода, керн, управляющий электрод и анод.

Катод из монокристалла гексаборида лантана устанавливается в керне. Над катодом устанавливается нагревательный элемент и поджигается графитовым токоподводом, закреплённым в нагревателе.

Опыт производственной эксплуатации новых модернизированных ЭЛП КЭП-2М-01 с монокристаллическим термокатодом вместо поликристаллического, позволил получить более качественный электронный луч, вследствие хорошей однородности распределения энергии в электронном пучке, повысить ресурс работы примерно в 10 раз, стабильность и воспроизводимых параметров.

Библиографический список

1. *Электронно-лучевая сварка / под ред. академика Б. Е. Патона. Киев : Наук. Думка, 1987.*
2. *Технологические основы сварки и пайки в авиационной промышленности / В. А. Фролов, В. В. Пешков. М. : Интермет Инжиниринг 2002.*

© Шадт Е. В., Кинцель К. Д., 2012

В. В. Шепетун, Н. С. Тимофеева
 Научный руководитель – С. Н. Козловский
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗАЗОРОВ НА РАЗМЕРЫ ТОЧЕЧНЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И УСТОЙЧИВОСТЬ ПРОЦЕССА СВАРКИ

Установлено, что наличие зазоров между свариваемыми деталями при точечной сварке без корректирования режима приводит к уменьшению размеров ядра вплоть до полго несправки и не может являться причиной выплесков. Определена значимость влияния основных технологических факторов точечной сварки на размеры ядра расплавленного металла.

Влияние зазоров на процесс формирования соединений в технологии точечной контактной сварки (ТКС) относится к вопросам наименее исследованным. В практике ТКС с целью предотвращения выплесков величину зазоров жестко регламентируют [1].

Однако, как установлено проведенными исследованиями отрицательное влияние зазоров на процесс формирования точечного сварного соединения не столь однозначно.

При исследованиях влияния зазоров на диаметр ядра, моделирование которых производилось по известным схемам, определялась их зависимость $d_{\text{я}}$ и $h_{\text{я}}$ от комплексного влияния ряда технологических факторов ТКС (рис. 1):

$$d_{\text{я}}, h_{\text{я}} = F(t, t^*, u, \alpha, \delta, s, R_{\text{э}}),$$

где t – расстояние между сваренными точками; t^* – расстояние до соседних сваренных точек; u – расстояние от кромки листа до центра свариваемой точки, которое, как правило, равно половине ширины B нахлестки; α – угол раскрытия зазора в нахлестке; δ – величина зазора в месте сварки; s – толщина деталей; $R_{\text{э}}$ – радиус сферы рабочей поверхности электродов.

Для определения значимости влияния на величину $d_{\text{я}}$ и $h_{\text{я}}$ указанных выше семи технологических факторов ТКС, по известным методикам [2] планировались четырехфакторный эксперимент в пяти уровнях

(латинский квадрат) и трехфакторный эксперимент в семи уровнях. Сварку образцов из сплавов АМгб и МА2-1 размером 100×250 мм и толщиной 1...3 мм при каждом сочетании факторов производились три раза.

При проведении четырехфакторного эксперимента в пяти уровнях осуществляли проверку значимости влияния на величину $d_{\text{я}}$ и $h_{\text{я}}$ факторов t^* , α , $R_{\text{э}}$ и s при неизменных значениях t , δ и u , а трехфакторного эксперимента в семи уровнях – значимости влияния факторов t , δ и u при неизменных значениях t^* , α , $R_{\text{э}}$ и s .

Установлено, что влияние факторов: δ , s , t , и u на величину $d_{\text{я}}$ и $h_{\text{я}}$ значимо, а факторов: t^* , α , и $R_{\text{э}}$ – не значимо.

Установлено, что при сварке без корректирования режима по силе сварочного тока $I_{\text{св}}$, длительности его протекания $t_{\text{св}}$ и сварочному усилию сжатия электродов $F_{\text{э}}$ с увеличением зазора δ при любых сочетаниях остальных исследуемых технологических факторов значения размеров ядра, то есть $d_{\text{я}}$ и $h_{\text{я}}$, всегда уменьшаются вплоть до полного несправки.

Для количественного определения влияния величины зазоров на размеры ядра проводили однофакторные эксперименты при различных сочетаниях факторов, значимо влияющих размеры ядра расплавленного металла: δ , s , t , и u .

Установлено, что при определенных условиях, в

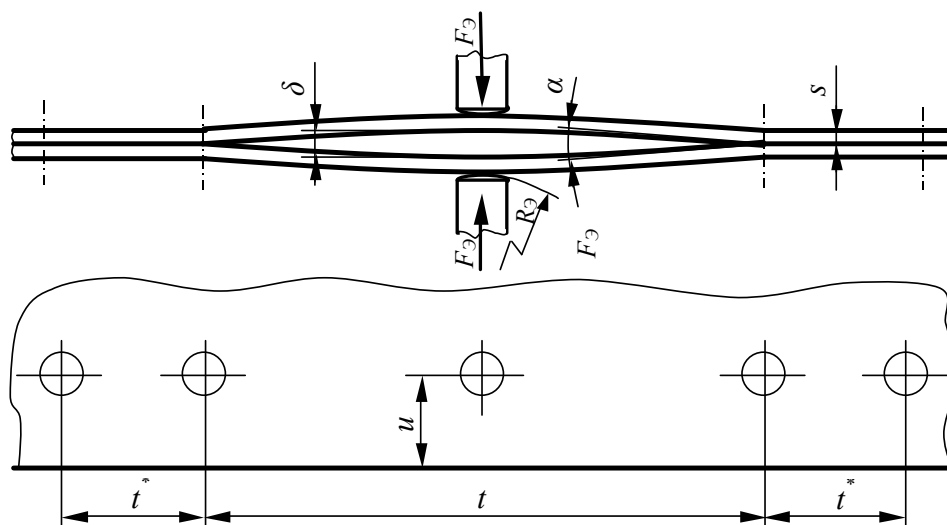


Рис. 1. Схема исследуемых технологических факторов, влияющих на усилие сжатия деталей при сварке изделий с зазорами

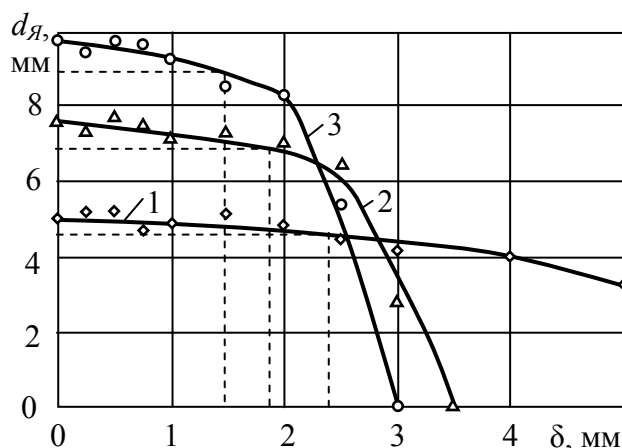


Рис. 2. Зависимость диаметра ядра $d_{я}$ от величины зазора δ при сварке деталей из сплава МА2-1:

- 1 – $s = 1+1$ мм, $I_{CB} = 26,0$ кА, $t_{CB} = 0,04$ с,
 $F_{CB} = 4,0$ кН, $t = 30$ мм, $u = 10$ мм;
 2 – $s = 2+2$ мм, $I_{CB} = 34,5$ кА, $t_{CB} = 0,08$ с,
 $F_{CB} = 7,0$ кН, $t = 50$ мм, $u = 13$ мм;
 3 – $s = 3+3$ мм, $I_{CB} = 42,0$ кА, $t_{CB} = 0,14$ с,
 $F_{CB} = 9,05$ кН, $t = 70$ мм, $u = 15$ мм

первую очередь, при отсутствии регулирования параметров режима в процессе сварки, увеличение величины зазоров δ при любых сочетаниях s , t , и u в исследуемом диапазоне их изменений всегда приводит к уменьшения размеров ядра вплоть до полного неспривара (рис. 2).

При относительно небольшом увеличении зазора уменьшение диаметра идет монотонно, а после некоторого значения величины зазора и определенном сочетании толщины деталей и расстояния между точками размеры ядра резко уменьшаются. Высота ядра при увеличении зазора вначале уменьшается значительно быстрее его диаметра, при этом уменьшение ее от начальных значений до неспривара идет монотонно.

На отклонение диаметра $d_{я}$ и высоты $h_{я}$ ядра значимо влияет не только величина зазора δ , толщина деталей s , шаг между точками t и расстояние от кромки нахлестки до места сварки u , но и усилие сжатия электродов $F_{э}$. Так, с увеличением $F_{э}$, а также с

уменьшением t и u отклонения $d_{я}$, $h_{я}$ при той же величине δ увеличиваются. Кроме того, с уменьшением сопротивления пластической деформации металла или жесткости режима сварки отклонения $d_{я}$, $h_{я}$, при той же величине δ , также увеличиваются.

Вывод. Установлено, что наличие зазоров между свариваемыми деталями при точечной сварке без корректирования параметров режима приводит к уменьшению размеров ядра вплоть до полго неспривара и поэтому не может являться причиной образования выплесков.

Библиографические ссылки

1. Зайчик Л. В., Орлов Б. Д., Чулошников П. Л. *Электросварка легких сплавов*. М.: Машигиз. 1963. 219 с.
2. Пустыльник Е. И. *Статистические методы анализа и обработки наблюдений*. М.: Мир, 1975. 312 с.

© Шепетун В. В., Тимофеева Н. С., 2012

УДК 621.791.763

В. В. Шепетун, Н. С. Тимофеева

Научный руководитель – С. Н. Козловский

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

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПОВЫШЕНИЯ СТАБИЛЬНОСТИ ПРОЦЕССА ТОЧЕЧНОЙ СВАРКИ ПРИ НАЛИЧИИ ЗАЗОРОВ

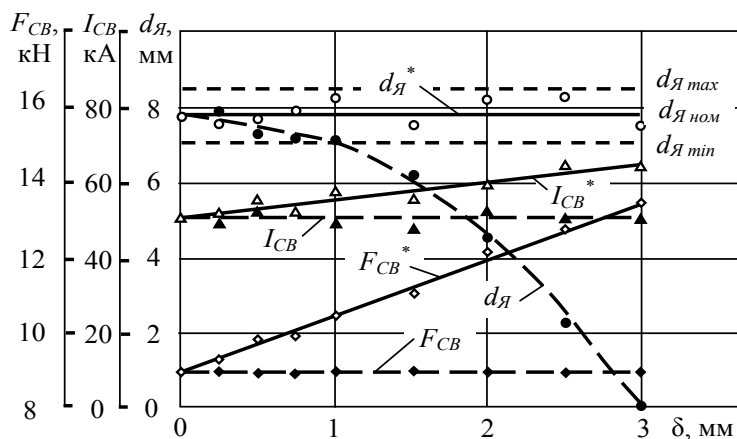
Определены сочетания величины зазора, толщины деталей и расстояния между точками, при которых диаметр ядра уменьшается на 5 % и 10 %, которые обычно допускаются в технологиях точечной сварки. Кроме того, разработан способ регулирования режима точечной сварки, который позволяет повысить стабильность диаметра ядра.

Общеизвестно, что неспривары относятся к наиболее часто встречающимся и опасным дефектам точечных сварных соединений, трудно прогнозируемым и предотвращаемым, которые в наибольшей степени снижают качество соединений. Поэтому в данной работе рассмотрены основные технологические приемы, направленные на предупреждение их возникновения при различных технологиях точечной контактной сварки (ТКС).

Общей для любых условий ТКС причиной образования несприваров, является уменьшение нагрева металла в зоне формирования соединения, его теплосо-

держания. Это является следствием либо уменьшения тепловыделения в зоне сварки, либо увеличения теплоотвода в электроды, либо комплексного воздействия того и другого факторов, при условии, что время сварки не изменяется, а следовательно стабилен отвод теплоты из зоны сварки [1].

В силу высокой надежности работы современных машин для ТКС отклонения параметров режима сварки причинами образования несприваров становятся относительно редко. Поэтому, одно из старейших мероприятий, направленных на предупреждение образования несприваров, которое заключается в повы-



Технология точечной контактной сварки с корректированием усилия сжатия электродов F_{CB}^* и силы сварочного тока I_{CB}^* пропорционально величине зазора δ .
АМг6, 2 + 2 мм, $t_{CB} = 0,1$ с (сплошными линиями показаны значения $d_{Я}$, I_{CB} и F_{CB} при сварке с корректированием режима, а штриховыми — $d_{Я}$, I_{CB} и F_{CB} при сварке без корректирования режима

шении стабильности параметров режима сварки, хоть и не потеряло своей актуальности, но перестало быть одним из наиболее значимых.

Снижение тепловыделения в зоне сварки из-за увеличения усилия сжатия электродов F_{CB} встречается относительно редко. Чаще всего оно является следствием влияния факторов технологических, например, таких как искривление поверхностей деталей в месте сварки, которое происходит при их сжатии электродами, если между ними имеются зазоры.

Последние, как показывает практика ТКС, имеют место всегда. Поэтому величину зазоров следует регламентировать. Например, проведенными исследованиями установлены сочетания величины зазора, толщины деталей и расстояния между точками, при которых диаметр ядра уменьшается при сварке соединений «лист + лист» одинаковой жесткости в пределах 5...10 %, обычно допускаемых при сварке, которые показаны в таблице.

Однако в практике точечной сварки изделий ответственного назначения, к которым предъявляются высокие требования по стабильности размеров соединений, часто встречаются случаи, например, сварки обечаек большого диаметра с набором, когда в процессе сборки и прихватки величину зазоров не удается уменьшить до значений, существенно влияющих на размеры ядра. В этом случае, для стабилизации размеров соединений необходимо применять специально разработанные технологические мероприятия, которые позволяют получать соединения заданных размеров и при величине зазоров большей, чем показано в таблице.

В частности, повышение стабильности диаметра ядра может быть достигнуто применением, разработанной в данной работе, технологии регулирования процесса ТКС. Сущность ее заключается в том, что до начала сварки каждой точки в месте сварки измеряют исходную величину зазора между деталями δ , а затем, до цикла сварки, силу сварочного тока I_{CB} и усилие сжатия электродов F_{CB} , которые задают из условия получения номинального диаметра ядра $d_{Я ном}$ при отсутствии зазора, т. е. при $\delta = 0$, корректируют. При этом скорректированные значения силы сварочного тока I_{CB}^* и усилия сжатия электродов F_{CB}^* задают

пропорционально измеренной величине зазора δ по зависимостям

$I_{CB}^* = k_1 \delta I_{CB}$ и $F_{CB}^* = k_2 \delta F_{CB}$,
где k_1 и k_2 — коэффициенты, определяемые экспериментально.

Сочетания величины зазора, толщины деталей и расстояния между точками, при которых диаметр ядра уменьшается на 5 % (числитель) и 10 % (знаменатель)

Толщина деталей, мм	Расстояние между точками, мм					
	30	50	70	100	150	200
Величина зазора, мм						
0,5... 1,5	$\frac{1,25}{2,75}$	—	$\frac{1,5}{4,0}$	$\frac{2,2}{4,5}$	—	$\frac{4,5}{8,75}$
1,5... 2,5	—	$\frac{0,6}{1,25}$	—	$\frac{1,25}{2,25}$	$\frac{2,0}{3,9}$	$\frac{3,0}{4,5}$
2,5... 3,5	—	—	$\frac{0,8}{1,2}$	$\frac{1,2}{2,25}$	$\frac{2,0}{2,9}$	$\frac{2,0}{3,5}$

Это позволяет увеличить тепловыделение в зоне формирования соединения и предупредить образование выплеска. Пример применения этого способа сварки показан на рис. 1. Как видно из примера, можно получать ядро заданных размеров даже при величине зазора $\delta = 3$ мм, которая при сварке без корректирования параметров режима приводит к непровару. Применение данного способа сварки позволяет существенно повысить качество соединений при сварке изделий, у которых трудно гарантировать стабильность величины зазора и ее соответствие пределам допусков.

В связи с тем, что операции измерения зазора вручную (щупом) весьма трудоемки и требуют обязательного доступа к месту сварки, что в практике сварки не всегда может быть обеспечено, эту операцию, а также операции корректирования режима, рационально выполнять в автоматическом режиме.

Библиографическая ссылка

1. Технология и оборудование контактной сварки / Б. Д. Орлов, Ю. В. Дмитриев, А. А. Чакалев и др. М. : Машиностроение, 1986. 352 с.

УДК 539.374

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

ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ ПЕНОМЕТАЛЛОВ

Описаны технологии изготовления и применения пенометаллов в различных отраслях промышленности для изготовления деталей, противостоящих ударным нагрузкам, вибрации и обладающих звукопоглощающими свойствами.

Пенометаллы получают как прямым введением газов в расплавы, так и введением в них так называемых порофоров, веществ, образующих пузырьки в металлическом материале. В качестве порофоров используются соединения TiH_2 , MgH , ZrH_2 , $CaCO_3$ и мрамор [1].

Разработаны и технологии, которые позволяют получать готовые металлоизделия с ячеистой структурой. Например, [2] порошки цинкового сплава смешивают с порошками TiH_2 или MgH , затем эту смесь прессуют в заготовки, далее горячим прессованием прессуют их в прекурсор, помещают его в форму и нагревают ее выше температуры плавления металла. При этом выделяющийся из соединений водород образует в жидком металле пену, которая заполняет полость формы. Затем быстрым охлаждением фиксируют пористую ячеистую структуру.

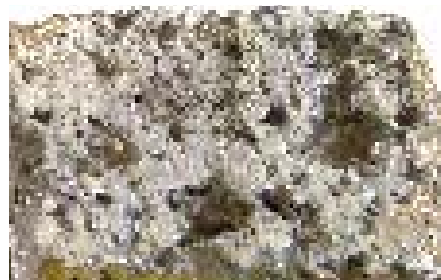
Пенометаллы обладают благоприятным сочетанием физических и механических характеристик, таких как высокая жесткость в сочетании с очень низкой плотностью (низким удельным весом) и/или с высокой газопроницаемостью в сочетании с высокой теплопроводностью. В сочетании с низкой плотностью и высокой жесткостью, способностью поглощать энергию удара и вибрацию, а также с высокой степенью звукопоглощения, и, что очень важно, высокой технологичностью, допускающей возможность формировать из ПМ объемные конструкции, изделия из этого материала, применяют различных отраслях машиностроения [3] – 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.

Нами была проведена работа по получению пеноалюминия с использованием в качестве порофора крошку Саяногорского мрамора, который по минералогическому составу является кальцитовым. Мраморную крошку предварительно измельчали дроблением до частиц размером порядка 100 мкм.

Технологию получения пеноалюминия заключалась в выполнении следующих операций: расплавление

алюминия марки А7 в тигельной печи сопротивления в шамотно-графитовом тигле → доведение температуры расплава до 800 °С → выемка тигля из печи → засыпание на зеркало металла мраморного порошка в количестве 5 масс. % от массы металла при одновременном его замешивании в расплав → установка тигля в печь → выдержка 10 мин. при 800 °С → выемка тигля и перемешивание расплава в течение 3-х мин. → установка тигля в печь → выдержка 15 мин. при 850 °С → выемка тигля из печи → затвердевание пеноалюминия на воздухе непосредственно в тигле. После затвердевания металла полученную заготовку удаляли из тигля.

На рисунке приведена фотография 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. Кажущаяся плотность образцов (масса единицы объема материала, включая и объем закрытых пор; рассчитывают как отношение массы вещества ко всему занимаемому им объему; чем ниже кажущаяся плотность, тем больше пустот в материале) составляет 0,83 г/см³, пористость ~ 70 %.



Сечение образца (размер 40×35×35 мм)
из пеноалюминия

Механические свойства пенометаллов определяются количеством, размерами, формой и характером распределения пор по объему. Но так как процесс порообразования не поддается управлению технологическими параметрами, то невозможно получить пеноизделия с одинаковыми размерами пор и их закономерным распределением в металле, а, следовательно, и изделия с близкими характеристиками ме-

ханических свойств. Тем не менее, представляется возможным спрогнозировать свойства ПМ с использованием математически точного метода случайных секущих [4] для подсчета количества и размеров. В результате оценки пористости на нескольких сечениях образцов можно оценить количество, размеры и распределение пор в объеме металла.

На втором этапе с использованием полученных данных с применением метода конечных элементов в программном пакете MSC NASTRAN [5] было выполнено численное моделирование механических свойств пористых металлов с закрытыми порами [6]. При этом при моделировании испытаний на растяжение, сжатие и сдвиг в качестве исследуемого образца пористого металла принималась модель «элементарного объема» в виде куба со сферическими порами. Были рассмотрены три типа образцов с разным количеством пор. Испытаниям на растяжение, сжатие и сдвиг подвергались 15 образцов. В результате численных экспериментов получены математические зависимости модуля упругости, модуля сдвига и модуля объемного сжатия от количества пор и их размера.

Библиографические ссылки

1. Cambronero L. E. G., Ruiz-Roman J. M., Corpas F. A., Ruiz Prieto J. M. *Manufacturing of Al-Mg-Si alloy foam using calcium carbonate as foaming agent // J. of material processing technology, February 2009.- V. 209.- Issue 4. P. 1803–1809.*
2. Kovacik J., Simancik F. *Comparison of zinc and aluminium foam behaviour // Kovove materialy, 2004. Vol. 42. № 2. P. 79–90.*
3. Авдеенко А. М., Крупин Ю. А. *Сильнопористые структуры – новый класс конструкционных материалов // Тяжелое машиностроение, 2008. № 7. С. 18–21.*
4. Салтыков С. А. *Стреометрическая металлография. М. : Металлургия, 1976. 270 с.*
5. Рычков С. П. *MSC. visualNASTRAN для Windows. М. : ИТ Пресс, 2004. 552 с.*
6. Золотухин А. В., Садовский В. М. *Численное моделирование свойств пористых металлов // Актуальные проблемы авиации и космонавтики: Материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов. В 2 т. СибГАУ. Красноярск, 2011. Т. 1. С. 138–139.*

© Ардамин В. А., 2012

УДК 537.621

Д. П. Березицкая, Е. Д. Хилажева
Научный руководитель – А. Э. Соколов
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МАГНИТО-ОПТИКА БИОМИНЕРАЛЬНЫХ НАНОЧАСТИЦ ФЕРИГИДРИТА (А-ФЕООН)

Представлены первые результаты оптических и магнито-оптических исследований биоминеральных наночастиц ферригидрита, полученных из сапропеля озера Боровое (Красноярского края). Спектр поглощения представляет собой довольно гладкую кривую с особенностью в районе 480 нм. В то же время в спектре МКД наблюдается сложная структура, характерная для суперпозиции сигналов от нескольких переходов.

Лиотропные жидкокристаллические фазы, образованные минеральными коллоидными частицами, вызывают большой интерес как физиков, так и химиков в связи с широкими возможностями их применения. Один из известных примеров – феритин, с одной стороны, являющийся естественным коллоидом, с другой стороны, представляющий собой искусственную среду с калиброванными по размерам нанозернами. В то же время препараты наногранулированного ферригидрита (являющегося минеральным ядром белка ферритина), синтезируемого определенными бактериями, в настоящее время слабо изучены.

Бактерии, полученные из сапропеля озера Боровое (Красноярского края), выращивали в периодическом режиме без аэрации и перемешивания на минерально-солевой среде, содержащей необходимые для их роста N, P, K, Mg, S. В качестве источника углерода и энергии испытаны глюкоза, бензойная кислота, цитрат железа и калия. При культивировании на среде с глюкозой бактерии имели максимальную удельную скорость роста $0,144 \text{ ч}^{-1}$, на среде с цитратом калия $0,08 \text{ ч}^{-1}$, бензойной кислоты – $0,06 \text{ ч}^{-1}$ в аэробных и $0,02 \text{ ч}^{-1}$ в микроаэрофильных условиях роста. Энергетически

наиболее приемлемым для синтеза биомассы *Klebsiella oxytoca* из проверенных 7 субстратов оказался цитрат калия, а для накопления ферригидрита – цитрат железа.

Синтез происходит в двухстадийном процессе наращивания биомассы бактерий и накопления наночастиц. Суть его в том, что на первой стадии бактерии выращиваются на минеральной среде с цитратом калия в качестве источника углерода и энергии. Микроорганизмы культуры *Klebsiella oxytoca* были высеяны на среду Lovley. Культивирование бактерий осуществлялось в различных условиях освещенности, включая культивирование в полной темноте [1].

Магнито-оптические исследования в области 360–1100 нм измерялись на установке для спектрополяризметрических исследований, изготовленной в Институте физики имени Л. В. Киренского на базе монохроматора МДР-12. При этом была использована модуляция состояния поляризации световой волны: от правой до левой круговой поляризации. Магнитный круговой дихроизм измеряли как разность сигналов при двух противоположных направлениях внешнего магнитного поля.

Измерения МКД были проведены в магнитном поле 0,5 Т при комнатной температуре. Точность измерения МКД составляла 10^{-5} , спектральное разрешение

$\sim 20 \text{ см}^{-1}$. Регистрация спектров оптического поглощения проведена с использованием прибора Shimadzu UV-3600.

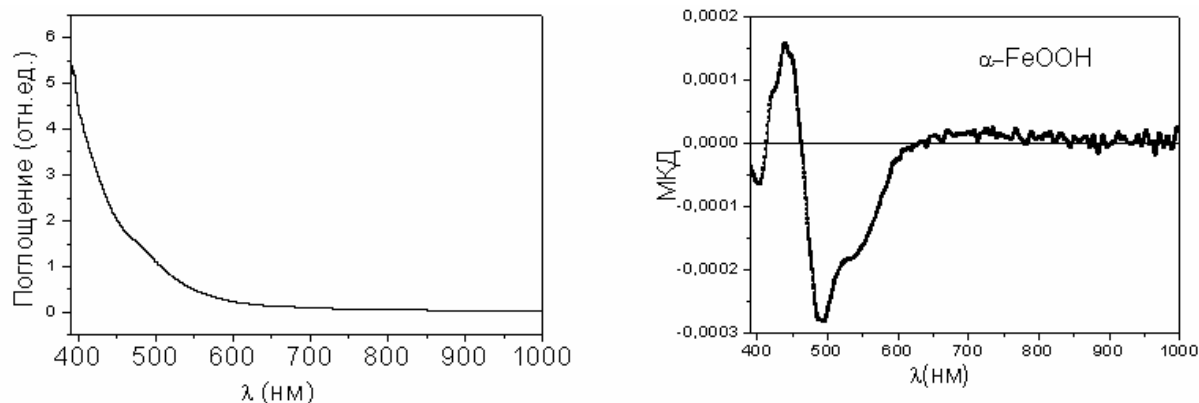


Рис. 1. Спектры поглощения (слева) и МКД (справа) коллоидного раствора ферригидрита

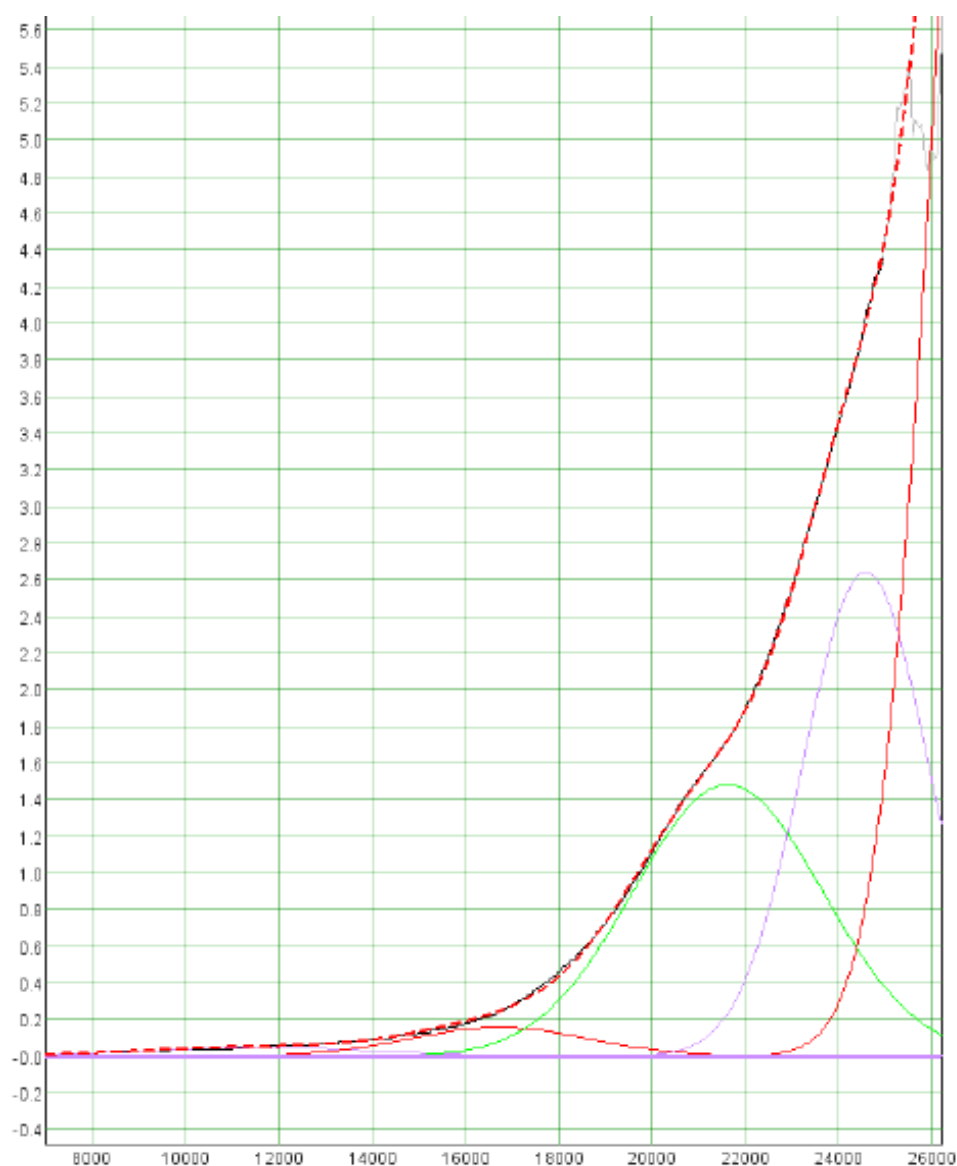


Рис. 2. Спектр поглощения коллоидного раствора ферригидрита с переходами

На рис. 1 показаны спектры поглощения и МКД коллоидного раствора ферригидрита, записанные при комнатной температуре. Спектр поглощения представляет собой довольно гладкую кривую с особенностью в районе 480 нм. В то же время в спектре МКД наблюдается сложная структура, характерная для суперпозиции сигналов от нескольких переходов. На длине волны особенности в спектре поглощения МКД изменяет знак. S-образная кривая МКД обычно свидетельствует о диамагнитной природе эффекта.

Однако амплитуды МКД противоположного знака не равны друг другу, что должно быть связано со вкладом парамагнитного эффекта. Кроме того оба максимума и положительный и отрицательный состоят, по крайней мере, из двух вкладов. Поскольку единственным ионом с не скомпенсированным магнитным моментом является ион железа, все наблюдаемые особенности можно связать с электронными переходами внутри d – состояний этих ионов или/и с

переносом заряда между ионами железа и окружающими его лигандами.

На рис. 2 показан спектр поглощения с переходами. Переходы сопоставимы с переходами бората железа, которые описаны в статье [2].

Библиографический список

1. Марковин П. А. [и др.]. Оптическое исследование электронной структуры и магнитного упорядочения в слабом ферромагнетике FeBO_3 // Письма в ЖЭТФ. 2007. Вып. 11 (86). С. 822–827.
2. Ладыгина В. П. Получение, структура и магнитные свойства железосодержащих наночастиц, синтезируемых бактериями: автореф. дис. канд. физ.-мат. наук: 01.04.07, 03.01.02. Красноярск: Междунар. науч. центр исследований экстремальных состояний организма при Президиуме КНЦ СО РАН, 2011.

© Березицкая Д. П., Хилажева Е. Д., 2012

УДК 538.9

Н. П. Елисеева

Научный руководитель – С. Н. Софронова
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОБМЕННЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КРИСТАЛЛА $\text{YFe}_3(\text{BO}_3)_4$ В МОДЕЛИ КОСВЕННОЙ СВЯЗИ

В рамках модели косвенных обменных взаимодействий Андерсона-Завадского были определены интегралы косвенных обменных взаимодействий для кристалла $\text{YFe}_3(\text{BO}_3)_4$. Параметры данной модели были рассчитаны по экспериментальным данным. Полученные данные в дальнейшем будут использованы для оценки обменных взаимодействий редкоземельного иона с железной подсистемой и установления механизмов влияния редкоземельной подсистемы на физические свойства кристаллов $\text{ReFe}_3(\text{BO}_3)_4$.

Исследуемые в данной работе соединения – редкоземельные ферробораты принадлежат к большому классу редкоземельных боратов с общей формулой $\text{ReFe}_3(\text{BO}_3)_4$ (Re = Y или редкоземельный элемент). Они были впервые получены в Институте физики имени Л. В. Киренского СО РАН достаточно недавно. Различные комбинации редкоземельных ионов приводят к большому разнообразию физических свойств, которые вместе с их отличными физическими характеристиками и химической стабильностью, делают эти соединения особенно интересными с прикладной и фундаментальной точек зрения [4]. В данном исследовании в рамках модели Андерсона-Завадского [3] мы определили косвенные обменные взаимодействия в кристалле $\text{YFe}_3(\text{BO}_3)_4$, результаты данного расчета помогут в дальнейшем определить обменные взаимодействия редкоземельного иона с ионами железа и механизмы влияния редкоземельной подсистемы на свойства кристалла.

$\text{YFe}_3(\text{BO}_3)_4$ имеет группу $R32$ при высоких температурах и $P3_121$ при низких температурах [5]. На рис. 1 представлена структура кристалла в низкотемпературной фазе и на рис. 2 выделены различные типы косвенных обменных взаимодействий.

Интегралы косвенного обменного взаимодействия J_i в соответствии с методикой расчета подробно изложенной в [3] может быть записан как

$$J_1 = -\frac{16}{9} b^2 \cdot g^2 \cdot (2U_{Fe} + 2U_B) \cdot \cos^2(128^\circ),$$

$$J_2 = \left(-\frac{5}{3} bc - c^2 - b^2 \right) \cdot 2(U_{Fe} + U_{Fe}) \times \\ \times (\sin(103^\circ) + \sin(104^\circ)),$$

$$J_3 = -b^2 \cdot g^2 \cdot (2U_{Fe} + 2U_B) \cdot \cos^2(130^\circ),$$

$$J_4 = -b^2 \cdot g^2 \cdot (2U_{Fe} + 2U_B) \cdot \cos(130^\circ) \cdot \cos(129^\circ).$$

где b и c , g – параметры электронного переноса, представляющие собой квадраты коэффициентов перемешивания лиганд-катион. $U(\text{Fe}^{3+}) = 8,04 \text{ eV}$, $U(\text{B}^{3+}) = 4,8 \text{ eV}$ – энергия возбуждения катион-лиганд [1]. Коэффициенты b и c мы находили, используя экспериментальную оценку интеграла косвенного обмена $J_2 \approx -6K$ из кривых магнитной восприимчивости [6], считая, как и в работе [2], $b = 2c$. В результате мы получили значения коэффициентов $b = 1,73$, $c = 0,87$. Коэффициент g мы находили из температуры Нееля,

считая, что в кристалле $\text{YFe}_3(\text{BO}_3)_4$ три магнитных подрешетки железа, по методу, описанному в работе [2]. Обменные взаимодействия между подрешетками показаны в таблице.

Межподрешеточные обменные взаимодействия для трехподрешеточного антиферромагнетика

	Fe_1	Fe_2	Fe_3
Fe_1	$2 J_1$	$3J_1+J_2+J_3+J_4$	$3J_1+J_2+J_3+J_4$
Fe_2	$3J_1+J_2+J_3+J_4$	$2 J_1$	$3J_1+J_2+J_3+J_4$
Fe_3	$3J_1+J_2+J_3+J_4$	$3J_1+J_2+J_3+J_4$	$2 J_1$

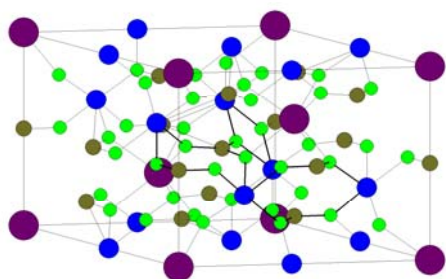


Рис. 1. Элементарная ячейка низкотемпературной фазы $\text{YFe}_3(\text{BO}_3)_4$

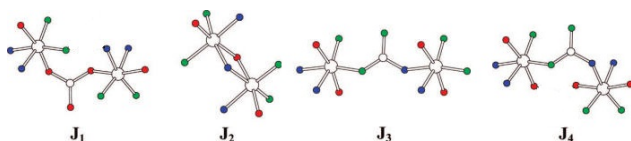


Рис. 2. Цепочки для переноса электронов

В результате подгонки мы получили, что параметр $g = 0,3$ для $T_N = 38\text{K}$. Следовательно, косвенные обменные взаимодействия $J_1 \approx -0,22\text{K}$, $J_3 \approx J_4 \approx -0,15\text{K}$, а суммарное обменное взаимодействие для ионов железа, принадлежащих различным подрешеткам через цепочки Fe-O-B-O-Fe составляет $3J_1 + J_4 + J_3 \approx -1\text{K}$, что совпадает с оценками $-1,5\text{K}$, полученными в работе [6].

Таким образом, в рамках модели косвенных обменных взаимодействий Андерсона–Завадского были определены интегралы косвенных обменных взаимодействий. Параметры в данной модели подгонялись по экспериментальным данным. Полученные данные в дальнейшем будут использованы для оценки обменных взаимодействий редкоземельного иона с железной подсистемой и установления механизмов влияния редкоземельной подсистемы на физические свойства кристаллов $\text{ReFe}_3(\text{BO}_3)_4$.

Библиографические ссылки

1. Bayukov O. A., Savitskii A. F. *Phys. stat. sol. (b)* 155, 249. (1989).
2. Bayukov O. A., A.F. Savitskii, *Fiz. Tverd. Tela* 36, 1923 (1994).
3. Anderson P. W., *Phys. Rev.* 115, 2 (1959).
4. Eremin M. V., *Fiz. Tverd. Tela* 24, 423 (1982).
5. Ritter C., Vorotynov A., *Phys. Condens. Matter* 20 (2008) 365209 (9 pp).
6. Popova M. N., Chukalina E. P. *Physical Review B* 75, 224435 (2007).

© Елисеева Н. П., 2012

УДК 669.713.7

М. Ю. Есин¹, В. А. Тимофеев²

Научный руководитель – А. И. Никифоров

¹Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

²Институт физики полупроводников имени академика А. В. Ржанова СО РАН, Новосибирск

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОСАЖДЕНИЯ НА МОРФОЛОГИЮ ПЛЕНОК ГЕРМАНИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ Si(100)

Данная работа посвящена исследованию морфологии поверхности пленки Ge с hut и dome островками на поверхности кремниевой подложки с помощью сканирующего туннельного микроскопа.

Одним из активно развивающихся направлений современной полупроводниковой физики является направление, связанное с получением и исследованием полупроводниковых самоформирующихся нанобъектов, таких как квантовые точки, нити и др. [1]. Наибольший интерес вызывает получение и изучение массива квантовых точек, так как их использование приводит к повышению эффективности работы приборов и устройств.

На сегодняшний день наиболее перспективными материалами являются структуры с самоформирующимися квантовыми точками на основе соединений Ge/Si. Германий – единственный химический эле-

мент, который позволяет получать гетероструктуры в широком диапазоне состава и толщин слоев [1]. Наиболее ярким примером использования квантовых точек на основе Ge/Si является полевой транзистор, ИК фотодетектор [2].

Данная работа посвящена изучению гетероэпитаксии с самоорганизованными квантовыми точками Ge на поверхности Si(100) методом молекулярно-лучевой эпитаксии (МЛЭ).

Эксперимент проводился в сверхвысоком вакууме при давлении 10^{-7} Па. Источниками напыления служили электронно-лучевые испарители (ЭЛИ). Для контролирования роста слоев применялась дифракция

быстрых электронов (ДБЭ). Толщину слоя контролировали, используя кварцевый измеритель толщины.

На рис. 1 изображена структура полученных пленок, состоящая из следующих слоев: 1 – подложка Si(100), 2 – буферный слой кремния, 3 – слой Ge. После осаждения буферного слоя поверхность становилась атомарно чистой и гладкой. Слои германия осаждались при температуре 500 °C и со скоростью 0,09 Å/с. Толщина слоя Ge на образце № 1 составляет 7,2 Å, а на образце № 2 12 Å.

Образец №1		Образец №2	
3.	Ge huts	3.	Ge domes
2.	Si (100)	2.	Si (100)
1.	подложка Si (100)	1.	подложка Si (100)

Рис. 1. Структуры полученных пленок

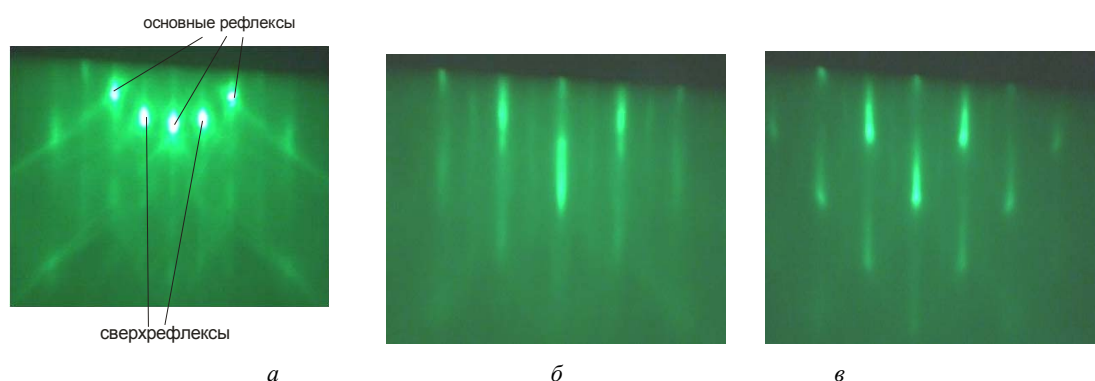


Рис. 2. Картины ДОБЭ: а – поверхности Si(100); б – hut кластера; в – dome кластера

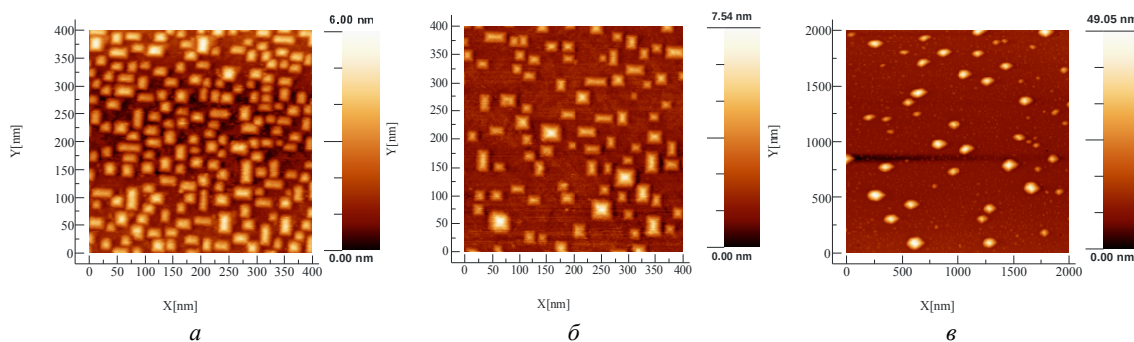


Рис. 3. Изображения СТМ первого образца с hut кластерами (а); изображения СТМ второго образца с hut кластерами и появлением dome кластеров (б); изображения СТМ второго образца с dome кластерами (в)

В результате работы были получены образцы с hut кластерами и dome кластерами. С помощью изображений СТМ были определены размеры в основании 20 ± 4 нм и высота $2,0 \pm 0,4$ нм hut кластеров, и определены размеры dome кластеров в основании 90 ± 30 нм и высота 18 ± 7 нм дом. А так же были посчитаны плотность заполнения hut кластеров $1 \cdot 10^{11}$ см⁻² и dome кластеров $1 \cdot 10^9$ см⁻².

Библиографические ссылки

1. Шалеев М. В. Гетероструктуры с Ge(Si) самоформирующимися наноостровками и квантовыми точками на Si(001) подложках и релаксированных

На рис. 2, а представлена картина ДБЭ на отражение от чистой поверхности Si(100). На ней изображены основные рефлексы и сверхрефлексы. На рисунке 2б представлена картина ДБЭ на отражение при образовании hut кластеров на поверхности. Видно, что сверхрефлексы пропадают, а основные рефлексы растягиваются. Это свидетельствует о том, что у нас появились hut островки. На рис. 2, в показана картина ДОБЭ при дальнейшем осаждении Ge, эта картина ДБЭ соответствует образованию dome кластерам [3].

Исследования поверхности проводились в условиях сверхвысокого вакуума на установке сканирующей туннельной микроскопией (СТМ) производства RIBER-OMICRON. На рисунке 3 представлены изображения СТМ.

SiGe/Si(001) буферных слоях: особенности роста и фотолюминесценции : автореф. дис. канд. физ.-мат. наук: 05.27.01. Н. Новгород : Ин-т физики микроструктур РАН, 2006.

2. Pchelyakov O. P., Dvurechensky A. V., Latyshev A. V. and Aseev A. L, *Ge/Si heterostructures with coherent Ge quantum dots in silicon for applications in nanoelectronics*. 2011.

3. Cimale V., Zekentes K., Vouroutzis N. *Control of morphological transitions during heteroepitaxial island growth by reflection high-energy electron diffraction*. 2002.

© Есин М. Ю., Тимофеев В. А., 2012

УДК 623.273

К. В. Колесникова¹, А. С. Кожухов²Научные руководители – А. В. Латышев², А. С. Паршин¹¹Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск²Институт физики полупроводников имени академика А. В. Ржанова СО РАН, Новосибирск**ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ НАНОРАЗМЕРНЫХ СТРУКТУР
НА ПОВЕРХНОСТИ Cr МЕТОДОМ ЛОКАЛЬНОГО АНОДНОГО ОКИСЛЕНИЯ**

В данной работе исследовано формирование наноразмерных структур на поверхности Cr методом локального анодного окисления (ЛАО). Установлено, что с ростом подаваемого напряжения на зонд и влажности атмосферы увеличивается средняя высота и диаметр окислов.

Развитие современной науки в области нанoeлектроники и наномеханики неразрывно связано с созданием все более миниатюрных устройств на поверхности металлов и полупроводников. Одной из методик, позволяющей контролируемо диагностировать такие объекты и при этом вносить в них изменения, стала появившаяся в 90 годах двадцатого века, методика зондовой модификации поверхности. В отличие от электронной литографии модификация поверхности зондом атомно-силового микроскопа (АСМ), обладая сравнимым разрешением (до 10 нм), оказывает значительно меньшее воздействие на электронные свойства приповерхностной области [1].

В настоящее время широко используемый метод модификации поверхности – локальное анодное окисление. Существует несколько моделей, описывающих механизм ЛАО. При приложении на зонд отрицательного напряжения между образцом и зондом образуется электрическое поле $10^8 \div 10^9$ В/м, что является достаточным для разрыва молекулы H_2O на ионы. Далее вблизи поверхности образца начинается обмен ионами между поверхностью и водным слоем на поверх-

ности. Отрицательные ионы с поверхности под действием электрического поля дрейфуют в приповерхностный слой и там с положительными ионами полупроводника или металла образуют оксид [2].

Целью настоящей работы является исследование формирования наноразмерных структур методом ЛАО под зондом АСМ. В качестве исследуемой поверхности была использована поверхность Cr, нанесенного на стекло.

Модификация поверхности посредством ЛАО проводилась векторным методом по шаблону с периодом точек 1 мкм и 2 мкм. Область для ЛАО на поверхности Cr выбиралась 15×15 мкм². Во время сканирования поверхности в полуконтактном режиме в каждой точке шаблона на зонд прикладывалось отрицательное напряжение –25 В и –28 В, влажность составляла от 28 % до 34 %, так как эксперименты проходили в разные периоды времени. Все эксперименты проводились на сканирующем зондовом микроскопе Ntegra Aura (НТ-МДТ, г. Зеленоград). На рис. 1–3 представлены АСМ изображения поверхности Cr после локального анодного окисления.

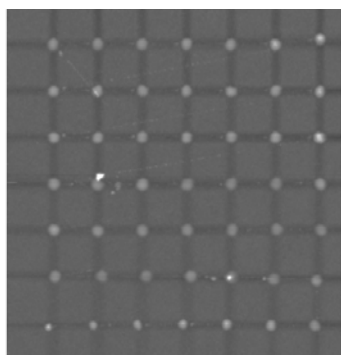


Рис. 1. АСМ изображение поверхности образца 11×13 мкм. Результат литографии при напряжении –25В

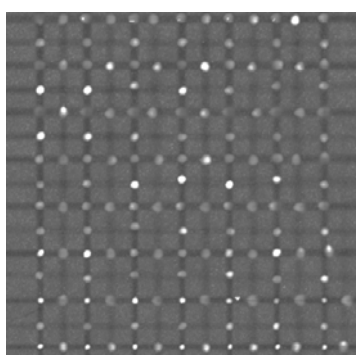


Рис. 2. АСМ изображение поверхности образца 15×15 мкм. Результат литографии при напряжении –25 В

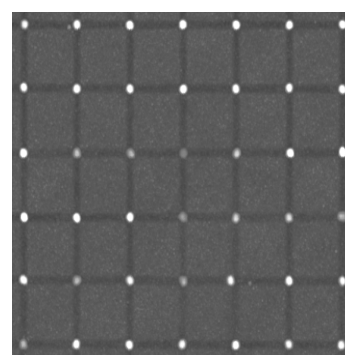


Рис. 3. АСМ изображение поверхности образца 15×15 мкм. Результат литографии при напряжении –28 В

Основные геометрические параметры окислов при определенных технологических условиях

№	Напряжение, В	Влажность, %	Период точек, мкм	Площадь, мкм	Высота, нм	Относительная площадь заполнения, %
1	25	32	2	0,2	34	6
2	25	34	1	0,3	36	20
3	28	34	2	0,3	36	7

Из таблицы видно, что при увеличении подаваемого на зонд напряжения увеличивается относительная площадь, которую занимают островки окисла, увеличивается высота точек окисления. При подачи напряжения меньше чем -25 В окислов не наблюдалось, при большем -28 В происходил неравномерный рост окислов. Так же было установлено, что большую роль на размеры окисла играет влажность, так как она определяет слой адсорбированной воды на поверхности образца.

УДК 621.983.001

А. А. Кузина

Научный руководитель – В. А. Михеев

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

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНАЯ СХЕМА ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ОБТЯЖКОЙ ОБОЛОЧЕК ДВОЙНОЙ КРИВИЗНЫ

Предложена последовательная схема формообразования обтяжкой оболочек двойной кривизны при совмещении двух процессов обтяжки: предварительной и последующей с промежуточными разгрузкой и разгибом заготовки.

Характерными направлениями развития конструкций самолетов на современном этапе являются усложнение пространственных форм и увеличение габаритных размеров. Большие скорости обуславливают назначение жестких требований к точности внешних обводов планера самолета. Для обшивочных деталей необходимо исключение конструктивно не обоснованных стыков и увеличение габаритов деталей, что усложняет технологические процессы формообразования, заставляет отыскивать методы и средства их интенсификации.

Необходимость интенсификации процессов формообразования обшивочных деталей сложных форм объясняется тем, что технологические возможности существующих процессов практически исчерпаны [1].

Процесс обтяжки внедрился в процесс производства ЛА в несимметричном варианте, несмотря на то, что прямоугольная листовая заготовка растягивается либо по длине листа, либо поперек.

Для симметричного варианта необходимо, чтобы при обтяжке кромки заготовки, жестко зажатые в захватах обтяжного пресса, двигались по касательной к поверхности обтяжного пуансона [2]. При этом материальная точка на заготовке, которая определяет вершину оболочки в процессе обтяжки оставалась неподвижной и не скользила бы относительно поверхности пуансона.

Существующие способы обтяжки не способны обеспечить получение обводообразующих оболочек с минимальной разнотолщинностью. Процесс формообразования обтяжкой листовой заготовки в оболочку двойной кривизны сопровождается неравномерным растяжением из-за влияния сил трения, неодинаковой деформацией по толщине и ограничивается локальным утонением листового материала [1].

При проектировании процесса обтяжки одной из основных задач остается задача определения дефор-

Библиографические ссылки

1. Eigler D. M., Schweizer E. K. Nature. 344, 524 (1990).
2. Щеглов Д. В., Родякина Е. Е., Микроскопическая техника. № 9. 2004. С. 8–15.

© Колесникова К. В., Кожухов А. С., 2012

мации допустимого утонения листового материала, которая определяется наибольшей деформацией растяжения при обтяжке. Однако ограничивающим фактором остается потеря устойчивости пластической деформации в результате локального утонения листовой заготовки, это либо предельные деформации, либо критические. Поэтому для обшивочных сплавов очень важны показатели технологической деформируемости, то есть предельная и критическая степени деформации.

Применение последовательной схемы формообразования обтяжкой оболочек двойной кривизны позволяет значительно уменьшить неравномерность деформирования листовой заготовки и получить равнотолщинные оболочки двойной кривизны. Формообразование по такой схеме выполняется в три этапа: предварительная обтяжка листовой заготовки, промежуточная разгрузка без освобождения детали из зажимов пресса и разгиб детали за счёт перемещения зажимов пресса, последующая обтяжка с полученного угла разгиба.

После предварительной обтяжки плоской заготовки наибольшая деформация будет в районе центрального сечения оболочки, что обеспечивает получение геометрической формы поверхности оболочки, соответствующей поверхности обтяжного пуансона.

При последующей обтяжке оболочки обеспечивается растяжение краевых практически недеформируемых участков заготовки, таким образом, создаются условия выравнивания толщины листовой заготовки в поперечном направлении.

Основной задачей формообразования обтяжкой по последовательной схеме является интенсификация процесса деформирования и равномерное использование пластичности материала.

Последовательная схема формообразования обтяжкой оболочек двойной кривизны практически вы-

равнивает деформацию растяжения по поверхности оболочки. В результате допустимое формоизменение при обтяжке характеризуется только предельной деформацией материала заготовки.

Библиографические ссылки

1. Гречников Ф. В. Деформирование анизотропных материалов (Резервы интенсификации). М.: Машиностроение, 1998. 448 с.

2. Михеев В. А. Направленное изменение толщины заготовки при формообразовании обтяжкой обводообразующих оболочек двойной кривизны // МНТК «Проблемы и перспективы развития двигателестроения». СГАУ. Самара, 2003. С. 91.

© Кузина А. А., 2012

УДК 52; 524.33; 524.38; 524.352

Е. Г. Лапухин, С. А. Веселков
Научный руководитель – Н. Н. Самусь
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПОИСК ПЕРЕМЕННЫХ ЗВЕЗД ПО НАБЛЮДЕНИЯМ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ КРАСНОЯРСКА

Показана возможность поиска переменных звезд в городских условиях на примере наблюдательного материала полученного в учебной обсерватории Сибирского государственного аэрокосмического университета.

Большинство учебных обсерваторий при вузах, как правило, находятся в городской черте. Обсерватория Сибирского государственного аэрокосмического университета не является исключением. Телескоп обсерватории расположен на одном из корпусов университета, на правобережной части Красноярска. Очевидно, что световое и пылевое загрязнение города сказывается не благоприятно на астрономические наблюдения. Однако, в данной работе показана реальная возможность поиска новых переменных звезд по наблюдательному материалу, полученному в черте города Красноярска.

Наблюдения проводились на телескопе диаметром 400 мм с фокусным расстоянием ~900 мм, оборудованным ПЗС-приемником FLI ML9000 (3056x3056 пикселей, размер пикселя 12x12 мкм). Размер площадки равен 2.3x2.3 градуса. Все снимки получены в интегральном свете (без фильтров). Экспозиция всех снимков составляет 30 секунд. Экспозиция определена эмпирически. Проницание составляет ~16^m–17^m.

С августа 2010 по октябрь 2011 был получен наблюдательный материал избранных участков (табл. 1), по которым был осуществлен поиск переменных звезд.

Для поиска переменных звезд использовался следующий метод. Предварительно на каждом снимке

все звезды фотометрируются. Далее строится распределение среднеквадратичного отклонения блеска от ее звездной величины. Для звезды изменяющей блеск среднеквадратичное отклонение будет иметь большее значение, и соответственно эта звезда будет располагаться выше основного распределения. Данный метод успешно реализован в программах VAST [1] и C Munipack [2].

Полученные фотометрические ряды исследуются на переменность (определение типа переменности, нахождение периода для периодических звезд, эпоха максимума или минимума блеска и их значения). Исследование на периодичность удобно проводить в программе В. П. Горанского WinEfk [3].

Для поиска переменных звезд использовались программы VAST и C-Munipack. Все выявленные кандидаты проверялись на известность в Общем каталоге переменных звезд (ОКПЗ) [4] и Международном регистре переменных звезд (VSX) [5]. Исследование на периодичность проводилось в программе WinEfk.

Количество выявленных переменных звезд на каждой площадке приведены в табл. 2. В таблице приведены координаты исследуемой площадки, общее количество звезд на снимке и число выявленных переменных звезд.

Таблица 1

**Исследуемые области неба, для которых получен наблюдательный материал
в обсерватории СибГАУ**

№	Созвездие	Координаты центра поля	Временной интервал, охватывающий наблюдения/количество ночей	Количество снимков
1	Кассиопея	00 ^h 15 ^m 00 ^s +56°40'00"	08.2010–11.2010 / 17	~1500
2	Большая Медведица	13 ^h 00 ^m 00 ^s +53°30'00"	03.2011–04.2011 / 6	~1500
3	Ящерица	22 ^h 50 ^m 00 ^s +50°00'00"	08.2011–10.2011 / 28	~1900

Результаты поиска переменных звезд на избранных участках

№	Созвездие (координаты центра площадки)	Общее количество звезд на снимке	Количество выявленных переменных звезд
1	Кассиопея ($00^{\text{h}}15^{\text{m}}00^{\text{s}} + 56^{\circ}40'00''$)	~ 30 000	34
2	Большая Медведица ($13^{\text{h}}00^{\text{m}}00^{\text{s}} + 53^{\circ}30'00''$)	~ 2 000	4
3	Ящерица ($22^{\text{h}}50^{\text{m}}00^{\text{s}} + 50^{\circ}00'00''$)	~ 40 000	213

По наблюдательному материалу (площадка в Кассиопее № 1, табл. 2) был проведен альтернативный поиск группой исследователей из Института астрономии РАН (Д. М. Колесникова, С. В. Антипин, Н. Н. Самусь). Число выявленных ими переменных звезд на данной площадке – 110. Недостаточно полное обнаружение нами переменных звезд на данной площадке объясняется тем, что звезды с изменением блеска менее $0^{\text{m}}.2$ не исследовались. При поиске переменных звезд на других площадках исследовались звезды и с меньшим изменением блеска ($0^{\text{m}}.05$).

Малое количество выявленных переменных звезд на площадке в Большой Медведице [6] обусловлено малой плотностью звезд (400 звезд/кв.градус). На площадке в Ящерице (8 000 звезд/кв.градус) выявлено более 200 переменных звезд. Частично выявленные переменные звезды с участков в Кассиопее и в Ящерице опубликованы в приложениях к журналу «Переменные звезды» [7; 8].

Для всех звезд были определены типы переменности, максимумы и минимумы блеска, эпохи и периоды для периодических переменных звезд.

Библиографические ссылки

1. URL: <http://scan.sai.msu.ru/vast/>
2. URL: <http://c-munipack.sourceforge.net/>
3. URL: <http://vgoray.front.ru/software/>
4. URL: <http://www.sai.msu.ru/gcvs/gcvs/>
5. URL: <http://www.aavso.org/vsx/index.php>
6. Four New Variable Stars in Ursa Major / S. A. Veselkov, E. Lapukhin, S. V. Antipin, N. N. Samus // *Peremennye Zvezdy. Prilozhenie. Vol. 11. № 36* (2011).
7. New Eclipsing Variable Stars Discovered in Krasnoyarsk / S. A. Veselkov, E. Lapukhin, S. V. Antipin, N. N. Samus // *Peremennye Zvezdy. Prilozhenie. Vol. 11. № 5* (2011).
8. New UV-type Variable Star in Lacerta / S. A. Veselkov, E. Lapukhin // *Peremennye Zvezdy. Prilozhenie. Vol. 12. № 3* (2012).

© Лапухин Е. Г., Веселков С. А., 2012

УДК 669.017.3

О. А. Макарова

Научный руководитель – Е. А. Носова

Самарский государственный аэрокосмический университет

имени академика С. П. Королева (национальный исследовательский университет), Самара

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УПОРЯДОЧЕННОСТИ СТРУКТУРЫ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДВУХФАЗНЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Стремление полнее использовать возможности дополнительного упрочнения сплавов термической обработкой зародило интерес к упорядоченной структуре в металлических деформированных материалах. Очевидно, что с повышением упорядоченности структуры уменьшается интервал изменения свойств конечных изделий, что свидетельствует об их качестве. Вместе с тем, необходимо количественно оценить порядок в структуре.

Методика оценки упорядоченности структур в алюминиевых сплавах необходима для сравнительного анализа полученных в процессе деформации полуфабрикатов. На сегодняшний день такая оценка проводится по химическому составу и механическим свойствам, но в подавляющем числе случаев носят качественный или полуколичественный характер. Однако при деформации (например, при прокатке) изменяются и структура и механические свойства, возни-

кают остаточные напряжения. Качество конечного изделия при этом будет зависеть от совокупности факторов: степени и скорости деформации, температуры нагрева при термообработке и т. п.

Методика работы, главным образом, основывается на комплексном подходе в анализе данных полученных в результате механических испытаний и рентгеновского анализа. Опыты выполнены на алюминиевых сплавах АМг5, АМг6, АМг10 и Д16, на каждый

Результаты испытания образцов

	d	σ_B	σ_T	$\delta, \%$	K
AMg5	2,3–0,9	444–491	342–392	3,2–12,4	0,704–0,746
AMg6	2,28–0,94	418–465	362–401	2,8–13,4	0,85–0,89
AMg10	2,7–0,96	418–465	248–288	3,2–12,4	0,704–0,75
D16	5,3–2,9	344–391	357–407	22,1–35,2	0,85–0,87

сплав приходилось по 3 образца разной степени деформации 15 %, 30 %, 45 % от максимальной.

Режим термической обработки для вышеперечисленных сплавов назначается исходя из анализа диаграммы состояния. Отжиг образцов из алюминиево-магниевого сплавов AMg5, AMg6, AMg10 температура отжига составляла 430 °С, а для D16 температура отжига составила 500 °С, выдержка при данной температуре составляла также 30 мин. Охлаждение – вместе с печью [1]. Необходимую степень деформации в образцах создавали путем одноосного растяжения. В данной исследовательской работе используется метод построения кривых упрочнения по индикаторным диаграммам растяжения.

В настоящей работе представлялось целесообразным исследовать текстуру в деформированных образцах и ее особенности, поскольку кристаллографическая текстура является чрезвычайно чувствительным индикатором механизмов, действующих в металлических материалах в процессе пластической деформации. Для ее анализа использован метод дифракции обратнорассеянных электронов. Текстуру исследуемых образцов описывали с помощью обратных полюсных фигур.

Расчетным путем вычислили значения механических свойств для упрочняющих фаз Al – x сплавов систем Al-Mg, Al-Cu. Установлено, что предел текучести, предел прочности и твердость θ – фазы увеличивается с увеличением её количества, а в системе Al – Mg для β – фазы характерно увеличение предела прочности и предела текучести с увеличением её количества, а твердость и пластичность практически не изменяется.

Характер упрочнения алюминиевых сплавов систем Al- Cu, Al-Mg, изменяется по следующими зависимостями: $\sigma_i = A \times \varepsilon_i^2 + B \times \varepsilon_i + C$ и $\sigma_i = A \times \varepsilon_i^n$. Изначально равновесная структура сплава D16 приводит к упрочнению согласно зависимости $\sigma_i = A \times \varepsilon_i^2 + B \times \varepsilon_i + C$, с коэффициентом $A = 3 \div 10$ единиц. Пластическая деформация и последующий рекристаллизационный отжиг приводит к увеличению коэффициента A до 20÷22, при неполном протекании рекристаллизации коэффициента A переходит в область значений, имеющих третий порядок (свыше 100). Меньшие степени деформации приводят к возрастанию коэффициента A от значений меньше 1 (по модулю) до значений первого порядка. При этом значительной разницы коэффициента A в предварительно нагретом на 30% от максимальной деформации и полигонизованном сплаве не наблюдается.

Сплавы из алюминиево-магниевого групп имеют примерно одинаковые коэффициенты. Для начальной

равновесной структуры сплавов AMg5, AMg6, AMg10 характерен коэффициент $A = 0,1 \div 2$ единиц. Пластическая деформация и последующий рекристаллизационный отжиг приводит к увеличению коэффициента A до 5÷7. При этом значительной разницы коэффициента A в предварительно нагретом максимальной деформацией и полигонизованном сплаве не наблюдается.

В таблице представлены результаты замеров величины зерна для образцов и взаимной корреляции следующих характеристик: d-изменение размера зерна, σ_B – предел прочности, σ_T – предел текучести, δ – относительное удлинение, K – коэффициент штампуемости.

Случайный характер расположения максимумов на полюсных фигурах образцов объясняется произвольностью ориентации плоскости вырезаемой из листа. Характеристикой рассеяния текстуры, оцениваемого по обратным полюсным фигурам, служит количество и интенсивность текстурных максимумов: по мере рассеяния текстуры число максимумов увеличивается, а их интенсивность падает. В результате активизации кристаллографического скольжения размытая текстура может усиливаться, что приводит к росту максимальной полюсной плотности на обратной полюсной фигуре, это говорит о максимальной разориентировке относительно плоскости прокатки.

Проведенные рентгеноструктурные исследования показали, что деформирование изначально текстурированных образцов и их последующий отжиг приводят к увеличению решетки: в сплаве AMg5 от $a_{Al} = 4,049 \text{ \AA}$ до $a = 1,173\sqrt{12} = 4,063 \text{ \AA}$, в сплаве AMg6 от $a_{Al} = 4,049 \text{ \AA}$ до $a = 1,195\sqrt{12} = 4,132 \text{ \AA}$, в сплаве AMg10 от $a_{Al} = 4,049 \text{ \AA}$ до $a = 1,234\sqrt{11} = 4,0922 \text{ \AA}$, в сплаве D16 от $a_{Al} = 4,049 \text{ \AA}$ до $a = 2,0343\sqrt{4} = 4,0686 \text{ \AA}$ при этом характер текстуры значительно не меняется.

Библиографические ссылки

1. Колачев Б. А., Елагин В. И., Ливанов В. А. Материаловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов : учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. М. : МИСИС, 1999. 410 с.
2. Мондольфо Л. Ф. Структура и свойства алюминиевых сплавов ; пер. с англ. М.: Металлургия, 1979. – 640 с.

© Макарова О. А., 2012

А. А. Мишин

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

ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ, СОДЕРЖАЩИЕ НАНОАЛМАЗНЫЕ ПОРОШКИ

В результате введения в состав пластичных смазок наномалмазного порошка уменьшается износ трущихся металлических поверхностей.

Некоторые механизмы космических аппаратов работают в космическом вакууме, в связи с чем элементы конструкций этих механизмов подвергаются различным видам воздействий, включая трибологические [1].

Поскольку обычные «наземные» масла и смазки для работы в вакууме непригодны, то были разработаны специальные твердые смазки на основе дисульфида молибдена (MoS_2) [2] и олеофильного углерода, а также смазка в виде ионно-напыленного свинца [1]. Применяются также пластичные полимерные смазки [3], которые используются в узлах трения механизмов ракетно-космических систем [4]. Особенности применения космических смазок (КС) и требования к ним определяются условиями эксплуатации: глубокий вакуум (до 10^{-10} Па), проникающая радиация (до 10^4 – 10^6 Дж/кг), низкие (до -130 °С) и повышенные (120 ... 150 °С) температуры. КС готовят на основе синтетических масел, загущенных литиевым мылом, органическими пигментами, неорганическими соединениями. КС содержат также антиокислительные противоизносные, антикоррозионные, противозадирные и др. присадки. Однако такие смазочные материалы обладают целым рядом недостатков, проявление которых заключается в протекании возможных химических реакций в зазорах и на поверхностях трибосопряжений, термодеструкции смазочных материалов и их флуктуации.

Указанных недостатков лишены пластичные смазки, содержащие нанопорошки (НП) химических соединений, например, алмазографитовые НП (АГ-НП), полученные из взрывчатых веществ. АГ-НП получали по следующей технологии [5; 6]: заряд взрывчатого вещества, состоящий из смеси тротила с гексогеном в соотношении 60/40, массой 0,65 кг, подрывали во взрывной камере объемом 3 м^3 . После расширения продуктов детонации и установления теплового равновесия дают возможность газовой смеси истекать из камеры через сверхзвуковое расходное сопло Лавала с сечением 15 мм за 40 с. За счет теплоотдачи в стен-

ку камеры и совершения газом работы скорость охлаждения смеси достигает 304 град/мин. Полученные конденсированные продукты улавливают в циклонах.

В состав пластичных смазок входят [7], масс. %: АГ-НП – $0,2$... $5,0$; высокодисперсная соль металла – 2 ... 15 ; мыльная пластичная смазка – до 100 . В качестве солей применяли сульфат олова SnSO_4 , сульфат меди CuSO_4 , сульфат бария BaSO_4 , сульфат свинца PbSO_4 , сульфид бария BaS .

Испытывали смазки, приведенные в табл. 1. АГ-НП вместе с высокодисперсной SnSO_4 диспергировали в дисперсионной среде (бензин, ацетон и др.) в течение 15 минут, после выпаривания жидкой среды остаток перемешивали механически. Соотношение компонентов в полученной смеси: алмаза – от 2 до 50 %, графита – от 50 до 98 %.

В таблице 2 приведены результаты испытаний разработанных смазок в сравнении со смазкой ВНИИ НП-232 (ГОСТ 14068-79), содержащей масс. %: стеарат лития $\text{Li}(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})$ – $3,0$; дисульфид молибдена MoS_2 масло индустриальное И-20А – до 100 , из которой видно, что при концентрации в смазках АГ-НП в пределах $0,2$ – $5,0$ %, коэффициент трения снижается на 12 – 15 %, в связи с чем износ стальных образцов уменьшается в два раза, что свидетельствует о высоких противоизносных и антифрикционных свойствах смазок.

Эффект применения в смазках CuSO_4 , BaSO_4 , PbSO_4 и BaS при такой же концентрации (2 ... 17 %) оказался близким к эффекту применения SnSO_4 .

Высокие антифрикционные свойства разработанной смазки объясняется тем, что соли металлов заполняют макротрещины, а твердые частицы алмаза и мягкие частицы графита – микротрещины и микронеровности, упрочняя поверхностный слой и масляную пленку, тем самым понижая коэффициент трения и существенно уменьшая износ. Частицы алмаза выполняют роль абразивного материала, которые срезают микровыступы соприкасающихся металлов, что приводит к увеличению площади контакта пар трения.

Таблица 1

Составы смазок

Алмазографитовый НП, в том числе	Содержание в составах, масс. %				
	1	2	3	4	5
	0,20	0,75	1,50	3,00	5,00
НП алмаза	0,05	0,188	0,375	0,75	1,25
НП графита	0,15	0,562	1,125	2,25	3,75
Сульфат олова SnSO_4	1,00	5,0	10,0	15,0	17,0
Мыльная пластичная смазка	98,80	94,25	88,50	82,00	78,0

Таблица 2

Результаты испытаний смазок на машине СМТ-1 на образцах из ст45 при нагрузке 5 кН

Состав смазок (№ 1–5 – табл. 1)	Максимальная удельная нагрузка, МПа	Коэффициент трения	Интенсивность износа, 1×10^{-6} кг/м ³
1	26,3	0,062	59,4
3	30,3	0,050	30,2
5	21,4	0,063	57,5
Смазка ВНИИНП-232	23,5	0,059	66,0

Испытания смазки в подшипниках ступиц колес автомобиля ЗиЛ-130 и автобуса «Икарус» показали, что после пробега 16 000 км их весовой износ оказался в 2,2 раза меньше, чем при использовании другие известные пластичные смазки.

Библиографические ссылки

1. Нусинов М. Д. Космический вакуум и надежность космической техники. М.: Знание, 1986. № 6. 64 с.
2. Morimoto T. Effect of molybdenum disulphide upon the friction and wear in ceramic-steel pair // Tribology International. 1997. Vol. 30. Issue 12. 1997. P. 871–879.
3. Fusaro R. L. Self-lubricating polymer composites and polymer transfer film lubrication for space applications // Tribology International. 1990. Vol. 23. Issue 2. P. 105–122.
4. Космические смазки // URL: <http://www.elkalub.ru/dictionary-05.php>.
5. Патент РФ № 2041165 С1 МПК C01B31/06 Алмазоуглеродное вещество и способ его получения. Заявка № 93003669 от 12.02.1993 / А. Л. Верецагин, Г. А. Петров, В. Ф. Комаров, А. В. Климов, Н. В. Козырев. Оpubл. 09.08.1995.
6. Редькин В. Е., Ставер А. М. Ультрадисперсные порошки в материалах и технологиях различного назначения // Вестник Краснояр. гос. техн. ун-та. 1996. № 1. С. 147–161.
7. Патент РФ № 2163921. Пластичная смазка / С. И. Щелканов, В. Е. Редькин, С. Г. Докшанин, В. Ф. Терентьев, А. И. Лямкин. БИ. 2001. № 7.

© Мишин А. А., 2012

УДК 669.713.7

¹И. И. НазаренкоНаучный руководитель – ²С. Н. Софронова

Сибирский государственный аэрокосмический университет

имени академика М. Ф. Решетнева¹,Институт физики имени Л. В. Киренского СО РАН², Красноярск**ТЕОРЕТИКО-ГРУППОВОЙ АНАЛИЗ ВОЗМОЖНЫХ МАГНИТНЫХ СТРУКТУР
ТВЕРДОГО РАСТВОРА $\text{Ni}_5\text{GeO}_4(\text{BO}_3)_2$**

В ходе исследования был проведен теоретико-групповой анализ возможных магнитных структур $\text{Ni}_5\text{GeO}_4(\text{BO}_3)_2$, по результатам которого были получены разложения магнитного представления магнитного представления по неприводимым представлениям для различных точек зоны Бриллюэна.

В настоящее время современные магнитные материалы являются очень востребованным продуктом во многих областях науки и техники. Новые соединения создаются каждый год, и в основном это делается для решения определенных задач технологического характера. Так в Институте физики имени Л. В. Киренского СО РАН были выращены кристаллы $\text{Ni}_5\text{Ge}(\text{O}_2\text{BO}_3)_2$.

Они принадлежат к семейству людовигитов. Кристаллы данного семейства обладают очень интересными магнитными свойствами. Характерной особенностью этих соединений является наличие в структуре треугольных или тетраэдрических групп, что может привести к возникновению фрустраций, обусловленных структурными особенностями соединений.

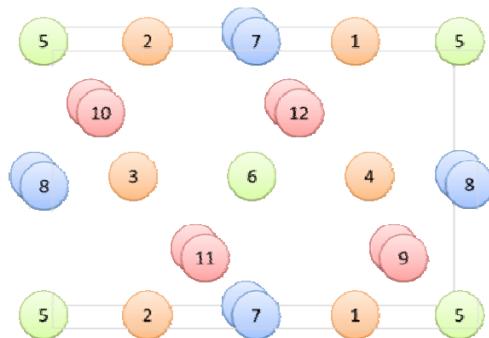
Как правило, большая часть получаемых из новых соединений материалов исследованы недостаточно подробно, однако информация об их структуре чаще всего установлена. Получение данных обо всех физи-

ческих свойствах прямо из информации о структуре, к сожалению, невозможно, однако, информация о структуре оказывается достаточной для проведения теоретико-группового анализа. На базе теоретико-группового анализа можно из соображений симметрии определить, какие колебания присутствуют в кристалле, найти собственные векторы и построить оператор проектирования. А если в кристалле имеются магнитные атомы, провести анализ возможных магнитных структур [1].

Целью исследования было установление возможной магнитной структуры кристаллов $\text{Ni}_5\text{Ge}(\text{O}_2\text{BO}_3)_2$ методом теоретико-группового анализа.

Для определения магнитной структуры кристалла необходимо разложить магнитные представления по неприводимым представлениям и для каждого из неприводимых представлений вычислить оператор проектирования, столбцы которого и будут задавать направления магнитных моментов [2].

Кристаллы $\text{Ni}_5\text{Ge}(\text{O}_2\text{BO}_3)_2$ относятся к пространственной группе Pbam (№ 55). Элементарная ячейка содержит 10 магнитных атомов, которые расположены в симметричных позициях 4g, 4h, 2b, 2c. Интересной особенностью данного соединения является то, что ионы никеля (ионы с магнитным моментом) и германия (немагнитные ионы) занимают симметричную позицию 4g (положения 9–12) с вероятностью 50 % каждый, соответственно магнитные ионы распределены по 12 положениям в элементарной ячейке, изображенной на рисунке. Таким образом, данная особенность может привести к необычным магнитным свойствам исследуемого соединения.



Элементарная ячейка кристалла

В результате выполнения анализа возможных магнитных структур были получены следующие данные, приведенные в [3], для случая, когда в позиции 4g все ионы магнитные – Ni, данное усреднение дает общую картину магнитной структуры во всем кристалле.

Так как кристаллическая структура представляет собой твердый раствор, где равновероятно располагаются магнитные и немагнитные ионы, было выполнено теоретико-групповой анализ для различных случаев упорядочения. Если ионы 9, 12 являются магнитными (Ni), а 10 и 11 – немагнитными (Ge). Происходит понижение симметрии [4, с. 17–41] до группы $\text{P2}_1\text{am}$, № 26, обладающей следующими элементами симметрии: винтовая ось вдоль направления Z и 2 плоскости скользящего отражения в плоскостях X и Y [4, с. 220–221].

Для данного случая было получено разложение по неприводимым представлениям для волнового вектора $k = 0$: $T(k = 0) = 5\tau_1 + 10\tau_2 + 5\tau_3 + 10\tau_4$.

Здесь направления магнитных моментов образуют следующие структуры: ФМ (ферромагнитная) вдоль оси X, соответствующую неприводимому представлению τ_3 ; АФМ (антиферромагнитна) вдоль X – τ_1 ; АФМ вдоль Y и ФМ вдоль Z – τ_2 и ФМ вдоль Y и АФМ вдоль Z – τ_4 .

Если в качестве магнитных ионов оставить атомы 9 и 10, то пространственная группа симметрии понижается до P112/m , 10.

Группе P112/m , № 10, соответствуют 4 элемента симметрии: единичный элемент, поворот на 180° по Y, инверсия и отражение в плоскости Y [4, с. 160–163].

Было получено следующее разложение по неприводимым представлениям:

$$T(k = 0) = 7\tau_1 + 6\tau_2 + 14\tau_3 + 3\tau_4.$$

Данный вариант упорядочения образует следующие возможные магнитные структуры: τ_1 – ФМ вдоль Z; τ_2 – АФМ вдоль X и Y; τ_3 – ФМ вдоль X и Y и τ_4 – АФМ вдоль Z.

Когда магнитные ионы Ni занимают положения 9 и 11, получаем понижение симметрии до пространственной группы $\text{Pb2}_1\text{m}$, 26, обладающую такими же элементами симметрии, что в случае магнитных ионов в положениях 9, 12, однако, сейчас ось второго порядка располагается вдоль оси Y.

Для данного варианта упорядочения так же было получено разложение по неприводимым представлениям для $k = 0$: $T(k = 0) = 10\tau_1 + 5\tau_2 + 10\tau_3 + 5\tau_4$.

В данном случае наблюдается некоторая схожесть со структурами и расположением ионов в позиции 4g группы № 55 в случае магнитных ионов 9 и 12, причем сейчас магнитные моменты ионов направлены вдоль осей отличных от случая с Ni в положениях 9, 12.

В результате для τ_1 имеем АФМ структуру вдоль оси Z, для τ_2 – АФМ вдоль X и ФМ вдоль Y, для τ_3 – ФМ вдоль Z и для τ_4 – ФМ вдоль X и АФМ вдоль Y.

В ходе проделанного исследования были изучены известные сведения о кристаллах $\text{Ni}_5\text{Ge}(\text{O}_2\text{BO}_3)_2$; осуществлен теоретико-групповой анализ магнитной структуры; построены возможные магнитные структуры кристалла для различных вариантов упорядочения магнитных ионов.

Библиографические ссылки

1. Ковалев О. В. Неприводимые представления пространственных групп. Киев, 1961.
2. Изюмов Ю. А., Найш В. Е., Озеров Р. П. Нейтронография магнетиков. М.: Атомиздат, 1981.
3. XVIII Всерос. науч. конф. студентов-физиков и молодых ученых (ВНКСФ-18, Красноярск): материалы конференции. В 1 т. Т. 1. Красноярск: Изд-во АСФ Россия, 2012.
4. International Tables for Crystallography (2006). Vol. A.

© Назаренко И. И., 2012

УДК 539.21

Н. С. Наумкин, А. Б. Шестаков, А. А. Иваненко, А. А. Пшеничная
 Научный руководитель – Н. П. Шестаков
 Сибирский федеральный университет,
 Институт инженерной физики и радиоэлектроники,
 Институт физики имени Л. В. Киренского СО РАН, Красноярск

УСТАНОВКА ДЛЯ НАПРАВЛЕННОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ЭПОКСИДНОГО ПОЛИМЕРА

Описана установка и метод направленной полимеризации. Метод полимеризации основан на передвижении контейнера, содержащего смесь исходных компонентов (эпокси-диановая смола ЭД-22, ГОСТ 10587-84; отвердитель – изометилтетрогидрофталевый ангидрид (Изо-МТГФА), ТУ 38.103149-85; ускоритель – УП-606/2), через градиентное температурное поле, создаваемое нагревателем. Выращивание полимера производится в результате направленной химической реакции на границе, между жидкой смесью исходных компонентов и твердеющим полимером.

Эпоксидные полимеры – это наиболее прочные полимерные материалы, которые твердеют в результате химической реакции. Отличительной особенностью данных материалов является высокая удельная прочность, что способствует их широкому применению в самолетостроении, ракетостроении и других отраслях промышленности.

Большое влияние на свойства полимера оказывает метод полимеризации, поэтому существует задача по поиску методов полимеризации, которые позволят улучшить структуру полимера и его свойства.

Установка для направленного выращивания химически связанных полимеров представлена на рис. 1а. В герметичный цилиндрический стеклянный контейнер 1, помещен тефлоновый сосуд, содержащий смесь исходных компонентов 2. Оптимальное соотношение исходных компонентов в смеси составляет 100/81/0,3 (ЭД-22/отвердитель/ускоритель). Выращивание полимера производится путем перемещения контейнера сверху вниз с помощью часового механизма 4, через температурные зоны, которые расположены вдоль оси Z. Распределение температуры, создаваемое нагревателем 3, вдоль оси Z предварительно измерено и представлено на рис. 1, б. Максимум кривой распре-

деления температуры вдоль оси нагревателя контролируется термпарой, которая крепится к нагревателю и соединена с цифровым термометрическим устройством. Рост полимера происходит на диффузной границе раздела (жидкость – твердый полимер). Вязкость исходной полимерной смеси невелика, поэтому молекулы могут свободно передвигаться таким образом, чтобы реакционно-способные группы могли сталкиваться друг с другом. В любой момент времени в контейнере существует граница раздела между твердой и жидкой фазами, и по мере продвижения контейнера вдоль оси нагревателя она плавно передвигается в направлении от твердого полимера к жидкости. Полимеризация осуществляется направленно снизу вверх.

Полимер, получаемый методом направленной полимеризации [1], исследован методами ИК спектроскопии, динамического механического анализа и методом абсорбции. Сравнение проводилось с эпоксидным полимером, полученном в изотропном температурном поле. Выращенный полимер имеет отличающийся спектр ИК поглощения, повышенную термостойкость, меньшую абсорбцию растворителя.

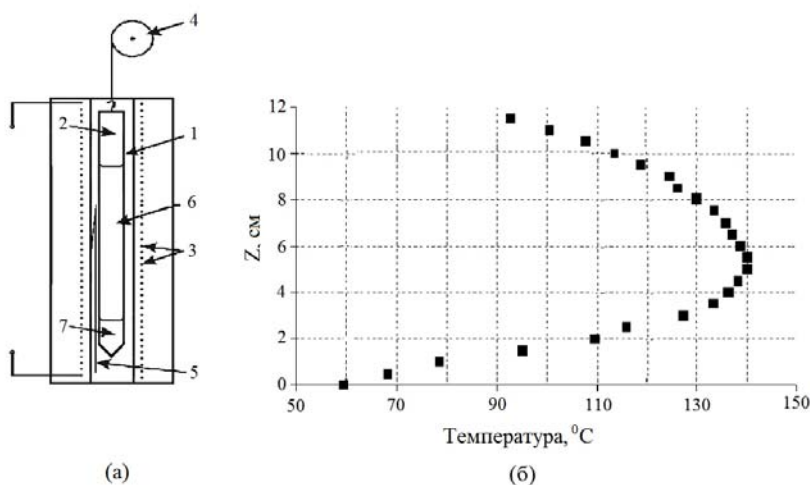


Схема экспериментальной установки для направленного выращивания полимеров (а): 1 – герметичный контейнер, содержащий тефлоновый сосуд; 2 – жидкая смесь исходных компонентов полимера, помещенная в тефлоновый сосуд; 3 – трубчатый керамический нагреватель; 4 – устройство для передвижения контейнера; 5 – термопара; 6 – диффузная граница раздела жидкость – твердый полимер; 7 – растущий полимер.

Распределение температуры вдоль оси нагревателя Z (б)

Если выращивание эпоксидного полимера методом направленной полимеризации происходит из нестехиометрической смеси компонент, то наблюдается эффект выдавливания, химически несвязанных молекул, из твердеющего объема в жидкий. Установка для направленного выращивания полимеров является близким аналогом установки для выращивания кристаллов по методу Стокбаргера–Бриджмена [2], а наблюдаемый эффект выдавливания дефектов структуры, вероятно, имеет такую же природу.

В известном методе фронтальной полимеризации [3] образец изначально находится в изотропном температурном поле, а градиент температуры образуется за счет экзотермической реакции. В результате происходит распространение фронта полимеризации.

В предлагаемом методе направленной полимеризации образец постепенно нагревается, посредством прохождения через градиентное температурное поле, которое изначально создается нагревателем, а выделение тепла в пограничном слое при полимеризации может только лишь усиливать температурный градиент. В данных условиях выделение тепла при химической реакции в пограничном слое недостаточно для самораспространения фронта полимеризации. Это

подтверждается контрольными вскрытиями контейнеров в процессе полимеризации и определением положения границы между полимером и смесью. Скорость движения пограничного слоя совпадает со скоростью движения контейнера. Представленный метод направленной полимеризации позволяет выращивать полимеры, в которых тепловая энергия, выделяемая за счет протекания реакции недостаточна для самораспространения фронта полимеризации.

Библиографические ссылки

1. Пат. 2444529 Российская Федерация, МПК C08F2/01, Устройство для направленной полимеризации / Шестаков Н. П., Иваненко А. А., Шабанов В. Ф., Наумкин Н. С., Бурова О. В., Шестаков А. Б. № 2010129139/04; 13.07.2010; утв. 10.03.2012, Бюл. № 7.
2. Чернов А. А. и др. Современная кристаллография. Т. 3. Образование кристаллов. М.: Наука, 1980.
3. Чечило Н. М., Хвиливицкий Р. Я., Ениколопан Н. С. ДАН. Т. 204. 1180 (1972).

© Наумкин Н. С., Шестаков А. Б., Иваненко А. А.,
Пшеничная А. А., 2012

УДК 669.189

Ю. А. Панченкова

Научный руководитель – С. Ф. Глушенко

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ДИСПЕРСНОСТЬ ДЕНДРИТНЫХ СТРУКТУР СТАЛЕЙ

Степень дисперсности в структуре дендритных кристаллов конструкционных сталей зависит от воздействия двух основных факторов: кинетического (режимов охлаждения) и термодинамического (условий формирования дендритов). С целью исследования влияния указанных факторов на параметры кристаллизации, определяющие дисперсность дендритных структур сталей, проведем исследование влияния количественных показателей двух составляющих с целью получения эмпирических и аналитических выражений для оценки состояния структуры.

Установлено, что зависимость дисперсности дендритных кристаллов от скорости охлаждения $v_{\text{охл}}$ при кристаллизации большинства сплавов выражается с помощью формализованного уравнения

$$\lambda = a/v_{\text{охл}}^n, \quad (1)$$

где λ – расстояние между ветвями второго порядка (дендритный параметр); a и n – коэффициенты, определяющие параметры дендритов при кристаллизации, где $n = 1/2 - 1/3$, a – характерный показатель дендритного строения в зависимости от вида сплава.

В уравнении (1) дендритный параметр λ представляет собой аддитивную величину, отражающую воздействие двух переменных: кинетической (скорость охлаждения) и термодинамической (степень огрубления дендритов). Выделение в зависимости (1) кинетической и термодинамической составляющих проведем для выявления и реализации новых возможностей воздействия на структуру железоуглеродистых сплавов

в рамках известной триады состав – структура – свойства.

Для выявления степени огрубления дендритов в углеродистых сталях и чугуна эффективен метод, основанный на сопоставлении в литых образцах дендритных параметров кристаллов в зонах прерванной (λ_1) и штатной (λ_2) кристаллизации. При этом отношение λ_2/λ_1 определяется величиной степени огрубления дендритов

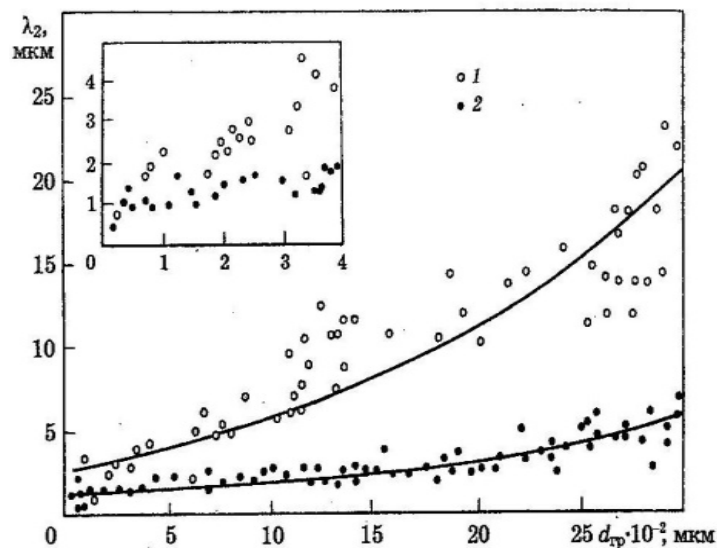
$$C_{\text{огруб}} = \lambda_2 / \lambda_1. \quad (2)$$

Для получения реальной структуры зоны разрушения и оценки влияния на процесс разрушения дендритной структуры темплеты надрезали в радиальном направлении и доламывали так, чтобы поверхность разрушения пересекала зону усадочных дефектов. Исследование одной половины темплета по вырезанному из него образцу проводилось по анализу параметров дендритов в усадочных полостях на сканирующем

Изменение параметров

Сплав	Дендритные параметры, мкм				$C_{\text{ср}}^{\text{срб}}$
	d_1	Доверительный интервал d_1^*	λ_1	λ_2	
Сталь 20Л	27	$\pm 1,5$	41	124	3,05
Сталь 45Л	29	$\pm 1,8$	44	91	2,06
Серый чугун СЧ20	28	$\pm 1,6$	42	43	1,03

*Доверительный интервал для d_1 рассчитан при уровне достоверности $p = 0,99$.



Изменение дисперсности дендритных структур в отливках в дендритах под воздействием зависимости от состава сплавов Fe-C высоких скоростей охлаждения в гранулах стали (1) и чугуна (2)

микроскопе, а вторую использовали для приготовления металлографических шлифов в плоскостях, перпендикулярных поверхности разрушения.

Анализ полученных с помощью сканирующего микроскопа микрофрактограмм поверхностей разрушения стальных и чугунных темплетов показал (рис. 1), что независимо от химического состава сплавов различие дендритных параметров и $d_{\text{тр}}$ (толщины дендритных ветвей) в усадочных полостях образцов одинакового диаметра для всех сплавов практически незначительно.

Полученные результаты с помощью количественной металлографии дендритных структур подтверждают практически одинаковую толщину дендритных ветвей в образцах всех исследуемых сплавов, равенство дендритных параметров λ_1 и пути измельчения дендритной структуры за счет высоких скоростей охлаждения.

Дальнейшее развитие подходов к исследованию влияния кинетической и термодинамической составляющих на степень дисперсности кристаллографической структуры обеспечивает достаточную информативность теоретических и практических составляющих методов регулирования дисперсности дендритных структур.

Библиографические ссылки

1. Самойлович Ю. А., Кулеевский С. А., Горяинов В. А., Кабаков З. И. *Тепловые процессы при непрерывном литье стали*. М.: Металлургия, 1982. 152 с.
2. Рутес В. С., Аскольдов В. И., Евтеев Д. П. *Теория непрерывной разливки*. М.: Металлургия, 1971. 296 с.

© Панченкова Ю. А., 2012

Ю. А. Панченкова
 Научный руководитель – С. Ф. Тлустенко
 Самарский государственный аэрокосмический университет
 имени академика С. П. Королёва
 (национальный исследовательский университет), Самара

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МЕЛКОДИСПЕРСНОЙ СТРУКТУРЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПРОЦЕССАХ ПОЛУЧЕНИЯ СПЛАВОВ

Решение проблемы получения в отливках ультрамелкой структуры связано с рядом процессов термической, термо-механической обработки металлов по соответствующим режимам. Одним из основных условий появления чрезвычайно мелких зерен является создание условий распада дендритных осей внутренних структур при кристаллизации зародышей равноосных зерен.

Уменьшение размеров зерна материалов в 10 раз приводит к увеличению прочности примерно в 3 раза, а при дальнейшем уменьшении зерна мы сталкиваемся с эффектом сверхпластичности. Необходимо создать условия образования гранулярной структуры в тонких пленках, полученных из жидкого состояния при большой скорости охлаждения.

В основе всех существующих методов структурообразования управления структурообразованием отливок лежит использование трех зависимостей.

1. Зависимость скорости зарождения центров кристаллизации от переохлаждения расплава.
2. Зависимость линейной скорости роста кристаллов от переохлаждения.
3. Зависимость количества кристаллизованного расплава от времени, отводимого на кристаллизацию.

В процессе аналитического исследования предсказана и экспериментально подтверждена возможность получения центробежным и другими способами отливок со структурами от монокристаллических до ультрадисперсных из любых технических расплавов при изменении интенсивности гравитационного поля центрифуги. Получена новая информация о поведении расплавов металлов в искусственных гравитационных полях при кристаллизации. В отличие от имеющейся информации о монотонном уменьшении размера зерна с ростом коэффициента гравитации получены и обоснованы сведения о явной нелинейности данной зависимости.

Измерение дендритных кристаллов в объемах усадочных раковин и на микрошлифах сплавов показали, что концентрация зародышей наиболее интенсивно проявляется в период роста дендритов, становится явной на стадии их формирования и после полного затвердевания сплава.

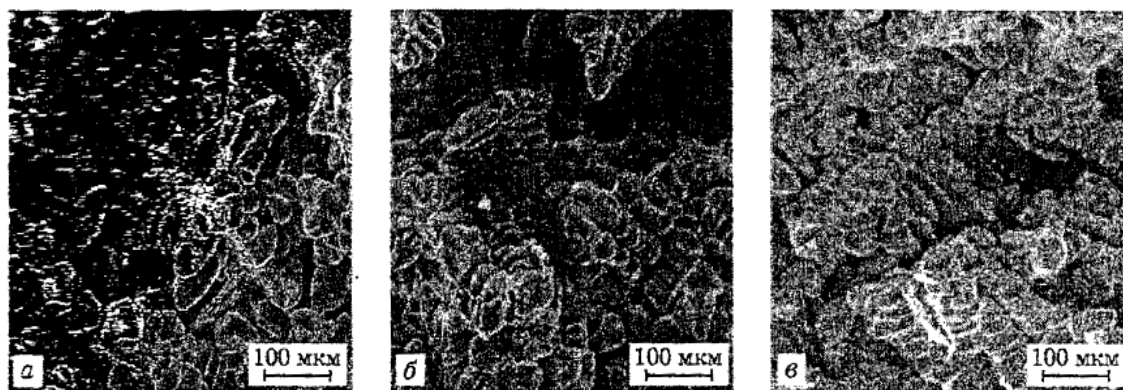
Исследования показали, что проявляющийся после завершения роста дендритов эффект их формоизменения зависит только от состава сплава, в частности от интервала дендритной кристаллизации, способен в несколько раз увеличить первоначальную дисперсность дендритной структуры.

Характер концентрационной зависимости конечного дендритного параметра анализировали при одинаковых скоростях охлаждения на сплавах, полученных фракционным легированием исходной низкоуглеродистой стали электродным графитом. Изменение дендритных параметров в зависимости от содержания углерода представлено на фиг. 1.

Определение диапазона скоростей охлаждения, при которых степень огрубления дендритов могла начать уменьшаться, выполняли на быстрозакристаллизованных гранулах стали и чугуна.

В объем выборки для статистической оценки изменения дендритного параметра в зависимости от размера гранул включали только гранулы с типичной структурой, свойственной для основного количества гранул в каждой фракции.

Из анализа кристаллографической структуры



Фиг. 1. Микрофрактограммы, иллюстрирующие дисперсность дендритных кристаллов в усадочных раковинах образцов диаметром 40 мм: а и б — стали, содержащие соответственно 0,23 и 0,47% С; в — чугун СЧ20

следует, что дендриты чугуновых гранул, не испытывая эффекта формоизменения, во всех фракциях, вплоть до самых мелких, имеют существенно меньшие, чем у стали, значения размерных параметров. Однако по мере уменьшения размера гранул различия параметра для сталей и чугуна уменьшаются и, начиная примерно от 500 мкм и менее, их значения уравниваются в пределах допустимой точности получения микроструктуры сплавов.

Библиографические ссылки

1. Самойлович Ю. А., Кулеевский С. А., Горяинов В. А., Кабаков З. И. *Тепловые процессы при непрерывном литье стали*. М. : Металлургия, 1982. 152 с.
2. Рутес В. С., Аскольдов В. И., Евтеев Д. П. *Теория непрерывной разливки*. М. : Металлургия, 1971. 296 с.

© Панченкова Ю. А., 2012

УДК 669.713.7

А. А. Пшеничная, Н. С. Наумкин, А. Б. Шестаков, А. А. Иваненко
Научный руководитель – Н. П. Шестаков
Сибирский федеральный университет,
Институт физики имени Л. В. Киренского СО РАН, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ СЕТЧАТОЙ СТРУКТУРЫ ЭПОКСИДНОГО ПОЛИМЕРА, ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ НАПРАВЛЕННОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ

Исследована сетчатая структура образца, полученного методом направленной полимеризации, введены параметры характеризующие структуру эпоксидного полимера, получены зависимости распределения введенных параметров по длине образца.

В работе исследовался полимер, полученный на установке для направленной полимеризации во внешнем градиентном температурном поле [1]. Компоненты смеси: эпоксид-диановая смола ЭД-22; отвердитель – изометилтетрагидрофталиевый ангидрид; ускоритель – УП-606/2. Пропорции компонентов: ЭД-22/ отвердитель/ускоритель – 100/100/0,3. Изготовленный

полимер имел цилиндрическую форму (диаметр – 6 мм, высота – 160,5 мм). На алмазном диске образец распиливали на части. Измерение спектра нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО) с торцевых поверхностей частей образца производилось на спектрометре Фурье преобразование Vertex 80v. На рис. 1 представлен один из спектров НПВО.

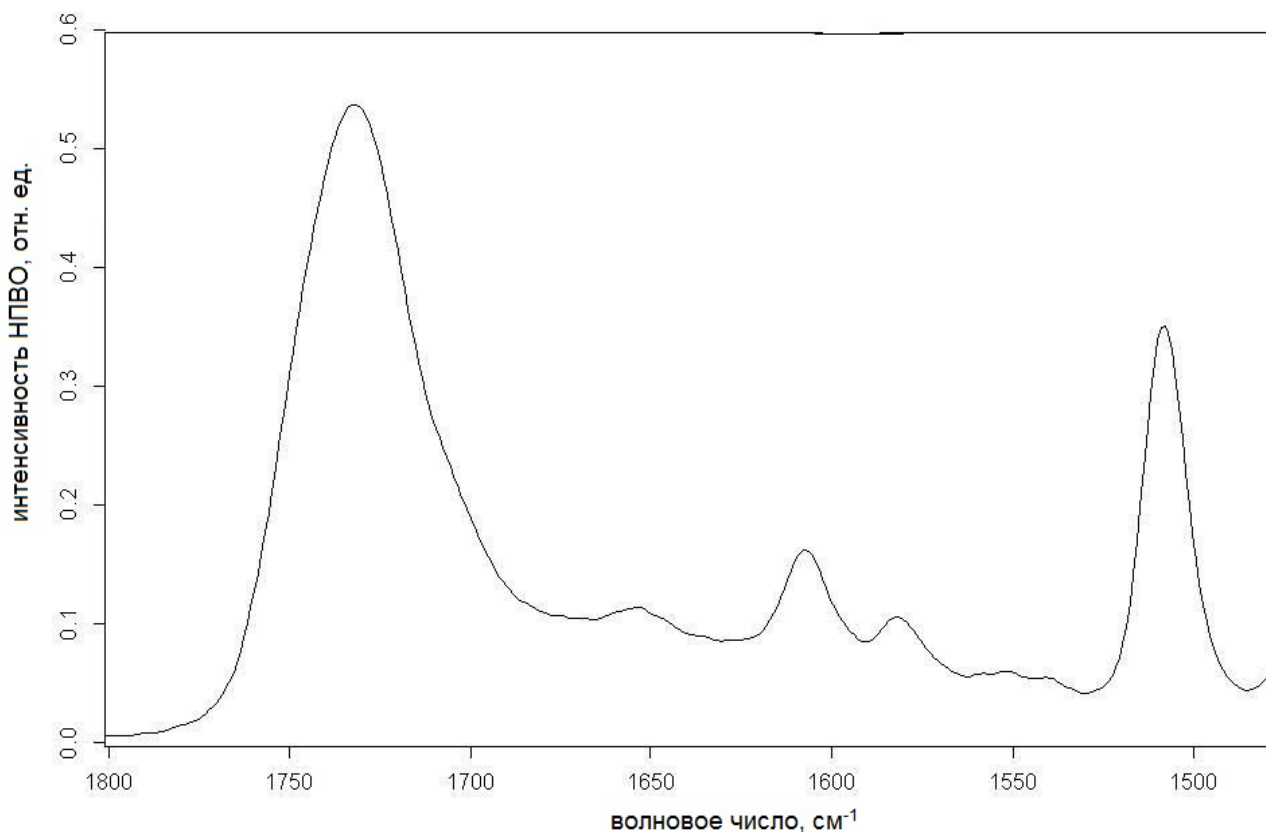


Рис. 1. Спектр НПВО

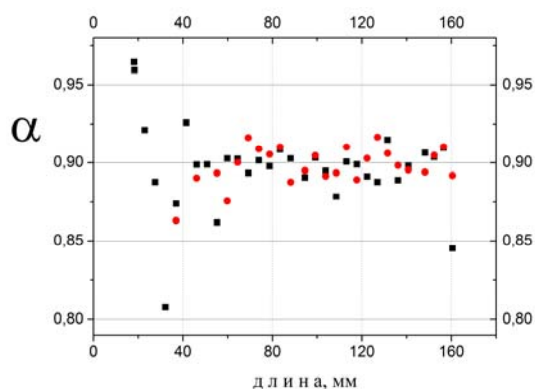


Рис. 2. Зависимость параметра α от длины образца

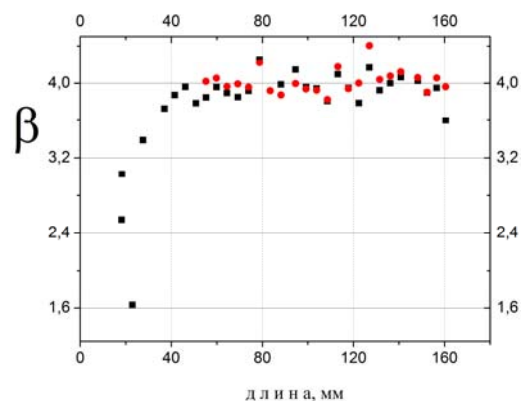


Рис. 3. Зависимость параметра β от длины образца

В ходе исследования ИК спектров пограничного полимера [2] было показано, что спектральная линия 1733 см^{-1} , характеризует сложнэфирные связи сетчатой структуры эпоксидного полимера. Спектральная линия 1710 см^{-1} характеризует валентное колебание $\text{C}=\text{O}$ в составе карбоксильной группы. Карбоксильные группы в структуре эпоксидного полимера являются функциональными группами отвердителя и характеризуют разрывы сетчатой структуры.

Интенсивность линии ИК поглощения 1510 см^{-1} пропорциональна количеству ароматических колец, входящих в состав ЭД-22. Данная линия является стабильной в процессе полимеризации.

Каждый спектр был обработан методом разделения контуров, в программе PeakFit4.12 (использовался контур Гаусса). В программе задавалось количество пиков и соответствующая ширина большего контура.

Введены параметры α и β , характеризующие сетчатую структуру:

$$\alpha = \frac{I_{1733}}{I_{1710} + I_{1733}}; \quad \beta = \frac{I_{1733}}{I_{1510}},$$

где α – характеризует эффективность участия отвердителя в образовании сетчатой структуры, β – характеризует число сшивок по отношению к содержанию ЭД-22. В полимере, полученном на установке [2] было измерено распределение α и β по длине образца.

Для характеристики структуры эпоксидного полимера важны оба параметра. По мере улучшения структуры возрастают величины α и β .

В выращенном полимере, параметры α и β постоянны в центральной части образца (рис. 2, 3). Следовательно, в данной области наблюдается однородная структура с небольшим количеством разрывов. Значительные неоднородности сетчатой структуры наблюдаются только в начальной и конечной областях образца эпоксидного полимера.

Библиографические ссылки

1. Пат. 2444529 Российская Федерация, МПК C08F2/01. Устройство для направленной полимеризации / Шестаков Н. П., Иваненко А. А., Шабанов В. Ф., Наумкин Н. С., Бурова О. В., Шестаков А. Б. № 2010129139/04; 13.07.2010; утв. 10.03.2012, Бюл. № 7.
2. Рябов Д. Д., Наумкин Н. С., Шестаков А. Б., Иваненко А. А. // Исследование эпоксидного полимера, полученного в результате полимеризации на границе раздела эпоксидная смола – отвердитель. Материалы 50-й юбилейной Международной научной студенческой конференции «Студент и научно-технический прогресс», Химия. Новосибирск 2012. С. 63.

© Пшеничная А. А., Наумкин Н. С., Шестаков А. Б., Иваненко А. А., 2012

УДК 669.14.018.28

М. В. Резанова

Научный руководитель – С. Н. Решетникова
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МОДИФИЦИРОВАНИЕ СПЛАВОВ НАНОПОРОШКАМИ ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Модифицирование сплавов производится с целью измельчение структуры литых изделий, в результате чего повышаются их механические свойства.

Физико-механические свойства и эксплуатационные характеристики металлоизделий зависят не только от химического состава сплавов, из которых их изготавливают, но и от степени измельчения структурных составляющих. Известно, что чем мельче

структура, тем выше механические свойства металлоизделий. Одним из наиболее широко распространенных способов измельчения структурных составляющих металлических композиций является модифицирование.

Модифицирование любых металлов и сплавов представляет собой глубокий процесс активного воздействия на структуру металлической жидкости как значительно выше температуры ликвидус, так и особенно в предкристаллизационный период путем введения малых добавок различных веществ, которые служат либо центрами кристаллизации (иногда их называют инокуляторами (от лат. inoculatio – прививка), либо блокируют рост формирующихся на зародышах кристаллических образований; в ряде случаев в результате введения добавок имеют место оба процесса в такой последовательности: зарождение центров кристаллизации → блокирование роста кристаллов. Цель модифицирования – формирование в литых изделиях мелкокристаллической однородной по всему сечению структуры, и, как результат, высокого уровня механических свойств.

В настоящее время при производстве литых изделий применяются сотни модификаторов либо в виде солей, либо в виде лигатур. При этом следует отметить, что в этой технологии в последние годы отмечается прорыв, связанный с возможностью применения в качестве модификаторов нанопорошков (НП) тугоплавких химических соединений [1], которые представляют собой сверхмелкозернистые кристаллические или аморфные образования с размерами, не превышающими 100 нм ($1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$). Они обладают уникальными физико-химическими свойствами и механическими характеристиками, существенно отличающимися от таковых для материалов того же химического состава в массивном состоянии, и эти свойства могут в определенной степени передаваться получаемым из них или с их участием изделиям.

По вопросу модифицирования существует достаточно обширная литература [2–5]. При этом установлено, что эффективность модификаторов усиливается с уменьшением размеров вводимых в расплав частиц, что и подтвердилось в проведенных исследованиях. В работе были использованы следующие НП – AlN ; Al_2O_3 ; B_4C ; BN ; $\text{Cr}_3\text{C}_{1,6}\text{N}_{0,4}$; HfB_2 ; HfN ; LaB_6 ; SiC ; Si_3N_4 ; TaN ; TiCN ; TiCNO ; TiN ; TiO_2 ; VCN ; ZrB_2 . НП вводили в расплав в объеме прутка [6].

В результате введения НП в металлические расплавы происходит расплавление алюминиевой основы прутка, и оказавшиеся в жидком металле частицы НП служат центрами кристаллизации, что приводит к измельчению структуры литых изделий, и, как результат, к повышению их физико-механических характеристик по сравнению с общепринятыми методами обработки расплавов.

При введении НП в жидкий металл при литье полунепрерывным способом крупногабаритных слитков из алюминия и алюминиевых деформируемых сплавов Д1, Д16 и АМг6 повышаются временное сопротивление отпрессованных из них профилей σ_b – до 5,0 %, предел текучести $\sigma_{0,2}$ – до 9,0 %, относительное удлинение δ – в 11,8–31,0 раз.

В результате введения НП в алюминиевые литейные сплавы АК7, АК7ч, АК9ч, АК12, АМ5 повышаются механические свойства фасонных отливок: σ_b – на 2,5–19,3 %, твердость – на 15,20 %, δ – в 1,5–7,3 раз.

В результате введения МАК: в чугун СЧ15 σ_b повышается на 19,5 %; в чугун ИСЦ – рост твердости на 9,8 % и уменьшение износа на 32,5 %; в чугун ИЧХ-12М – рост твердости на 8,13 % и увеличение ресурса эксплуатации (дробебетных лопаток) на 15–20 %.

В результате измельчения структуры при модифицировании сплавов нанопорошками происходит повышение прочности поверхности, причем даже в большей степени, чем по объему. Тем не менее, технологиям повышения качества поверхности металлоизделий уделяется большое внимание в связи с тем, что в процессе эксплуатации именно они испытывают максимальные нагрузки.

Для упрочнения поверхности используется достаточно широкий диапазон технологий. Однако практически все они связаны с применением сложного дорогостоящего оборудования, а также с необходимостью применения последующих операций по доведению качества поверхности до требуемого уровня. Нами разработана достаточно простая технология упрочнения поверхности металлоизделий [7].

Применение нанотехнологий во многом не только исключает эти и другие недостатки упрочняющих технологий, но и обладают целым рядом преимуществ. Особый интерес к нанопорошкам связан с их применением при производстве металлоизделий, керамических, магнитных и композиционных материалов, сверхпроводников, солнечных батарей, фильтров, присадок к смазочным материалам, компонентов низкотемпературных высокопрочных припоев и др.

Описанные выше и другие свойства нанопорошков позволяют использовать их для повышения механических свойств, уменьшения износа и улучшения качества металлоизделий, получаемых из алюминиевых сплавов, стали и чугуна методами литья, обработки металлов давлением и сварки.

Библиографические ссылки

1. Крушенко Г. Г., Решетникова С. Н. Применение и перспективы развития нанотехнологий // Вестник СибГАУ, 2007. Вып. 3. С. 103–106.
2. Модифицирование силуминов. Киев : АН УССР, 1970. 179 с.
3. Крещановский Н. С., Сидоренко М. Ф. Модифицирование стали. М. : Металлургия, 1970. 296 с.
4. Бондарев Б. И., Напалков В. И., Тарарышкин В. И. Модифицирование алюминиевых деформируемых сплавов. М. : Металлургия, 1979. 224 с.
5. Гольдштейн Я. Е., Мизин В. Г. Инокулирование железо-углеродистых сплавов. М. : Металлургия, 1993. 416 с.
6. Крушенко Г. Г., Решетникова С. Н. Автоматизация введения в алюминиевые расплавы наномодификаторов при литье слитков полунепрерывным способом // Проблемы машиностроения и автоматизации. 2008. № 2. С. 107–112.
7. Крушенко Г. Г., Решетникова С. Н. Нанотехнологии упрочнения поверхности металлоизделий // Решетневские чтения : материалы XII Междунар. науч. конф. СибГАУ. Красноярск, 2008. С. 213–214.

М. В. Резанова

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

ПОВЫШЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ЛИТЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Описаны механизм образования пористости в отливках из алюминиевых сплавов, меры предупреждения их образования, и способы блокирования их отрицательного воздействия на свойства отливок.

Алюминиевые сплавы широко применяются для получения отливок машиностроительного профиля, включая детали агрегатов авиационной [1] и космической техники [2], вследствие того, что они характеризуются высокими технологическими и механическими свойствами, что гарантирует надежность их работы в сложных условиях эксплуатации, например, в составе топливо-насосных агрегатов ЖРД [3].

В основном с этой целью применяют сплавы на основе системы Al-Si и Al-Mg с легированием их различными упрочняющими добавками [4].

Однако алюминиевые сплавы в процессе их приготовления растворяют водород, содержание которого в жидком металле определяется температурно-временными режимами плавки и обработки расплава средствами, препятствующими насыщению его водородом [5]. Обычно дегазация производится введением в расплав хлорсодержащих соединений, например, $MnCl_2$ или C_2Cl_6 . В результате взаимодействия этих соединений с водородом образуются пары HCl, которые улетучиваются из расплава. Существуют и другие средства, и способы дегазации (прямая продувка хлором или азотом, обработка током, ультразвуком и др.).

Растворенный в жидком металле водород в процессе кристаллизации отливок из узкоинтервальных сплавов (температура от начала до окончания кристаллизации), к которым относятся сплавы системы Al-Si [6] (например, АК9ч, АК7ч и др.), образует в их объеме рассеянную пористость.

Оценка пористости отливок производится в условных баллах (см. таблицу) при изучении рентгеновских пленок, экспонированных с помощью рентгеновского просвечивания при наложении на них, вырезанных из детали-представителя темплетов (плоские образцы). В основном в производство пропускаются отливки с пористостью не больше 1 и 2 баллов, но на деталях, работающих в условиях высоких давлений, пористость не допускается.

Присутствующие в алюминиевых отливках поры уменьшают плотность металла, что приводит к снижению их механических свойств. Например, на сплаве АК9ч (8,0-10,5% Si; 0,17-0,30% Mg; 0,20-0,50% Mg; ост. – Al) нами установлено [7], что при плотности отливок (определяли методом гидростатического взвешивания) $\rho = 2564 \text{ кг/м}^3$ временное сопротивление $\sigma_b = 235 \text{ МПа}$, относительное удлинение $\delta = 5,0 \%$, тогда как при $\rho = 2575 \text{ кг/м}^3$, σ_b повысилось до 260 МПа (на 10,4 %), а δ – до 5,6 % (на 12,0 %), а при $\rho = 2658 \text{ кг/м}^3$ σ_b повысилось до 275 МПа (на 17,0 %), а δ – до 8,2 % (на 64,0 %).

Пористость, балл	Диаметр пор, мм	Количество пор на 1 см^2 , шт.
1	до 0,1	до 5
2	до 0,1 до 0,2	до 8 до 2
3	до 0,3 до 0,5	до 12 до 3
4	до 0,5 до 1,0	до 14 до 6
5	до 0,5 до 1,0 > 1,0	до 15 до 8 до 2

При литье деталей из сплавов с широким интервалом кристаллизации, к которым относятся сплавы системы Al-Mg [6], (например, АЛ8, АМг10ч и др.), вследствие кристаллизации металла по так называемому «объемному» механизму, отливки оказываются пораженными междендритной усадочной пористостью [8], что снижает их прочностные показатели и герметичность.

На основании предложенной академиком А. А. Бочваром теории кристаллизации сплавов под давлением им совместно с профессором А. Г. Спасским была разработана и внедрена в производстве технология автоклавного литья деталей авиационных двигателей из алюминиевых сплавов, в результате чего получаются плотные отливки.

Существует технология повышения плотности и уже отлитых деталей, что достигается пропиткой имеющихся в них усадочных пустот различными веществами с последующим их затвердеванием [10].

Библиографические ссылки

1. Starke E. A. Jr., Staley J. T. Application of modern aluminium alloys to aircraft // *Progrss in Aerospace Sciences*, 1996. Vol. 32. Issue 2–3. P. 131–172.
2. Крушенко Г. Г., Каушубский А. Н. Применение рентгенографии для выявления и заварки дефектов в отливках ответственного назначения из алюминиево-кремниевых сплавов // *Ремонт, восстановление, модернизация*. 2010. № 8. С. 47–49.
3. Прочность и ресурс ЖРД / Н. А. Махутов, В. С. Рачук, М. М. Гаденин и др.; под ред. Н. А. Махутова и В. С. Рачука. М. : Наука, 2011. 525 с.
4. Альтман М. Б., Стромская Н. П. Повышение свойств стандартных литейных алюминиевых сплавов. М. : Металлургия, 1984. 128 с.
5. Постников Н. С., Мельников А. В., Лебедев В. М. Плавка алюминиевых сплавов. М. : Металлургия, 1971. 152 с.

6. Строганов Г. Б. Высокопрочные литейные алюминиевые сплавы. М.: Металлургия, 1985. 216 с.

7. Крушенко Г. Г., Василенко З. А. Плотность и механические свойства силуминов, термически обработанных в жидком состоянии // Расплавы. 1988. Т. 2. Вып. 6. С. 67–69.

8. Gunasegaram D. R., Farnsworth D. J., Nguyen T. T. Identification of critical factors affecting shrinkage porosity in permanent mold casting using numerical simula-

tions based on design experiments // Journal of Materials Processing Technology, 2009. Vol. 209. P. 1209–1219.

9. Спасский А. Г. Основы литейного производства. М.: Металлургиздат, 1950. 318 с.

10. Castings J. M. Comprehensive structural integrity, 2003. Vol. 1. P. 377–466 (1.18.6.3. Polymer impregnation).

© Резанова М. В., 2012

УДК 535.681.785.5

Д. Д. Рябов, Н. С. Наумкин, А. Б. Шестаков, А. А. Иваненко
Научный руководитель – Н. П. Шестаков
Сибирский федеральный университет
Институт физики имени Л. В. Киренского СО РАН, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭПОКСИДНОГО ПОЛИМЕРА, ПОЛУЧЕННОГО В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА ЭПОКСИДНАЯ СМОЛА – ОТВЕРДИТЕЛЬ

Работа посвящена исследованию полимерной пленки, которая образуется в результате химической реакции на границе раздела двух несмешанных компонентов: эпоксидиановой смолы ЭД-22, содержащей ускоритель отверждения УП-606/2 в соотношении 100/0,3 и отвердителя - изометилтетрагидрофталивого ангидрида.

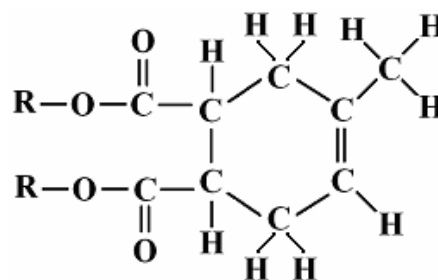
Исследование пленки пограничного полимера представляет интерес, так как его структура заведомо неоднородна [1]. С другой стороны известно, что спектр инфракрасного нарушения полного внутреннего отражения полимера (НПВО) в ИК диапазоне целиком определяется его макромолекулярной структурой [2]. Поэтому, исследуя спектры НПВО пограничного полимера можно выяснить, какие спектральные линии характеризуют неоднородности сетчатой структуры. В работе создана пленка пограничного эпоксидного полимера. Методом ИК спектроскопии исследована ее структура. Показано, что пленка пограничного полимера обладает сильной структурной анизотропией по толщине: дефектность поверхностных слоев уменьшается при приближении к центральному слою. Установлено, что сшивающие сложнотетраэдрические связи сетчатой структуры эпоксидного полимера характеризуются интенсивностью линии НПВО 1733 см^{-1} . Разрывы сетчатой структуры связаны со спектральной линией 1710 см^{-1} . При изучении спектров НПВО ЭД-22 и отвердителя было установлено, что эти линии появляются в спектрах НПВО в процессе полимеризации. Следовательно, они принадлежат сетчатой структуре эпоксидного полимера. Поверхность эпоксидного полимера, полученного на границе раздела ЭД-22 и отвердителя обладает максимально дефектной структурой. Поэтому в спектре (НПВО) интенсивность спектральной линии характеризующей разрывы сетчатой структуры достигает максимального значения. Этот экспериментальный факт позволяет заключить, что спектральная линия 1710 см^{-1} характеризует разрывы сетчатой структуры. Из литературы известно, что в этой спектральной области наблюдаются характеристические валентные колебания $\text{C}=\text{O}$ группы [3].

Частота валентного колебания карбонильной группы почти полностью определяется числом и ти-

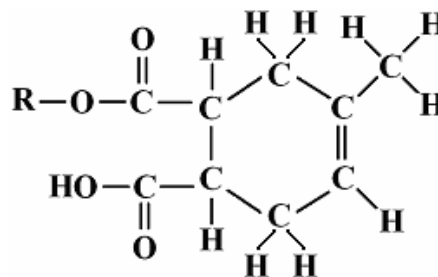
пом окружающих атомов [3]. Поэтому частота колебания группы $\text{C}=\text{O}$ в структурных фрагментах А и В (рис. 1) отличается.

Соответственно в структурном фрагменте А наблюдается только линия 1733 см^{-1} , а в структурном фрагменте В спектральные линии 1733 см^{-1} и 1710 см^{-1} .

Валентные колебания группы $\text{C}=\text{O}$, в случае частично связанного отвердителя В, проявляются в виде полос 1733 и 1710 см^{-1} . Линия 1710 см^{-1} принадлежит $\text{C}=\text{O}$ колебанию в составе карбоксильной группы.



Сшивающий фрагмент



Дефектный фрагмент сетчатой структуры эпоксидного полимера

Необходимо отметить, что эти спектральные линии имеют максимальную интенсивность, не перекрываются с линиями спектров исходных компонентов, поэтому измерение их интегральных интенсивностей осуществляется с большой точностью. Это позволяет измерять соотношение сшивающих и свободных химических связей отвердителя для различных образцов эпоксидного полимера и таким образом, количественно характеризовать сетчатую структуру на основе измерения одного ИК спектра.

Вероятно, что спектральная линия 1733 см^{-1} полностью характеризует сшивки сетчатой структуры эпоксидного полимера с помощью сложноэфирных связей. Что касается разрывов сетчатой структуры в виде карбоксильных групп, то индикатором их присутствия служит валентное колебание группы $\text{C}=\text{O}$ в ее составе (спектральная линия 1710 см^{-1}).

Существуют и иные типы разрывов, такие как нешитые молекулы отвердителя, присутствие которых определяется наличием полос 1777 , 1840 и 1860 см^{-1} и кристаллический отвердитель, присутствие которого так же дает вклад в спектральную линию 1710 см^{-1} . Присутствие нешитых молекул ЭД-22 по ИК спектру затруднено, так как спектральные линии эпоксидных и гидроксильных групп перекрываются со спектральными линиями отвердителя в соответствующих диапазонах. Однако, о присутствии ЭД-22 можно судить по отношению спектральных линий – I_{1733}/I_{1510} , которое достигает максимума при оптимальной

сшивке эпоксидного полимера. Здесь интенсивность линии 1510 см^{-1} характеризует колебания ароматического кольца ЭД-22, его интенсивность пропорциональна содержанию ЭД-22. Интенсивность линии 1510 см^{-1} слабо меняется в процессе полимеризации и почти не зависит от температуры, кроме того, в этой спектральной области не содержится линий отвердителя, поэтому ее удобно использовать для вычисления параметров характеризующих сетчатую структуру.

Полученные результаты могут быть использованы для оптимизации методики полимеризации и исследования влияния наполнителей на параметры сетчатой структуры эпоксидных полимеров, отверждаемых ангидридами.

Библиографические ссылки

1. Рябов Д. Д., Шестаков Н. П., Иваненко А. А. Пограничный полимер // Материалы научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых-физиков НКСФ – XL. Красноярск, 2011. С. 77.
2. Дехант И., Данц Р., Кимер В., Шмольке Р. Инфракрасная спектроскопия полимеров / пер. с нем. под ред. Э. Ф. Олейника. М.: Химия. 472. 1976.
3. Беллами Л. Инфракрасные спектры сложных молекул / пер. с англ. под ред. Ю. А. Пентина. М.: Изд-во иностр. лит. 1963.

© Рябов Д. Д., Наумкин Н. С., Шестаков А. Б., Иваненко А. А., 2012

УДК 69+699.8] (083.74)

А. Е. Селиванов

Научный руководитель – С. Н. Решетникова
Сибирский федеральный университет, Красноярск

ВЫБОР И РАСЧЕТ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И ОТОПЛЕНИЯ «ВИЗИТ-ЦЕНТРА»

Описан выбор и расчет вентиляции и отопления «Визит-центра» национального природного парка.

Национальный природный парк «Ергаки» находится в Западных Саянах, в 605 км от г. Красноярска. Его площадь составляет 217 тыс. га. Разработан проект дальнейшего развития парка, как особо охраняемой природной территории. Проектом намечено возведение «Визит-центра», строительство сервисных центров, пяти кордонов, подключение электричества, прокладка канализационных сетей, строительство Федерального центра подготовки Олимпийской сборной. Продолжится строительство автодороги и многое другое. На реализацию указанных мероприятий прогнозные финансирование составляет порядка 10 млрд рублей.

В работе рассматриваются вопросы выбора и расчета систем вентиляции и отопления «Визит-центра». Основной задачей проекта является обеспечение эффективной работы вентиляционных и отопительных систем, эффективность работы которых во многом зависит от правильности выполнения инженерных расчетов, применения новейшего оборудования, средств автоматизации, условий эксплуатации.

Конкретной целью расчета является определение сопротивления теплопередаче по условиям энерго-

сбережения наружной стены проектируемого здания «Визит-центра», и дать заключение о соответствии нормативным требованиям СНиП 23-03-2003 «Тепловая защита зданий» для климатических условий района строительства. В случае несоответствия наружной стены нормативным теплотехническим требованиям – дать предложение по утеплению.

Исходные данные: расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления составляет минус $43\text{ }^{\circ}\text{C}$; то же для вентиляции в летний период с обеспеченностью 0,95, составляет $+21\text{ }^{\circ}\text{C}$; температурный диапазон теплоносителя для систем вентиляции лежит в интервале от $+150$ до минус $70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В проекте используются системы приточной и вытяжной механической, а также естественной вентиляции. Вентиляционное и отопительное оборудование выбирается в соответствии с международным стандартом качества ISO-9001 СС, и отличается эффективностью и эксплуатационной надежностью, соответствует нормам СНиП и имеет гигиенические сертификаты, обладает великолепным дизайном и создает требуемые комфортные условия.

Для отопления помещений используется двух-трубная система с нижней разводкой. В качестве отопительных приборов приняты алюминиевые радиаторы «Calidor Super» H = 350 мм. с терморегулятом. Трубопроводы системы отопления приняты из металлопластиковых труб, а также из стальных электросварных по ГОСТ 10704-91.

Подвальные магистральные трубопроводы изолируются. «Термафлекс ФРЗ» с толщиной листа 19 мм.

Температурный диапазон его использования – от минус 80 °С до +95 °С. Низкий коэффициент теплопроводности (0,033 Вт/м·К при 10 °С) и высокая устойчивость к диффузии водяного пара обеспечивает долговечность изоляции. Хорошая эластичность сохраняется при самых низких температурах, и не ухудшается со временем.

© Селиванов А. Е., 2012

УДК 629.423.33

Е. В. Сергеева

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

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СКОЛЬЗЯЩИХ ТОКОСЪЕМНИКОВ

Введение алмазно-графитового нанопорошка в состав троллейбусных скользящих токосъемников повышает срок их эксплуатации в экстремальных эколого-климатических условиях.

Питание двигателя троллейбуса марки ЗИУ электрическим током при движении осуществляется с помощью контактных вставок при скольжении по контактному проводу. При этом вставки испытывают силовые, трибологические и электрические нагрузки (дуга между поверхностями вставки и контактного провода). Согласно технической документации вставки должны изготавливаться методом порошковой металлургии из композиций: а) (26,5 % Pb, ост. – графит) – вставка типа ВТ или – б) (10 % Pb + 3,0 % графита + 30 % Cu, ост. – Fe) – типа ВТП.

Отличительной особенностью разработанной технологии изготовления вставок явилось введение в их объем алмазно-графитового нанопорошка (НП-АГ), полученного методом детонационного синтеза [1] из углерода, содержащегося во взрывчатых веществах. Отпрессованные из разработанного состава (52 % Fe + 30 % Cu + 15 % Pb + 3 % C) с добавкой 1 % пластификатора (стеарат цинка $C_{36}H_{70}O_4Zn$, температура плавления 122 °С) и спеченные вставки (пористость составляла до 20 %) с использованием ультразвукового генератора УЗГЗ-10 при частоте 22 кГц в течение 30 мин подвергали пропитке суспензией, состоящей из масла И-20А и НП-АГ.

Алмазно-графитовый порошок, полученный методом детонационного синтеза, имеет размер частиц в пределах 2–12 нм. Удельная поверхность порошка зависит от режима процесса, а также состава взрывчатого вещества и составляет 200...420 м²/г. Содержание углерода в порошке составляет 85 мас. %, алмазов – не более 15 мас. %, остальное – примеси металлов и адсорбированные газы.

Нанопорошки представляют собой тонкодисперсные сверхмелкозернистые образования, размеры которых не превышают 100 нм. Количество атомов в их поверхностном слое и в объеме оказываются соизмеримым, вследствие чего они обладают новыми уникальными свойствами. Рентгеноструктурными, нейтроно- и электроно-графическими исследованиями установлено [2], что среднее межатомное расстояние

в нанодисперсных частицах существенно меньше, чем в соответствующих массивных материалах, а развиваемое в них лапласовское сжимающее давление [3] настолько значительно ($10^3...10^5$ атм.), что вызывает существенное искажение кристаллической решетки, приводит к уменьшению до 10 % объема, влияет на энергию активации большинства процессов таким образом, что в итоге ультрадисперсные среды характеризуются комплексом свойств, существенно отличающихся от таковых для обычных материалов того же состава. В определенной степени эти свойства влияют на характеристики, получаемые с их участием.

Существуют материалы, износ которых можно уменьшить с помощью пропитки, например масляной суспензией, содержащей наноразмерные частицы углерода и алмаза. Пропитка осуществлялась в ультразвуковой ванне. Полученные материалы испытывались на специально разработанном стенде [4].

Пропитке подвергались углеграфитовые и металлокерамические материалы различных производителей.

Вследствие присутствия в масле ансамблей наночастиц углерода происходит изменение свойств дисперсионной среды с образованием в ней упорядоченных структур, которые оказывают положительное влияние на процесс поглощения суспензии материалом вставки. Наиболее высокое объемное поглощение суспензии наблюдалось при содержании в ней порошка порядка 3,5 мас. %.

Эффект увеличения пропитываемости вставок масляной суспензией, содержащей частицы углерода и алмаза нанометрического диапазона размеров при наложении ультразвуковых колебаний основан на образовании микроструй вещества, образующихся в результате схлопывания кавитационных пузырьков. Созданные в результате кавитации локальные поля температуры и скорости в объеме суспензии приводят к уменьшению вязкости ее и усиливают эффект ее проникновения вглубь пористого материала (эффект тиксотропии).

Лабораторные испытания пропитанных контактных вставок проводилось в сравнении с углеграфитовыми производства. Испытания вставок проводилось на стенде при различной относительной скорости непрерывного вращения.

Хорошие результаты показали образцы, изготовленные из металлокерамического материала, пропитанного масляной суспензией, содержащей алмазно-графитовый нанопорошок, в результате чего износ этого образца оказался значительно больше нормы (при этом глубина износа не должна превышать 10 мм). При дальнейших испытаниях износ по мере приработки уменьшается. Кроме того, уменьшение износа образца, как и в случае испытания образцов, пропитанных маслом, связано с образованием на контактной поверхности тонкого слоя смазки, в результате чего уменьшается коэффициент трения и нагрев образца (не выше 100°C).

Результаты эксплуатационных испытаний, проведенных на троллейбусных линиях Красноярска, показали, что пробег троллейбусов со вставками, пропитанными суспензией, состоящей из масла И-20А и НП-АГ, достигает в летний период в сухую погоду не менее 2 500 км, в условиях выпадения осадков – до 2 100...2 200 км, а в зимних условиях при температуре –35 °С – в пределах 400...450 км. В общем виде этот эффект можно отнести за счет проявления эффекта «самосмазывания», подобного тому, который имеет место при работе предварительно пропитанных маслом с помощью ультразвуковых колебаний пористых антифрикционных подшипников [5]. Сущность

эффекта заключается в том, что в процессе трения-скольжения вставки по поверхности контактного провода масло поступает в зону трения из капилляров. Кроме того, присутствующие суспензии частицы алмаза оказывают полирующее воздействие на поверхность контактного провода.

Библиографические ссылки

1. Ставер А. М., Губарева Н. В., Лямкин А. И. и др. Ультрадисперсные алмазные порошки, полученные с использованием энергии взрыва // *Физика горения и взрыва*. 1984. № 5. С. 100–103.
2. Морехов И. Д., Трусов Л. И., Чижик С. П. Ультрадисперсные металлические среды. М. : Атомиздат, 1977. 264 с.
3. Физический энциклопедический словарь. М. : Сов. энциклопедия, 1984. 944 с.
4. Патент на полезную модель № 45827. Установка для испытания на износ скользящих контактов токосъемных устройств электротранспорта / И. В. Карпов, В. Е. Редькин, А. В. Ушаков, Г. Г. Крушенко. Бюл., 2005. № 15.
5. Гладунова Е. В., Кашио О. С. Применение ультрадисперсных порошков в технологии изготовления самосмазывающихся подшипников // *Высокоэнергетические процессы и наноструктуры : Материалы межрегиональной конф. КГТУ. Красноярск, 2002*. С. 60–61.

© Сергеева Е. В., 2012

УДК 535.681.785.5; 535.620.19; 539.620.18

А. Б. Шестаков, Н. С. Наумкин, А. А. Иваненко
Научный руководитель – Н. П. Шестаков
Институт инженерной физики и радиоэлектроники
Сибирский федеральный университет
Институт физики имени Л. В. Киренского СО РАН, Красноярск

АНАЛИЗ НЕСВЯЗАННЫХ КОМПОНЕНТ В СТРУКТУРЕ ЭПОКСИДНОГО ПОЛИМЕРА

Описана установка и методика оптических измерений, предназначенных для оценки содержания несвязанных компонентов в эпоксидном полимере. Принцип работы установки основан на измерении спектров поглощения инфракрасного излучения конденсированными продуктами испарения несвязанных компонент. Повышена чувствительность установки для анализа структуры с малым содержанием (менее 1 %) свободных и частично связанных молекул.

Области применения композиционных материалов не ограничены. Свойства композиционных материалов зависят от состава компонентов, их сочетания, количественного соотношения и прочности связи между ними.

При исследовании границ раздела молекулярных блоков эпоксидных полимеров было обнаружено [1], что при нагреве выше температуры стеклования на поверхности полимера выступают избыточные компоненты исходной смеси в виде микроскопических капель. Размер капель и их количество зависят от содержания химически несвязанных компонентов в образцах. Это явление было использовано при создании установки для измерения содержания несвязанных компонент полимера.

Основу установки составляет инфракрасный спектрометр Фурье преобразования Vertex 70 оснащенный микроскопом Hyperion 2000 фирмы Bruker Optics, термостолком THMS 600 и температурным контроллером T96 фирмы Linkam Scientific Instruments Ltd (рис. 1). Перечисленное выше оборудование оснащено цилиндрическим Пельтье микрохолодильником ТВ-19-1,0-1,3CHR с отверстием в центре. Холодная поверхность микрохолодильника установлена на поверхности прозрачного в среднем ИК диапазоне ZnSe окна. Горячая поверхность микрохолодильника охлаждается металлическим радиатором, который обдувается сухим воздухом. Цилиндрический образец эпоксидного полимера с отверстием в центре помещается на нагреватель, таким образом, чтобы отверстие в

образце совместились с отверстием в нагревателе. Камера термостатика продувается чистым азотом, герметизируется и отключается от стандартного устройства продува на время эксперимента.

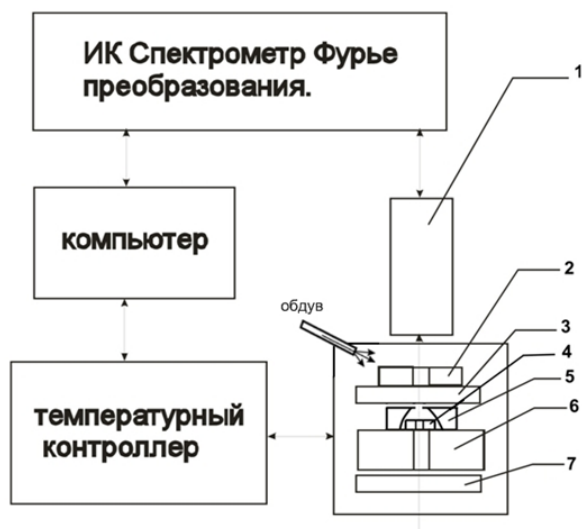


Рис. 1. Схема установки термоспектрального анализа: 1 – микроскоп Нурегион 2000; 2 – микрохолодильник Пельтье, 3 – окно из кристаллического ZnSe –; 4 – образец полимера толщиной 0,08 мм с отверстием в центре; 5 – металлическое сопло; 6 – термостатик THMS 600 фирмы Linkam; 7 – подставка

Управление спектрометром и температурой осуществляется программно. Нагрев образца и многократные измерения ИК спектров стартуют одновременно. Пары химически несвязанных компонентов эпоксидного полимера конденсируются на верхнее окно, охлаждаемое микрохолодильником. В результате на его поверхности образуется пленка, состоящая из жидкого конденсата. По мере роста толщины пленки увеличивается поглощение. Далее по характерным линиям в спектре, определяется избыток того или иного компонента, а также можно судить о качестве полимеризации. Возникла проблема измерения образцов с близким к оптимальному соотношению компонент, т. е. в структуре с малым содержанием (менее 1 %) свободных и частично связанных молекул. Для ее решения использовался закон Бугера-Ламберта-Бера: $I(l) = I_0 e^{-kl}$, где I_0 – интенсивность входящего пучка; l – толщина слоя вещества, через которое проходит свет; k – коэффициент поглощения. Установка [2]

была модернизирована путем добавления металлического сопла, которое концентрирует продукты испарения полимерного образца на окне из ZnSe, тем самым увеличивается поглощение пленки, что проявляется в спектре.

На рис. 2 представлены спектры продуктов испарения одного образца снятые на термоспектральной установке с соплом (верхний спектр) и без него (нижний спектр).

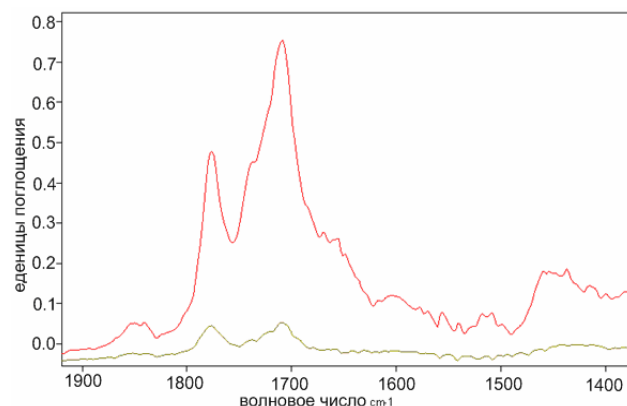


Рис. 2. Спектры продуктов испарения эпоксидного полимера (образец полимеризован в изотропном температурном поле из смеси: ЭД-22/отвердитель/ускоритель – 100/81/0,3)

Нижний спектр, получен без использования металлического сопла, для концентрации несвязанных компонент на поверхность подложки из ZnSe, верхний с его использованием. Как видно из эксперимента, чувствительность прибора повысилась в 20 раз.

Библиографические ссылки

1. Наумкин Н. С., Шестаков Н. П., Иваненко А. А., Бурова О. В., Шестаков А. Б. // *Физика низкоразмерных систем и поверхностей Low Dimensional Systems (LDS-2) : II Междунар. междисциплинар. Симпозиум (сентябрь 2010, Ростов-на-Дону – п. Лоо)*. С. 298–301.
2. Наумкин Н. С., Шестаков Н. П., Иваненко А. А., Каргин В. Ф., Шестаков А. Б. *Термоспектральная установка для оценки содержания несвязанных компонентов в микрообразцах эпоксидного полимера // Приборы и техника эксперимента. 2012. № 2. С. 155–158.*

© Шестаков А. Б., Наумкин Н. С., Иваненко А. А., 2012

УДК 621.623.6.025

П. В. Архипов, О. И. Медведева
Научный руководитель – А. С. Янющкин
Братский государственный университет, Братск

ДЕФЕКТЫ И НАПРЯЖЕНИЯ В ТВЕРДОСПЛАВНЫХ МАТЕРИАЛАХ ПРИ АЛМАЗНОЙ ОБРАБОТКЕ

Отражены перспективы комбинированных способов обработки современных твердосплавных материалов, обеспечивающих заданное качество готовых изделий. Современными методами электронной микроскопии установлены микро и макро дефекты обработанной поверхности, а также остаточные напряжения, влияющие на эксплуатационные свойства деталей из твердосплавных материалов.

Современные твердосплавные материалы на основе тугоплавких соединений углерода, азота с вольфрамом, титаном, танталом, ниобием и другими материалами в сочетании с легкоплавкой связкой (кобальтом, никелем) характеризуются рядом уникальных свойств [1]. Такие материалы при низких температурах не подвергаются заметной пластической деформации, имеют как высокую твердость, так и пределы прочности при сжатии и изгибе, а также сопротивляемость износу при трении, устойчивость в агрессивных средах. Эти свойства в первую очередь обусловлены наличием в основе тугоплавких карбидов, имеющих большую температуру плавления, повышенную твердость, износостойкость и стойкость к действию кислот и щелочей.

Благодаря этим и другим своим свойствам твердосплавные материалы находят широкое применение в современной технике для изготовления деталей машин и механизмов, подверженных повышенному износу, в качестве конструкционных и кислотоупорных, жаростойких и жаропрочных материалов.

Широкое применение твердосплавных материалов стало возможным, благодаря эффективным методам для их обработки, основу которых составляют электрофизических и электрохимических методы, в виду трудностей возникающих при традиционных методах обработки таких материалов. Для получения заданных параметров качества обработанной поверхности твердосплавных материалов, определяющих их эксплуатационные свойства, на финишных операциях применяют другие твердые материалы, такие как природный и синтетический алмаз, кубический нитрид бора, а также поликристаллические сверхтвердые материалы [1; 2].

Механический характер взаимодействия между инструментом и деталью, в этом случае, заключается в пластической деформации материала без собственной деформации, т. е. на границе раздела возникает переход от непластичности к пластичности. При этом в обрабатываемом материале неизбежно создаются условия, вызывающие значительные внутренние напряжения, а также существенные структурные и иные нарушения, причем с повышением твердости обрабатываемого материала преобладают структурные де-

фекты и нарушения, а при повышении пластичности возникают внутренние напряжения.

При традиционной абразивной обработке на состояние поверхностного слоя влияют два основных фактора: прикладываемое усилие и локальная температура [1; 2]. Благодаря высокой твердости и низкому коэффициенту трения, а также большей протяженности режущих кромок и их заостренности алмазы являются лучшими абразивами и позволяют обрабатывать материалы с меньшими усилиями и более низкими температурами в зоне резания. Но и при этих условиях в поверхностном слое твердосплавных материалов возникают изменения физико-механических свойств.

Результаты изучения остаточных напряжений после алмазного шлифования, электроэрозионной и электрохимической размерных обработок показали, что каждый из этих процессов порождает различное напряженное состояние материала поверхностного слоя. Так, в условиях алмазного шлифования возникают сжимающие остаточные напряжения [2].

Использование электрохимического шлифования позволяет во многих случаях избежать подобных явлений. Данный вид обработки представляет собой комбинированный процесс, при котором съем металла, осуществляется в результате анодного растворения и механического резания алмазными зернами. В этом случае алмазный инструмент, обладая высокой режущей способностью и большой износостойкостью, расширяет возможности электрохимического шлифования. Особенно это проявляется при обработке твердосплавных материалов [2; 3].

Данный факт подтверждают проведенные исследования качества обработанной поверхности после шлифования твердосплавного материала алмазными кругами с металлической связкой. При традиционных методах шлифования на поверхности твердосплавных материалов отмечены многочисленные макро и микро дефекты, которые образуются в результате пластического деформирования алмазными зернами обрабатываемой поверхности. Оценка качества поверхностного слоя проведена с привлечением оптической и растровой электронной микроскопии на современных приборах. Возникающие в этом случае дефекты в значительной степени влияют на эксплуатационные свой-

ства обработанной поверхности, приводящие к разрушению детали.

Растровая электронная микроскопия показывает четкое разделение структуры основного материала твердосплавного материала и дефектного слоя, который возник при обработке поверхности алмазным инструментом. Поверхностный слой при этом, структуру отличную от основного материала детали, наблюдается уменьшение частиц WC, более плотное их расположение с образованием новых фаз. Далее следует дефектная структура, которая может указывать на разрушение связующего кобальта с образованием микротрещин в результате пластического воздействия алмазных зерен на поверхность.

Анодное растворение при высоких значениях плотности тока в процессе электроалмазной обработки, сопровождается незначительными напряжениями и деформациями металла, улучшается микрорельеф поверхности, а также количество очагов зарождения микротрещин [3].

При рассмотрении обработанной поверхности на оптическом интерферометре отмечено снижение количества трещин и дефектов, величина которых не превышает 1...2 мкм в глубину и до 1 мкм в ширину.

Выполненные исследования показали, что назначение метода и режимов окончательной обработки

твердосплавных материалов напрямую определяет их эксплуатационные свойства. Предлагаемый метод электроалмазной обработки твердосплавных материалов позволяет повысить период стойкости алмазного инструмента, снизить эффективную мощность шлифования в 1,5 раза и более, а также получить необходимые параметры качества и эксплуатационные свойства готовых изделий.

Библиографические ссылки

1. Боровский Г. В., Григорьев С. Н., Маслов А. Р. *Справочник инструментальщика*. М. : Машиностроение, 2005. 464 с.

2. Янюшкин А. С., Якимов С. А., Петров Н. П., Архипов П. В. *Исследование поверхности безвольфрамового твердого сплава, шлифованного комбинированным методом*, / Системы. Методы. Технологии. 2009. № 2. С. 70–77.

3. Янюшкин А. С., Архипов П. В. *Атомно-молекулярные процессы в зоне алмазного круга и обработки твердого материала* // Технология металлов. 2010. № 1. С. 25–33.

© Архипов П. В., Медведева О. И., 2012

УДК 62-82

Д. А. Бердников, А. В. Бежелева
Научный руководитель – С. И. Васильев
Сибирский федеральный университет, Красноярск

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО МОБИЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ АВАРИЙ

Представлены результаты исследования системы управления многофункционального мобильного комплекса. ЭВМ позволяет проектировать систему управления и исследовать работоспособность системы, тем самым сокращает время на исследование системы управления рабочим органом.

Проблема охраны окружающей среды для нашей страны и всего мира является наиважнейшей. Источники загрязнения многообразны, но все большее количество приходится на транспортные перевозки, на предприятия нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности. В связи с этим проблема поиска эффективных способов ликвидации нефтеразливов весьма актуальна [2].

Важное значение в ликвидации техногенных аварий имеет создание условий устойчивой работы рабочего оборудования, что достигается за счет системы автоматического управления, поддерживающей или оптимизирующей параметры управляемого объекта. Где одним из важных аспектов играет устойчивость системы автоматического управления – способность системы автоматического управления (САУ) нормально функционировать и противостоять различным неизбежным возмущениям (воздействия) со стороны разрабатываемой среды [3].

Исходя из этого, были проведены исследования систем управления гидропривода многофункционального мобильного комплекса для ликвидации техногенных аварий. Для проектирования систем управле-

ния системы, исследование работоспособности систем была применена программа Simulink являющаяся приложением к пакету MATLAB. В процессе моделирования использовалась разомкнутая цепь системы управления и весь спектр входных сигналов [1]. В результате исследования по виду выходных сигналов и по виду основных выходных параметров привода рабочего оборудования для внесения полимерного сорбента в нефтезагрязненный грунт логично сделать вывод об устойчивости системы автоматического управления системы гидропривода и гидропривода в целом многофункционального мобильного комплекса при подаче в качестве управляющего сигнала – всего спектра входных сигналов (единичный импульс, приложение нагрузки, сброс нагрузки, периодические сигналы). Это подтверждает значительное сокращение времени на исследование системы управления рабочим органом.

Библиографические ссылки

1. *Разработка имитационных моделей в среде MATLAB: P17 Методические указания для студентов специальностей 01719, 351400 / сост. А. М. Намест-*

ников. Ульяновск: УлГТУ, 2004. 72 с.

2. Мелкозеров В. М., Васильев С. И. Охрана окружающей среды и рациональное недропользование при разработке, эксплуатации нефтяных месторождений, транспортировке нефти и нефтепродуктов. Lamber academic publishing. Germany. 2011. 256 с.

3. Исследование автоматизированных систем управления автогрейдера : учеб. пособие / С. П. Ереско, С. И. Васильев, С. Ю. Марченко, М. И. Артемьев А. С. Ереско. СибРУМЦ, Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2003. 51 с.

© Бердников Д. А., Бежелева А. В., 2012

УДК 681.5

В. В. Буторов

Научный руководитель – С. П. Ереско

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

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Представлен обзор методов параметрического моделирования с их достоинствами и недостатками. Приведён перечень распространённых САПР реализующих данные методы. Рассмотрено применение средств автоматизации параметрического моделирования на производстве.

Параметрическое моделирование представляет собой разновидность моделирования, в котором главную роль играют параметры элементов модели и соотношения между данными параметрами. Данный подход к проектированию позволяет гибко и за короткое время проанализировать различные конструктивные схемы во избежание дальнейших ошибок. Данный процесс проводится путём изменения параметров элементов или геометрических отношений между этими элементами.

Суть различий между параметрическим моделированием и традиционным черчением заключается в том, что конструктор во время работы создаёт математическую модель объектов системы, а в процессе работы изменяет параметры объектов и их соотношения, что приводит к взаимному перемещению деталей системы, изменению состояния деталей и другим событиям.

Помимо деления на двумерное и трёхмерное твердотельное параметрическое моделирование существует деление на следующие типы параметризации. Табличная параметризация, суть которой заключается в создании конструктором таблиц параметров типовых деталей. Преимущество данного подхода заключается в простоте и удобстве создания библиотек типовых стандартных деталей и их применение в процессе дальнейшего проектирования. Недостатки подхода вытекают из преимуществ – сложность, а зачастую невозможность установки произвольных новых значений параметров и геометрических соотношений объектов.

Иерархическая параметризация основывается на истории операций в объектной среде. В ходе работы конструктора, на основе его действий создаётся дерево построения, в котором учтены все объекты, второстепенные элементы и операции в порядке их совершения. Вся информация хранится в иерархической структуре позволяющей проследить полную историю модификаций.

Работа с использованием вариационной параметризации состоит в создании конструктором эскиза с последующим определением параметрических связей,

различных ограничений в виде систем уравнений. Преимущество данного подхода состоит в простоте изменения формы модели и величины параметров операций.

Основная идея геометрической параметризации заключается в том, что параметры элементов рассчитываются в зависимости от параметров родительских, по отношению к ним, элементов. Такой подход обеспечивает простоту внесения изменений в модель на последующих этапах разработки.

Для применения на реальных производствах существуют различные пакеты прикладного программного обеспечения, относящиеся к классу САПР – системы автоматизированного проектирования. Различные САПР реализуют в себе перечисленные выше методы параметрического моделирования или их комбинацию. К этому классу программного обеспечения относятся: КОМПАС-3D, T-FLEX CAD 2D, SolidWorks, AutoCAD, CATIA, Solid Edge и другие.

Так сборочная модель в подобном программном пакете может состоять из отдельных элементов. Организация параметрически представленных элементов может быть различна. Они могут значительно различаться по уровню сложности, иметь различные способы привязки к сборке и т. п.

На рисунке представлен пример элемента модели. Данный элемент имеет такие параметры как координаты по оси X и Y, высота элемента, цвет блока и цвет текста в блоке, булева переменная для сохранения отметки о выполнении, текстовая строка – наименование этапа и условное обозначение этапа.

Модели, используемые для создания однотипных, изделий могут сильно различаться по способу организации, но они создаются в определённой последовательности. Проводится анализ геометрии рассматриваемого изделия – рассматриваются размеры, материалы и пр. Затем создаётся наиболее общая модель изделия. Назначаются формальные параметры модели, через изменение которых производится управление состоянием и трансформация модели.



Редактор параметров				
	Имя	Выражение	Знач...	Комментарий
1	x1	150	150	координаты внешнего узла
2	y1	170	170	координаты внешнего узла
3	H	100	100	высота изображения
4	Color1	Wypoln<0?1:15	15	Управление цветом текста
5	Color	Wypoln<0?11:12	12	Управление цветом баллончик:
6	Wypoln	1	1	Отметка о выполнении
7	?\$Name	"Эскизный проект"	Эскиз...	Наименование этапа
	?\$Obozn	"ЭП"	ЭП	Условное обозначение этапа

Описанный подход позволяет упростить, значительно ускорить и сделать более гибким процесс автоматизированного параметрического моделирования на реальном производстве. В результате производственные процессы обретают дополнительные степени свободы, а конструкторы могут реализовывать множество инновационных изделий практически без ограничений.

Библиографические ссылки

1. Бабичев С. Универсальная среда разработки параметрических моделей мебели // САПР и графика / ред. Д. Г. Красковский. М. : КомпьютерПресс, 2011.

2. Бойченко В., Палиенко О., Водопьянов Р., Шут А. Программа САПФИР для архитектурного проектирования зданий и сооружений // САПР и графика / ред. Д. Г. Красковский. М. : КомпьютерПресс, 2009.

3. ЗАО Аскон, КОМПАС-3D V13. Руководство пользователя // КОМПАС 3D – техническая документация на программное обеспечение. М. : КомпьютерПресс, 2011. 150 с.

© Буторов В. В., 2012

УДК 621.835.2

А. С. Голованова

Научный руководитель – Г. Н. Лимаренко
Сибирский федеральный университет, Красноярск

СИЛОВОЕ ЗАМЫКАНИЕ ПЛОСКОГО КУЛАЧКА С ПОМОЩЬЮ РОЛИКА И ОХВАТЫВАЮЩЕЙ ДЕФОРМИРУЕМОЙ ПРУЖИНЫ

Представлена разработка силового замыкания плоского кулачка с помощью ролика и охватывающей деформируемой пружины для генератора волн волновой реечной передачи с цевочной рейкой.

При силовом замыкании толкатель во всех положениях прижат к кулачку с силой, которая больше силы, стремящейся оторвать толкатель от кулачка, например силы инерции при смене знака ускорения

толкателя. Замыкающая сила в подавляющем большинстве случаев создается пружиной. Расчеты пружины показали, что при использовании подобной конструкции механизма увеличиваются его габариты.

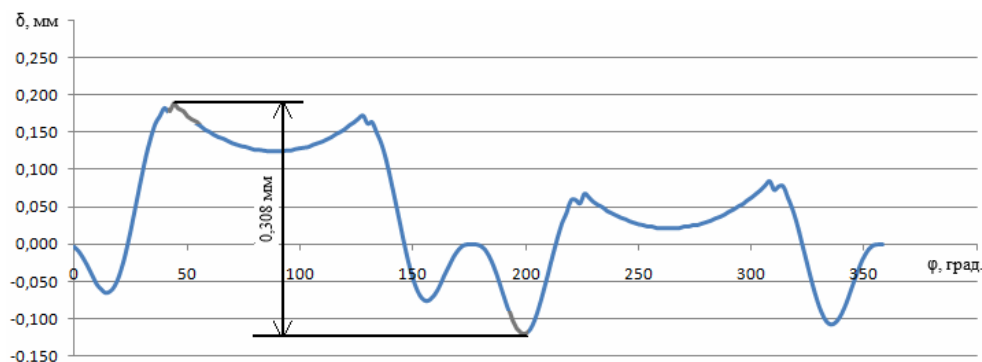


Рис. 1. График изменения диаметального размера кулачка при его повороте на 360°

В тех случаях, когда диаметральные размеры кулачка при повороте кулачкового вала изменяются в небольших пределах, силовое замыкание в механизме можно осуществить с помощью двух роликов и сжимающей плоской пружины. В приводе толкателя волнового реечного механизма диаметральные размеры кулачка изменяются в пределах от $-0,119$ до $+0,1893$ мм, (в сумме $0,308$ мм) (рис. 1).

В связи с этим было предложено использовать схему двухроликowego силового замыкания с плоской пружиной (рис. 2). Была составлена расчетная схема пружины (рис. 3).

В связи с этим было предложено использовать схему двухроликowego силового замыкания с плоской пружиной (рис. 2). Была составлена расчетная схема пружины (рис. 3).

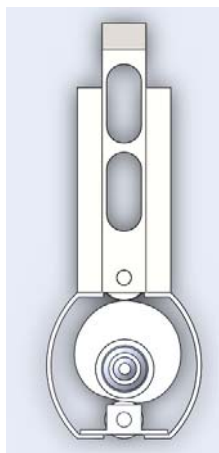


Рис. 2. Схема двухроликowego силового замыкания в кулачковом механизме

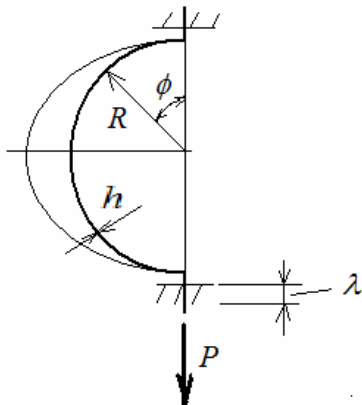


Рис. 3. Расчетная схема пружины

Материалом пружины была выбрана пружинная сталь 50C2A с допустимым напряжением на изгиб $[\sigma]_b = 577$ МПа. При максимальной деформации $\delta_{max} = 0,15$ мм в зоне ускорения толкателя пружина должна обеспечить усилие прижима $F_{max} = 254,354$ Н. Этому должна соответствовать жесткость пружины $1695,69$ Н/мм.

Используя простой расчет на прогиб пружины при разных ее радиусах получили, что жесткость зависит

от радиуса изгиба пружины R при увеличении радиуса жесткость уменьшается. Чем меньше жесткость пружины, тем меньше колебания усилия на поджимном ролике.

Ограничивая колебания усилия на поджимном ролике и допустимые значения радиуса R , исходя из принимаемых габаритов механизма, можно найти оптимальные значения параметров пружины:

1) усилие P уменьшается по мере снижения массы толкателя и увеличивается по мере увеличения скорости движения рейки (соответственно, и ускорения); скорость рейки – до $20 \dots 40$ м/мин;

2) при шаге установленных толкателей в механизме $17,5$ мм, ширину пружины можно принять $b = 16,5$ мм;

3) высота пружины $h = 1,5$ мм – величина рассчитанная по условию прочности на изгиб;

4) радиус изгиба пружины $R = 35 \dots 50$ мм;

5) расчетная жесткость пружины составила $3140,17$ Н/мм;

6) колебание усилия на поджимном ролике при деформации пружины $0,308$ мм – $\Delta P = 244,968 \pm 16$ Н.

С помощью программы SolidWorks были выполнены исследования напряженно-деформированного состояния пружины при ее растяжении (рис. 4). На рис. 5 представлен график деформации пружины при приложении силы на второй ролик.

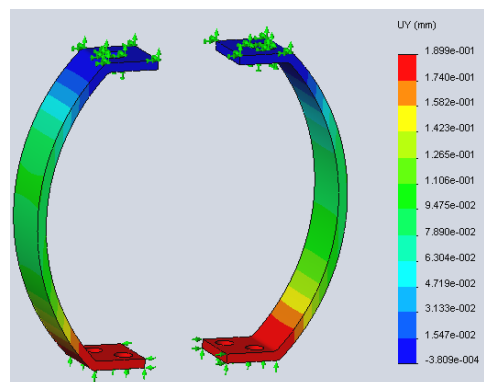


Рис. 4. Эпюра деформации пружины при растяжении

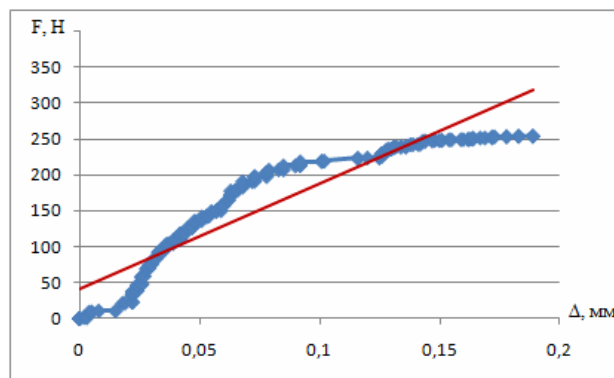


Рис. 5. График жесткости пружины

Выбранная пружина соответствует необходимым параметрам. Таким образом, предложенная схема

двухролевого силового замыкания кулачкового механизма с плоской пружиной может быть использовано в волновом реечном механизме.

Библиографические ссылки

1. Андреева Л. Е. Упругие элементы приборов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1981. 392 с., ил.

© Голованова А. С., 2012

УДК 622.24:681.523

А. П. Гурский
Научный руководитель – В. Г. Жубрин
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МЕХАНИЗМА ОПУСКАНИЯ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН

Рассмотрена задача математического моделирования механизма подъёма – опускания рабочего оборудования буровой машины, позволяющая провести анализ динамической нагруженности элементов его конструкции в процессе бурения скважин.

Создание высокоэффективной техники в машиностроительной отрасли немыслимо без динамического анализа их конструкций на стадии проектирования. Выполнение подобных исследований зачастую возможно лишь с использованием методов математического моделирования. В данном докладе рассматривается частная задача моделирования механизмов подъёма – опускания буровой машины в продольно – вертикальной плоскости.

из следующих узлов: буровой штанги (1), механизма перемещения штанги (2), погружного привода вращения инструмента (3). Буровое оборудование переводится в транспортное и рабочее положения механизмом подъёма – опускания. Он представляет собой многосвязную шарнирную конструкцию, включающую в себя: раму поворотную (4), упор (5), стрелу (6), гидроцилиндры поворота (7) и гидроцилиндры подъёма стрелы (8).

Приведённые расчётные схемы буровой машины при её колебании в продольно – вертикальной плоскости представлены на рис. 2 и 3.

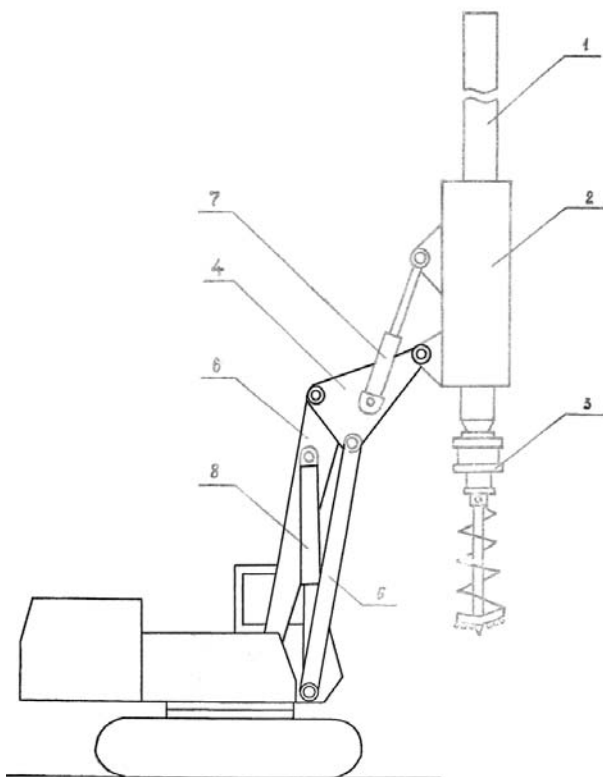


Рис. 1. Буровая машина

Общий вид исследуемой буровой машины (БМ-2001) представлен на рис. 1. Буровое оборудование смонтировано на базе экскаватора 30-5122 и состоит

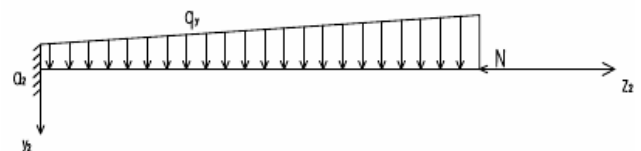


Рис. 2. Приведенная расчётная схема верхней части штанги

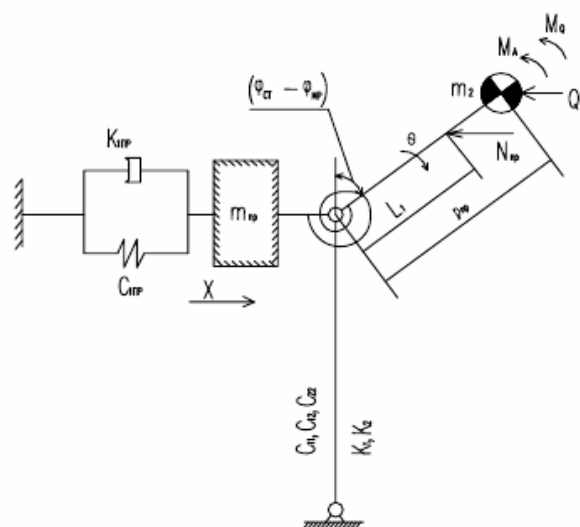


Рис. 3. Приведенная расчётная схема буровой машины (механизм подъёма – опускания, штанга)

Обозначения на расчётных схемах:

m_{1np} – приведённая масса стрелы, упора и поворотной рамы; m_{2np} – приведённая масса стрелы, механизма перемещения машины; C_{1np} , C_{1np} , k_{2np} , k_{2np} – приведённые жёсткости и коэффициенты демпфирования гидроцилиндров подъёма стрелы и поворота бурильного оборудования; C_{11} , C_{12} , C_{22} – коэффициенты жёсткости бурильного оборудования расположенного ниже механизма перемещения; k_1 , k_2 – коэффициенты демпфирования нижней части штанги при её нагибе; L_1 , ρ_{np} , $\varphi_{стр}$, $\varphi_{мр}$ – приведённые геометрические параметры системы; Q – поперечная сила, возникающая при изгибе верхней части штанги, приведённая к массе m_{2np} ; M_Q – момент от силы Q , приведённый к массе m_{2np} ; M_R – момент, возникший при изгибе верхней части штанги; N_{np} – приведённое усилие подачи инструмента; q_y – распределённая инерционная нагрузка действующая на верхнюю часть штанги; N – сила подачи бурового инструмента.

Система уравнений описывающих колебания буровой машины в рассматриваемой плоскости имеет вид

$$\begin{aligned} m_{1np}\ddot{x} + m_{2np}\left[\ddot{x} + \rho_{np}\ddot{\theta}\cos(\varphi_{cmp} - \varphi_{мр})\right] + \\ + (k_{1np} + k_1)\dot{x} + (C_{1np} + C_{11})x + C_{12}\theta = -Q - N_{np}, \\ m_{2np}\rho_{np}^2\ddot{\theta} + m_{2np}\rho_{np}\ddot{x}\cos(\varphi_{cmp} - \varphi_{мр}) + \\ + (k_{2np} + k_2)\dot{\theta} + (C_{2np} + C_{22})\theta + C_{12}x = \\ = -Q\rho_{np}\cos(\varphi_{cmp} - \varphi_{мр}) - \\ - N_{np}l_1\cos(\varphi_{cmp} - \varphi_{мр}) - M_Q - M_R, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} EJ_X \frac{\partial^4 y_2}{\partial z_2^4} + \mu EJ_X \frac{\partial^5 y_2}{\partial t \partial z_2^4} + \rho F \frac{\partial^2 y_2}{\partial t^2} = q_y - N \frac{\partial^2 y}{\partial z_2^2}, \\ Q = EJ_X \frac{d^3 y_2(0)}{dz_2^3}; M_Q = \\ = -EJ_X \frac{d^3 y_2(0)}{dz_2^3} [\rho_0 \sin(\varphi_{мр} + \alpha_0) - \\ - \rho_{np} \cos(\varphi_{cmp} - \varphi_{мр})], \\ M_R = EJ_X \frac{d^2 y_2(0)}{dz_2^2}; \\ q_y = \rho F \ddot{x} + \rho F [\rho_0 \sin(\varphi_{мн} + \alpha_0) + \\ + z_2] \ddot{\theta} + \rho F R_0 \varphi_{эк}^2, \\ x = l_{1,3} \varphi \sin \varphi_{cmp}. \end{aligned}$$

где x – горизонтальное перемещение приведённой системы; θ – угловое перемещение приведённой массы m_{2np} ; φ – угловое перемещение стрелы вокруг её шарнира; EJ_X – жёсткость верхней части штанги при изгибе направления оси O_2 , Y_2 ; μ – коэффициент затухания колебаний верхней части штанги; ρF – погонная масса штанги; Y_2 – уравнение изогнутой оси верхней части штанги в её колебании направлении O_2, Y_2 зависящее от времени t и от текущей координаты Z_2 ; ρ_0 , α_0 , $L_{1,3}$, $\varphi_{стр}$, $\varphi_{мр}$ – геометрические параметры.

Начальные условия:

При $t = 0$ $x = 0$, $\theta = 0$, $y_2(z_2, 0) = 0$, $dx/dt = 0$, $d\theta/dt = 0$, $dy_2(z_2, 0) / dt = 0$.

© Гурский А. П., 2012

УДК 621.855

А. В. Доброва

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

ОПТИМИЗАЦИЯ УСИЛИЙ В ВЕТВЯХ ЦЕПИ ПРИВОДНЫХ МАШИН

Приведены основные факторы, влияющие на режим работы цепной передачи. Описан предлагаемый метод натяжения цепной позволяющий оптимизировать усилия в ветвях цепи.

Цепная передача представляет собой сложную механическую систему, которой присущи крутильные колебания валов, продольные и поперечные колебания ветвей. На режим работы передачи влияет ряд факторов, вызывающих колебания, а вследствие чего и динамические нагрузки:

- полигональное возмущение, обусловленное особенностью цепного зацепления;
- эксцентриситет звездочек;
- разноразмерность шагов цепи, накопленная погрешность длины ведущей ветви;
- удары, возникающие при взаимодействии шарниров цепи в момент их входа в зацепление с зубьями ведущей звездочки;
- режим эксплуатации и характер передаваемой нагрузки.

Достоинством цепных передач являются малые габариты, широкий диапазон расстояний между осями, большие диапазоны передаваемых мощностей и угловых скоростей. К недостаткам относят неравномерность движения, колебание передаточного числа, вытягивание.

Использование цепи для привода рабочего органа с поперечным перемещением обрабатывающего горизонтальную поверхность плит в поступательном движении наиболее целесообразный способ их применения.

Предварительное изгибание ветвей цепи от собственного веса является обязательным и составляет [1]:

$$P_f = \frac{q \cdot l^2}{8 \cdot f},$$

где q – вес одного погонного метра цепи, кг; l – длина ветви по прямой между точками условного подвеса, м; f – стрела провисания ветви в средней части, м.

Допустимую стрелу провисания на практике принимают равной

$$f_{\text{max}} = 11,4 \sqrt{A^3},$$

где A – межцентровое расстояние, м.

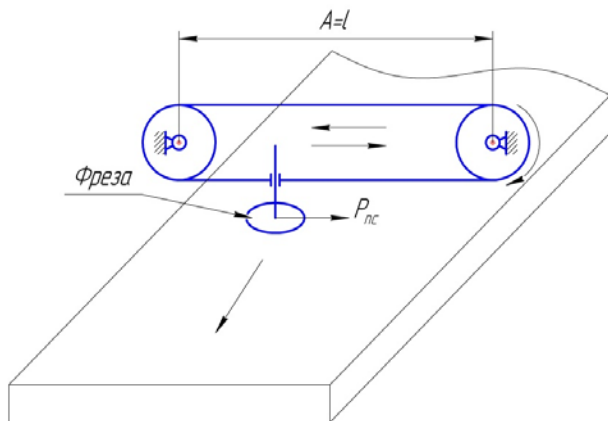


Рис. 1. Схема привода рабочего органа с поперечным перемещением обрабатывающей горизонтальной поверхность плит

Для регулирования провисания в классическом цепном приводе используют натяжные ролики на ведомой ветви цепи. Особенностью представляемого привода является то, что обе ветви являются рабочими, включающимися на перемещение фрезы по очереди. Очевидным целесообразным решением натяжения цепи является установка звездочки и привода на качающейся опоре. Кроме собственного веса цепи при её работе добавляется сила полезных сопротивлений поверхности, которая направлена в сторону обратную от её перемещения. Величина этой силы зависит от свойств обрабатываемого материала, скорости перемещения, количества зубьев фрезы, их состояния и скорости резания. Эта величина определяется экспериментально.

Полная нагрузка на ветви в общем виде складывается из полезного усилия, натяжения от центробежных сил и натяжения от провисания. Нагрузкой от центробежных сил можно пренебречь, так как скорости перемещения фрезы незначительны (1–2 м/с).

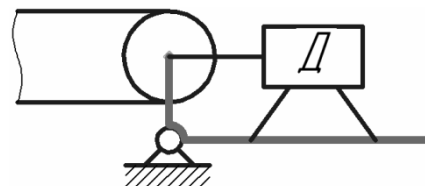


Рис. 2. Схема установки звездочки и привода

Натяжение ведущей ветви от провисания ведомой ветви цепи с достаточной точностью можно определить по формуле

$$P_f = k_f \cdot q \cdot A,$$

где k_f – коэффициент провисания, для горизонтальной передачи $k_f = 6$; q – вес одного погонного метра цепи, кг; A – межцентровое расстояние, м.

Истинная величина полной нагрузки зависит так же от жесткости цепи и жесткости системы опор.

Если жесткость опор значительная, то нагрузка в ведущей ветви цепи складывается из

$$P_{\text{вед}} = P_{\text{ис}} + P_f,$$

В ведомой ветви цепи нагрузка составит :

$$P_{\text{вед}} \approx P_f.$$

Нагрузка на валы звездочек определяется геометрическим натяжением обеих ветвей цепи с исключением центробежных натяжений.

Приближенное значение нагрузки на горизонтальный вал можно принять

$$F_E \approx 1,15P,$$

где P – полезное (рабочее) усилие.

Задаваясь шагом, разрушающей нагрузкой цепи, силами, параметрами звездочек, числом оборотов ведущей звездочки, межцентровым расстоянием определяется скорость движения цепи (рабочего инструмента) и передаваемая мощность.

Библиографическая ссылка

1. Воробьев Н. В. Цепные передачи. М. : Машиностроение, 1968. 252 с.

© Доброва А. В., 2012

А. С. Ереско
Научный руководитель – С. П. Ереско
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГИДРОПРИВОДНЫХ РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Приведены кинематические схемы гидроприводного рычажного механизма и вывод функции нагрузочного режима исполнительного гидроцилиндра обеспечивающей возможность проведения динамического анализа гидропривода грузоподъемного механизма.

В различных отраслях машиностроения широко применяются гидроприводы, содержащие исполнительные гидроцилиндры, приводящие в действие плоскорукажные механизмы, нагруженные весовой нагрузкой. Рычажная связь и переменность направления движения звеньев исполнительного механизма при выполнении рабочих операций обуславливают переменность весовых и инерционных нагрузок, что на этапе проектирования механизмов затрудняет реализацию имитационного математического моделирования и анализ динамики процесса их эксплуатации. Примером такого механизма может служить разработанный нами гидропривод рабочего оборудования фронтального погрузчика [1], кинематическая схема которого приведена на рис. 1. Обозначим постоянные и переменные параметры механизма и привода: A_1 – размер установочной базы пяты гидроцилиндра O_1 и шарнира стрелы O_2 ; A_2 – размер установочной базы шарнира поворота ковша O_4 ; X_1 , X_2 – координаты перемещений соответствующих секций телескопического гидроцилиндра, α_1 , β_1 – переменные углы, определяющие положение механизма. В схеме на рис. 1. совмещены два механизма, образующие соответственно кинематические треугольники O_1, O_2, O_3 и O_3, O_4, O_5 , приводимые в движение различными секциями одного исполнительного гидроцилиндра телескопического типа, причем центральная точка O_3 расположена на кулисе и ее положение будет зависеть как от подъема стрелы (при изменении X_1), так и от поворота ковша (при изменении координаты X_2).

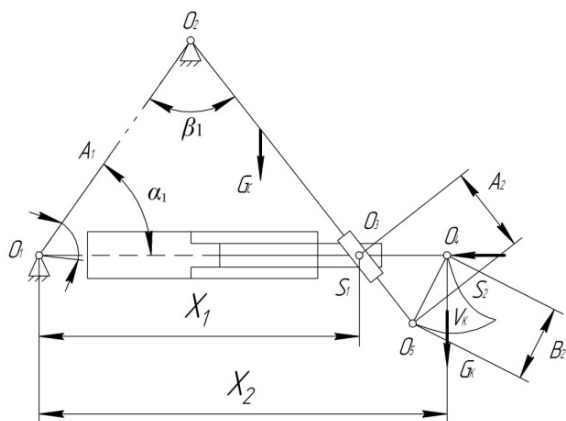


Рис. 1. Кинематическая схема гидропривода рабочего оборудования одноковшового погрузчика

Рассмотрим отдельно механизм подъема стрелы, приведенный на рис. 2.

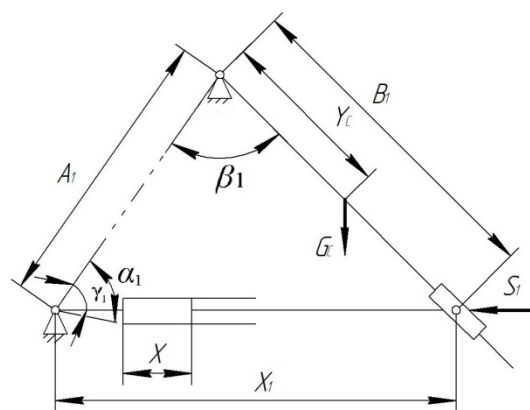


Рис. 2. Кинематическая схема механизма подъема стрелы

Требуется определить функцию нагрузочного режима S_1 в зависимости от перемещения первой секции гидроцилиндра X_1 и массы стрелы G_c без учета масс отдельных элементов гидроцилиндра, так как они совместно с переменной массой рабочей жидкости, находящейся внутри полостей гидроцилиндра, уже учтены в имитационной модели гидроцилиндра [2].

Составляя уравнение моментов относительно опоры O_2 и приравнявая его нулю (состояние равновесия механизма), получим

$$S_1(x_1) \cdot \sin[\beta_1(x_1) - \alpha_1] \cdot B_1 - G_c \cdot \cos\{90^\circ - [\alpha_1(x_1) + \gamma_1]\} \cdot r_c = 0, \quad (1)$$

Откуда для текущего положения механизма:

$$S_1(x_1) = \frac{G_c \cdot \cos\{90^\circ - [\alpha_1(x_1) + \gamma_1]\} \cdot r_c}{\sin[\beta_1(x_1) - \alpha_1] \cdot B_1}. \quad (2)$$

Как видно из формулы функция нагрузки зависит от положения механизма, задаваемого координатой X_1 и для выявления зависимости $S_1 = f(x_1)$ требуется определить функции $\alpha_1 = f(x_1)$ и $\beta_1 = f(x_1)$. В первом приближении данные функции можно найти на этапе проектирования механизма, следующим образом. Задавая дискретно массив координат X_{1i} и построив несколько положений по траекториям движения точек механизма, определяем значения соответствующих

значений α_{1i} и β_{1i} и аппроксимируем их математическими зависимостями, соответствующими полям парных корреляций для искомых функций. Для нахождения более точного и универсального решения переходим к относительным параметрам, принимая в качестве линейной единицы измерения постоянный размер базы механизма $A_1 = 1$.

Вводя относительные переменные:

$$\bar{B}_1 = \frac{B_1}{A_1}; \quad \bar{X}_1 = \frac{X_1}{A_1}$$

и выбирая в качестве обобщенной координаты X_1 , что равносильно перемещению поршня 1-й секции гидроцилиндра, так как $X_1 - X = \text{const}$, а, следовательно, и $\dot{X}_1 = \dot{X}$, опишем кинематику плоско-рычажного механизма, используя передаточные отношения его звеньев 1, 2, 3.

$$\begin{aligned} i_{1,2}(X_1) &= \frac{\dot{\alpha}_1}{\dot{X}_1} = \frac{1}{A_1} \cdot \frac{d\alpha_1}{dX_1}; \\ i_{3,2}(X_1) &= \frac{\dot{\beta}_1}{\dot{X}_1} = \frac{1}{A_1} \cdot \frac{d\beta_1}{dX_1}; \end{aligned} \quad (3)$$

Используя решения для передаточных функций имеем

$$\begin{aligned} i_{12}(x_1) &= \frac{1}{A_1} \cdot \frac{1 - \bar{B}_1^2 - \bar{x}_1^2}{\bar{x}_1^2 \cdot \sqrt{\left[\bar{x}_1^2 - (1 - \bar{B}_1^2)\right] \cdot \left[(1 + \bar{B}_1^2) - \bar{x}_1^2\right]}}; \\ i_{32}(x_1) &= \frac{1}{A_1} \cdot \frac{2 \cdot \bar{x}_1}{\sqrt{\left[\bar{x}_1^2 - (1 - \bar{B}_1^2)\right] \cdot \left[(1 + \bar{B}_1^2) - \bar{x}_1^2\right]}}; \end{aligned} \quad (4)$$

и искомые функции кинематического положения механизма будут определены в результате интегрирования приведенных ниже зависимостей:

$$\begin{aligned} \alpha_{1(x_1)} &= \int_{x_{1\min}}^{x_{1\max}} \frac{1 - \bar{B}_1^2 - \bar{x}_1^2}{\bar{x}_1 \cdot \sqrt{\left[\bar{x}_1^2 - (1 - \bar{B}_1^2)\right] \cdot \left[(1 + \bar{B}_1^2) - \bar{x}_1^2\right]}} dx; \\ \beta_{1(x_1)} &= 2 \int_{x_{1\min}}^{x_{1\max}} \frac{\bar{x}_1}{\bar{x}_1 \cdot \sqrt{\left[\bar{x}_1^2 - (1 - \bar{B}_1^2)\right] \cdot \left[(1 + \bar{B}_1^2) - \bar{x}_1^2\right]}} dx; \end{aligned} \quad (5)$$

Для определения нагружающего усилия S_2 рассуждения аналогичны. Аналогичным способом, проводя разбиения механизмов на элементарные звенья можно произвести анализ и синтез плоскорычажных механизмов любой сложности. Вычисление значений определенных интегралов (5) производится с помощью стандартной подпрограммы QART из пакета SSP прикладных программ на Фортране. Приведенная методика определения функций нагрузочного режима гидропривода грузоподъемных механизмов, использующая их относительные размеры и передаточные функции, позволяет находить переменные по рабочему ходу исполнительных гидроагрегатов функции весовых и инерционных нагрузок, что позволяет использовать универсальную имитационную модель и программное обеспечение без дополнительного редактирования и последующей трансляции, что в итоге позволяет сократить сроки проектирования и повысить качество принимаемых проектных решений.

Библиографические ссылки

1. Ереско А. С., Ереско С. П. и др. Фронтальный погрузчик Патент Российской Федерации № 2195276 от 25.10.2002. Опубл. 20.09.2003. Бюлл. № 26. 4 с.
2. Ереско А. С. Имитационная математическая модель усовершенствованного гидропривода грузоподъемных механизмов. Вестник НИИ СУВПТ : сб. науч. тр. ; под ред. Н. В. Васilenко ; НИИ СУВПТ. Красноярск, 2003. Вып. 14. С. 257–261.

© Ереско А. С., 2012

УДК 658.512.22

В. С. Ереско

Научный руководитель – Т. Т. Ереско
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗМЕРОВ ПОСАДОЧНОГО ГНЕЗДА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УПЛОТНЕНИЙ СЛОЖНОГО СЕЧЕНИЯ

Представлена методика разработки параметрических моделей уплотнительных манжет, основанная на использовании размеров посадочного гнезда в уплотнительных узлах гидрофицированных машин.

В настоящее время разработка уплотнений сложного сечения уплотнительных узлов гидрофицированных машин не является приоритетной задачей, так как практически всегда в гидроцилиндрах достаточно места для размещения того или иного уплотнительного узла, а сами уплотнения сложного сечения описаны в ГОСТ.

Если задача уплотнения неподвижного соединения, например, резиновым кольцом, решается подбором кольца подходящего диаметра и сечения, то с манжетным уплотнителем подвижного соединения возникает проблема компенсации гидродинамического давления возникающего при относительном

перемещении уплотняемых деталей.

На рис. 1. приведен пример герметизации подвижных соединений гидроцилиндра с использованием манжетных уплотнителей по ГОСТ 14896-84. Если при установке уплотнения в шток гидроцилиндра возможно его увеличение без потери технологичности устройства, то при установке манжетного уплотнения на поршень гидроцилиндра создается опасное сечение в поршне гидроцилиндра, которое может под действием нагрузки не выдержать изгибающего момента, возникающего в гидроцилиндре.

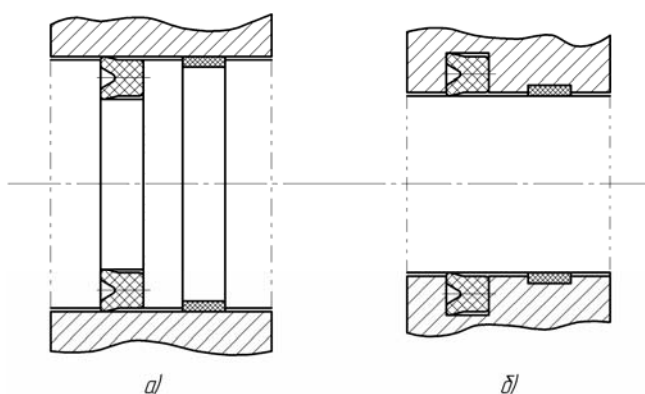


Рис. 1. Уплотнительные узлы.
а – поршневое уплотнение; б – штоковое уплотнение

При рассмотрении данной проблемы возникает необходимость разработать такое уникальное манжетное уплотнение, которое не регламентировано указанным выше ГОСТом. Такое уплотнение должно обеспечивать, как защиту от протечек гидроцилиндра, так и гарантировать запас прочности гидроцилиндра на изгиб и не влиять на технологичность устройства в целом.

В ГОСТ 14896-84 описываются параметры манжет уплотнительных от 12×4 мм (цилиндр/шток) до 540×500 мм, но для применения их в варианте установки, на рис. 1, а размеры поперечного сечения их должны варьироваться, чтобы соответствовать необходимым параметрам технологичности гидроцилиндра.

Чтобы начать проектирование такого уплотнительного узла необходимо создать модель заготовки для определения необходимого объема материала. Каждый материал, используемый для создания уплотнений, имеет свою степень усадки, причем по ГОСТ это значение округляется до миллиметра, что создает недопустимые погрешности при отливке уплотнений.

Исходя из этих установок, создадим модель манжеты по ГОСТ 14896-84 – 70×55, как показано на рис. 2, а. Полный угол раскрытия данной манжеты составляет 75 градусов, что при ее высоте составляет 13,5 мм. Коэффициент усадки резины ИРП 3012 составляет 1,5 %. Допустим, требуется установить такую манжету в посадочное гнездо глубиной не более 6 мм, но в данном ГОСТ не имеется манжеты с установочными размерами 6 мм, для данного диаметра цилиндра.

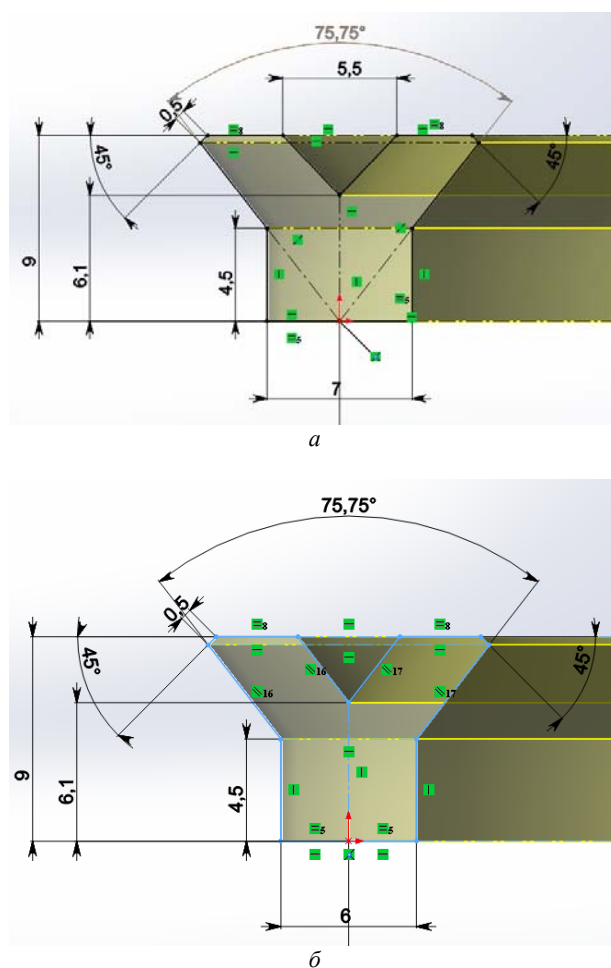


Рис. 2. Манжета уплотнительная
а – по ГОСТ 14896-84; б – уникальная

Следовательно, необходимо создать трехмерную модель заготовки манжеты, чтобы после, исходя из объема детали, вычислить требуемые размеры пресс-формы с учетом усадки материала. Следует отметить, что угол раскрытия манжеты не изменяется при изменении посадочного размера манжеты и, следовательно, эти изменения не коснутся баланса гидродинамического давления в гидроцилиндре, что не повлияет на его эксплуатационные характеристики.

После этих операций мы получаем параметрическую модель манжеты, и пресс-формы для манжеты для производства конструкторской документации.

Изложенная методика проектирования герметизирующих деталей гидроагрегатов позволяет повысить степень свободы проектировщика гидроагрегата в части оптимизации габаритно-массовых параметров гидроагрегата, что особенно актуально в авиастроении и при создании малогабаритной строительной техники и гидрофицированного инструмента.

© Ереско В. С., 2012

УДК 681.5.073

А. А. Казанцев
 Научный руководитель – С. П. Ереско
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ СИНТЕЗА И ИССЛЕДОВАНИЯ РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Представлен аппаратно-программный комплекс для синтеза и исследования рычажных механизмов. Комплекс позволяет синтезировать механизмы из 4 групп Ассура. Данные снимаются датчиками угловых и линейных перемещений с последующей передачей и обработкой на ЭВМ.

В настоящее время полностью изучены и являются общедоступными теоретические сведения о разработке общих методов исследования структуры, геометрии, кинематики и динамики типовых механизмов и их систем. Типовые механизмы, для которых разработаны типовые методы и алгоритмы синтеза и анализа, имеют широкое применение в машинах различного функционального назначения, включая космические и летательные аппараты. Однако до настоящего времени теория механизмов и машин не дает четких аналитических решений [1], учитывающих трение в шарнирах и направляющих, ввиду наличия многообразия факторов, оказывающих влияние на величину коэффициентов трения антифрикционных материалов.

Предлагается аппаратно-программный комплекс, позволяющий синтезировать механизмы любой сложности из элементарных компонентов, таких как: стойки, кривошипы и ползуны.

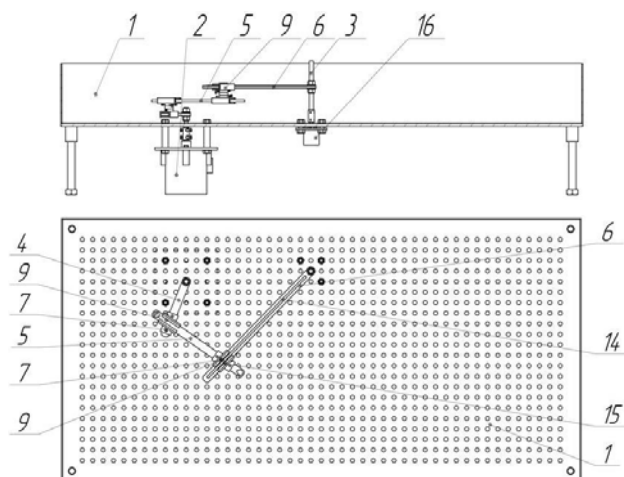


Рис. 1. Общий вид стенда для исследования плоских рычажных механизмов

Стенд состоит из основания 1, на поверхности которого на равном расстоянии друг от друга выполнены отверстия (рис. 1), служащие для крепления в произвольном месте в зависимости от структуры плоского рычажного механизма электродвигателя 2 с изменяемым числом оборотов и стационарной оси 3, замыкающей механизм и являющейся началом отсчета координат угловых перемещений звеньев исследуемого механизма. На валу электродвигателя 2 жестко закреплен кривошип 4. Звенья плоского рычажного

механизма: кривошип 4 и шатун 5, шатун 5 и кулиса 6 соединены между собой при помощи узла крепления, состоящего из ползунов 9 и оси 7, установленной в подшипнике качения в виде втулки 8 на ползунах 9. Между ползуном 9 и звеном плоского рычажного механизма – кривошипом 4, шатуном 5, кулисой 6 размещены вкладыши 10, являющиеся подшипниками скольжения.

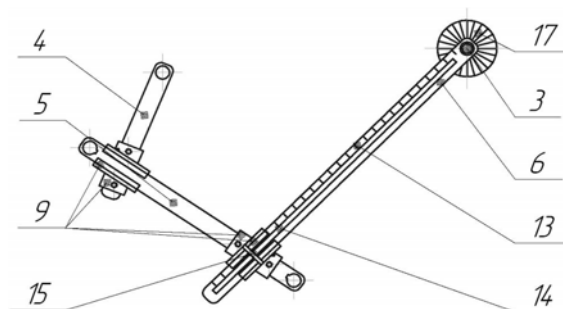


Рис. 2. Вариант исследуемого механизма

При помощи болтов 11 с шайбами 12 производится фиксация узла крепления на произвольном расстоянии от оси вращения соответствующего звена, что позволяет регулировать длину кривошипа 4, шатуна 5 и кулисы 6. Если структурой плоского рычажного механизма предусмотрен ползун, имеющий возможность линейного перемещения либо на кривошипе 4, либо на шатуне 5, либо на кулисе 6, то снятие фиксации узла крепления ослаблением затяжки болтов 11 обеспечивает возможность такого перемещения ползуна именно на этом звене. Если структурой плоского рычажного механизма не предусмотрена возможность линейного перемещения ползуна 9, то осуществляют жесткую фиксацию (затягивают болты 11 до упора) узла крепления на данном звене.

Кривошип 4, шатун 5, кулиса 6 снабжены линейками 13 с миллиметровыми разметками с отсчетом от оси, вокруг которой совершают поворот звенья плоского рычажного механизма, датчиками линейного положения 14 (на рис. 1 условно показаны линейка и датчик лишь на кулисе 6), а ползун 9 – датчиком линейного положения 15, которые служат для измерения линейного положения звеньев. Для измерения углового положения звена плоского рычажного механизма, закрепленного на стационарной оси 3 и точного позиционирования плоского рычажного механизма, на стационарной оси размещены датчики 16 углового положения и транспортеры 17.

Рассмотренный аппаратно-программный комплекс защищен патентом [2] и может быть использован в виде учебно-научно-исследовательской установки для ведения лабораторных работ по курсу «Теория механизмов и машин», а также для проведения экспериментов при выполнении научно-исследовательских работ аспирантов. Аппаратно-программный комплекс позволяет исследовать влияние трения, под действием динамической нагрузки на узлы шарниров, проводить сравнительные испытания втулок из разных материалов, проводить испытания механизмов одной структуры, но с различными длинами звеньев, для оптимизации конструктивно-режимных параметров механизмов по критерию КПД механизма.

Библиографические ссылки

1. Исследование плоских рычажных механизмов специальных систем / А. А. Казанцев, С. П. Ереско, Т. Т. Ереско, С. М. Шевцов, А. С. Ереско // Вестник СибГАУ / ред. Логинов Ю. Ю. Красноярск Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. имени академика М. Ф. Решетнева, 2011.

2. Положительное решение о выдаче Патента РФ на полезную модель Стенд для исследования плоских рычажных механизмов / С. П. Ереско, А. А. Казанцев, Т. Т. Ереско, А. С. Ереско, В. С. Ереско // по Заявке 2011152134/28 (078250) приоритет 20.12.2011 от 09.04.2012.

© Казанцев А. А., 2012

УДК 621.01: 65

Ю. С. Ким

Научный руководитель – Г. Н. Лимаренко
Сибирский федеральный университет, Красноярск

МОДЕЛИРОВАНИЕ БЕЗЛЮФТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ВАЛ-СТУПИЦА С ПОМОЩЬЮ УПРУГОДЕФОРМИРОВАННЫХ ВТУЛОК

Рассмотрен пример моделирования соединений вал-ступица с использованием компенсационных упругодеформируемых втулочных элементов.

Для увеличения точности привода, уменьшения люфта при реверсе вращательного движения, уменьшения шумности и повышения плавности хода, а также для других целей в автоматизированных приводных системах применяются безлюфтовые соединения вал-ступица. Соединения вал-ступица в современных приводах автоматического оборудования испытывают значительные динамические нагрузки, а использование безлюфтовых соединений с помощью упругодеформируемых втулок увеличивает жесткость кинематических цепей приводов, уменьшает их виброактивность, снижает трудоемкость сборочных операций в конструкциях механизмов.

Элементом сборки для передачи крутящего момента является упругая втулка (рукав), устанавливаемая в кольцевом зазоре между валом и ступицей, деформируемая при осевой затяжке установленных по ее торцевой поверхности группы винтов (рис. 1).

Преимущества соединения, отмечаемые производителями [1]: простота монтажа, экономия материала, подходит для многократного использования, подходит для высокоскоростных приводов, нечувствительно к загрязнениям и др.

В каталожной информации на фрикционные упругодеформируемые соединения вал-ступица с натягом содержатся данные о передаваемом крутящем моменте и требуемом моменте затяжки винтов. Однако в каталогах отсутствует информация о силах натяга в соединении при произвольных моментах затяжки винтов и измененном числе гофр во втулках, что не всегда дает возможности оптимизировать варианты конструкции элементов передач.

В рамках разработки конструкции зубчатого реечного модуля поступательного перемещения рабочего органа станка, с использованием следящего регули-

руемого мотор-редуктора, в данной работе проведено исследование фрикционного соединения вал-ступица. А также исследование самой втулки сжатия.

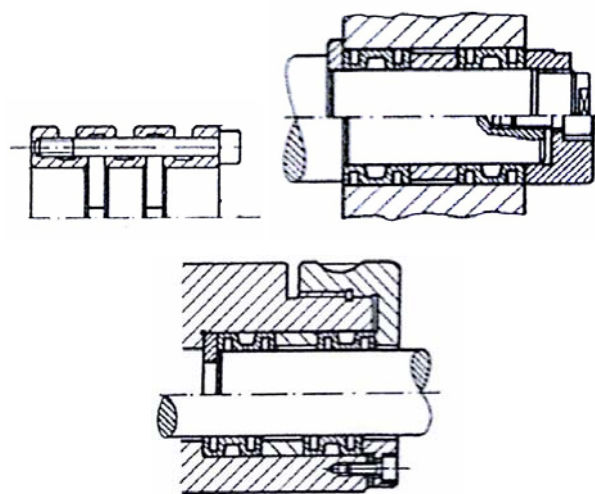


Рис. 1. Варианты исполнений соединений

Исследование выполнялось в программном комплексе ANSYS. Задачей исследования являлось установление зависимости между осевой силой, сжимающей втулку, и изменением ее внутреннего и внешнего диаметров. Такие зависимости позволят рассчитать передаваемый крутящий момент фрикционного соединения в зависимости от числа гофр и усилия затяжки. Ниже приведены результаты некоторых выполненных исследований.

По результатам моделирования построен график изменения диаметральных размеров от приложенного осевого усилия (рис. 2), напряжения в элементах конструкции втулок изображены на рис. 3.

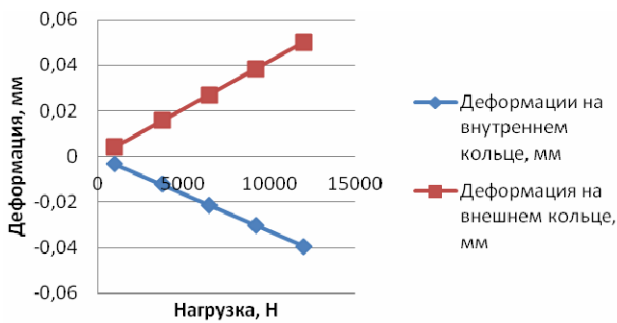


Рис. 2. Деформации втулки при осевом сжатии

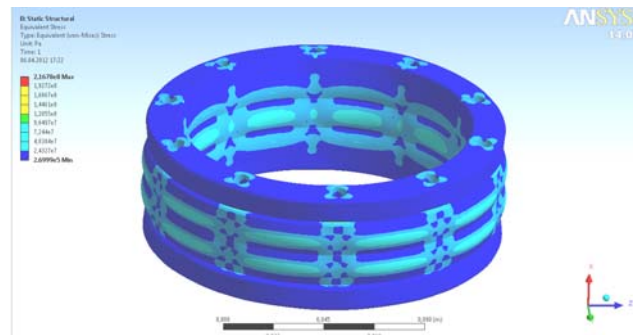


Рис. 3. Напряжения по VonMises

По результатам исследования получены численные значения деформаций втулок, позволяющих рассчитать по известной методике соединений вал-ступица с натягом [2] передаваемый крутящий момент, что позволило разработать белюфтовую конструкцию установки специального зубчатого колеса на вал.

Библиографические ссылки

1. URL: <http://www.ktr.com/en/products/couplings/productoverview.htm>. CLAMPEX KTR series catalog.
2. Расчет на прочность деталей машин : справ. / И. А. Биргер, Б. Ф. Шорр, Г. Б. Иосилевич. М. : Машиностроение, 1979. 702 с.

© Ким Ю. С., 2012

УДК 621.855

А. С. Коркин

Научный руководитель — А. Г. Ермолович

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

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦЕПНОГО ПРИВОДА ДЛЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ФРЕЗЫ ПРИ ОБРАБОТКЕ ПЛОСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Приведена основная методика расчета и основные возможные проблемы при проектировании цепного привода для перемещения фрезы при обработке плоских поверхностей.

Цепные передачи широко применяются в сельскохозяйственных, горнодобывающих, транспортных и других машинах. К достоинствам цепных передач следует отнести: возможность применения при значительных межосевых расстояниях, меньшие габариты по сравнению с ременными передачами, постоянство среднего передаточного числа из-за отсутствия скольжения, сравнительно высокий КПД (до 95 %), возможность передачи энергии с одной ведущей звездочки нескольким ведомым с разным направлением вращения, быстрое и однообразное соединение концов цепи, меньшая, чем в ременных передачах, нагрузка на валы, так как нет необходимости в большом начальном натяжении.

Недостатками цепных передач являются: неравномерность хода ведомой звездочки, особенно при малых числах зубьев меньшей звездочки и больших шагах, значительный износ шарниров цепи и зубьев звездочки, возникновение дополнительных динамических нагрузок, шум в работе и вибрации, особенно при высоких скоростях в передачах с втулочными и роликовыми цепями, плохая защищенность от попадания пыли и грязи, плохие условия смазки, необходимость регулировки натяжения, необходимость тщательного монтажа, с тем чтобы звездочки были параллельны, а средние А плоскости зубчатых венцов

звездочек совпадали, передача энергии только между параллельными валами и движение цепи в вертикальной плоскости, невозможность реверсивного движения без предварительной остановки.

Правильно рассчитанные и спроектированные цепные передачи должны выполнять свои функции в течение заданного срока. Передача считается работоспособной. Если она выполняет предписанные функции. Отказ цепной передачи могут быть вызваны отказами цепей, звездочек, вспомогательных элементов передачи и цепного зацепления.

В процессе работы цепной передачи могут возникать перегрузки. Необходимо при расчете подобрать благоприятные сочетания действующих факторов. В связи с этим, обязательным условием проверки работоспособности цепной передачи является расчет цепи на прочность при перегрузках [1].

Кроме этого, корректная методика расчета передачи, соответствие расчетных нагрузочных режимов фактическим режимам, изготовление приводных цепей звездочек в соответствии с нормативно-технической документацией сделает возможным обеспечить ресурс передачи.

В процессе работы цепной передачи цепь испытывает значительные перегрузки. Особенно опасны пиковые кратковременные нагрузки, которые могут

привести к пластической деформации или разрушению деталей привода. Поэтому, при расчете необходимо воспользоваться существующими методиками расчёта цепных приводов, в основе которых лежит расчет цепи по критерию допускаемого давления на шарнирах.

УДК 621.9

Д. В. Лобанов, Е. Д. Лосев, Е. И. Кирпикова
Научный руководитель – А. С. Янюшкин
Братский государственный университет, Братск

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КОМБИНИРОВАННЫХ МЕТОДОВ ЭЛЕКТРОАЛМАЗНОЙ ОБРАБОТКИ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ

Представлена методика выбора рационального метода комбинированной электроалмазной обработки изделий из твердого сплава.

Металлокерамические твердые сплавы являются распространенным материалом, широко применяемым в промышленности: обработка резанием конструктивных материалов; оснащение измерительного инструмента; клеймение; волочение; штамповка; прокатка; горнодобывающее оборудование; производство износостойких подшипников; рудообрабатывающее оборудование; газотермическое напыление износостойких покрытий. В силу своих физических свойств такие материалы относятся к разряду труднообрабатываемых. В связи с этим проблема повышения эффективности обработки твердых сплавов актуальна на сегодняшний день.

Одними из перспективных методов окончательной обработки твердых сплавов являются комбинированные методы шлифования, сочетающие механическое резание с электрофизическими и электрохимическими процессами.

Известны следующие методы комбинированного алмазного шлифования [1; 3]:

Электроалмазное шлифование. Производится токоведущим алмазным кругом в среде электролита. В процессе обработки происходит анодное растворение шлифуемого твердого сплава и удаление продуктов анодного растворения алмазными зернами, выступающими из шлифовального круга.

Другой метод – алмазное шлифование с непрерывной электрохимической правкой поверхности круга. В условиях этого метода круг работает в режиме самозатачивания за счет электрохимической правки.

Нами разработан комбинированный метод электроалмазного шлифования с одновременной непрерывной электрохимической правкой круга. Разупрочнение поверхностного слоя затачиваемых пластин способствует снижению механической прочности срезаемого слоя и, соответственно, сопротивления резанию. Поскольку процесс резания осуществляется кругом, работающим в режиме самозатачивания, то это не только исключает засаливание, но и обеспечивает высокие и статистически постоянные во времени режущие свойства. Все это значительно облегчает процесс резания.

Библиографическая ссылка

1. Воробьев Н. В. Цепные передачи. М. : Машиностроение, 1968. 252 с.

© Коркин А. С., 2012

Однако, чтобы выбрать экономически целесообразный метод обработки твердых сплавов необходимо сравнить представленные методы комбинированной электроалмазной обработки между собой и с традиционно используемым алмазным затачиванием без применения электрохимических процессов.

Расчет экономичности вариантов технологического процесса и анализ видов обработки проводится с учетом всех возможных параметров и затрат его характеризующих.

Существуют различные методики сравнения экономичности вариантов технологических процессов [1; 2]. Однако каждый из методов, как правило, раскрывает ограниченное количество характеристик обработки, имеется необходимость оценки вариантов технологических процессов с учетом большего числа факторов, характеризующих процесс комбинированного алмазного шлифования.

Нами разработана методика, учитывающая при сравнительном анализе мощность резания, удельный расход алмазного круга, шероховатость и микротвердость поверхности, затраты на электрическую энергию и стоимость алмазного инструмента.

Приняв частное допущение, что обработка всеми методами осуществляется на аналогичном оборудовании, с использованием однотипных оснастки, инструментов, режимов и времени обработки, работниками сходной квалификации, обрабатываются твердосплавные пластины сходной конфигурации и размеров, возьмем за оценочный параметр величину затрат на качество:

$$Z_{\text{кач } i} = \frac{(N_{\text{рез } i} \cdot T_{oi} \cdot C_{\text{эл.энер}} + C_{\text{инстр}} \cdot q_i \cdot V_{\text{мат } i}) \cdot Ra_{\text{обр } i} \cdot HV_{\text{исх } i}}{Ra_{\text{исх } i} \cdot HV_{\text{обр } i}}$$

где $Z_{\text{кач } i}$ – затраты на качество по i -му методу обработки, руб; $N_{\text{рез } i}$ – мощность резания при затачивании пластины твердого сплава одним из i -х методов, кВт; T_{oi} – основное время, затраченное на обработку пластины твердого сплава i -м методом, ч; $C_{\text{эл.энер}}$ – стоимости единицы электрической энергии, руб/кВт·ч; $C_{\text{инстр}}$ – стоимость инструмента (алмазного круга), принимаемая как отношение общей стоимости алмаз-

ного круга к объему алмазонаосного слоя, руб/мм³; q_i – удельный расход алмазного круга, принимаемый как отношение объема износившейся части круга к объему снятого материала по i -му методу обработки, мм³/мм³; $V_{\text{мат}}$ – объем снятого обрабатываемого материала при i -м методе обработки, мм³; $Ra_{\text{исх } i}$ – исходная шероховатость поверхности, мкм; $Ra_{\text{обр } i}$ – шероховатость, полученная после обработки i -м методом, мкм; $HV_{\text{обр } i}$ – микротвердость поверхности, полученная после обработки i -м методом; $HV_{\text{исх } i}$ – исходная микротвердость поверхности.

Данное соотношение отражает не только стоимостные, но и качественные параметры комбинированной обработки твердых сплавов. Величина затрат на качество позволяет определить рациональный метод комбинированной электроалмазной обработки для шлифования труднообрабатываемых материалов в условиях принятых допущений.

По результатам предварительных испытаний выявлены необходимые для расчета по приведенной методике характеристики для четырех сравниваемых методов алмазного шлифования при обработке твердых сплавов марок ВКЗМ, ВК8, ВК15. Сравнительный анализ методов комбинированной обработки, проведенный по представленной методике подтвердил преимущества комбинированного метода элек-

троалмазного шлифования с одновременной непрерывной правкой шлифовального круга. Следовательно, метод может быть рекомендован для эффективной обработки изделий из твердых сплавов.

Представленная методика позволяет значительно сократить время технологической подготовки производства, выявить рациональный метод шлифования при известных характеристиках обработки и может быть адаптирована для оценки современных способов комбинированной обработки высокопрочных и труднообрабатываемых материалов.

Библиографические ссылки

1. Янюшкин А. С. *Технология комбинированного электроалмазного затачивания твердосплавных инструментов*. М. : Машиностроение-1, 2003. 242 с.
2. Маталин А. А. *Технология машиностроения : учебник*. 3-е изд., стер. СПб. : Лань, 2010. 512 с.: ил.
3. Лобанов Д. В., Янюшкин А. С. *Подготовка режущего инструмента для обработки композиционных материалов : монография* ; БрГУ. Братск, 2011. 192 с.

© Лобанов Д. В., Лосев Е. Д.,
Кирпикова Е. И., 2012

УДК 629.114.2:629.11.013

А. С. Лукьянов

Научный руководитель – А. В. Стручков

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

ОЦЕНКА ДОСТОВЕРНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Приведена сравнительная оценка результатов вычислительного эксперимента, проведенного с помощью компьютерной программы GYDROTRANS II, с экспериментальными данными при исследовании динамической нагруженности механической и гидромеханической трансмиссий.

Моделирование предполагает абстрагирование и идеализацию, отображая существенные свойства оригинала и отвлекаясь от несущественных свойств в зависимости от цели исследования.

Таким образом, модель представляет собой упрощенное подобие объекта, которое воспроизводит только интересующие нас свойства. При этом результаты исследования будут отличаться от действительных значений. Поэтому очень важно оценить – насколько получаемые результаты близки действительным.

На кафедре ОКМ в рамках исследования динамических характеристик различных трансмиссионных систем были разработаны динамические и математические модели механических и гидромеханических трансмиссий строительно-дорожных машин. Метод решения этих моделей реализован в виде компьютерных программ GYDROTRANS и GYDROTRANS II в среде Delphi [1; 2].

APM GYDROTRANS II является более универсальным вариантом APM GYDROTRANS, разработанной для исследования динамической нагруженно-

сти трансмиссионной системы конкретной реально существующей строительно-дорожной машины, для которой предварительно были проведены экспериментальные исследования, в ходе которых были получены динамические характеристики всех элементов трансмиссии и амплитудно-частотные характеристики крутящего момента на карданном валу и полуосях заднего моста на основных рабочих передачах на различных режимах.

Сравнение результатов вычислительного эксперимента посредством APM GYDROTRANS II с экспериментальными данными дает нам возможность оценить достоверность результатов, получаемых с помощью этой программы.

Так как при экспериментальных исследованиях были получены значения абсолютных колебаний крутящего момента, а в ходе вычислительного эксперимента определялись колебания относительных углов закручивания, то оценить адекватность через квадратичные выражения достаточно сложно.

В тоже время крутильные колебания в трансмиссии представляют собой непрерывные случайные колеба-

ния вокруг некоторых средних значений, причем средняя амплитуда и характер колебаний не обнаруживают существенных изменений с течением времени.

Очевидно, что нагруженность деталей и узлов в трансмиссии складывается из статической и динамической составляющей.

Для результатов экспериментальных исследований статическую составляющую характеризует математическое ожидание крутящего момента.

Для анализа динамической составляющей нагруженности исследуемой трансмиссии воспользуемся амплитудным коэффициентом, который показывает – 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].

А поскольку относительные углы закручивания прямопропорциональны крутящим моментам, то и колебания крутящих моментов и углов закручивания должны быть подобны и иметь один амплитудный коэффициент.

С помощью APM GYDROTRANS II были получены амплитудно-частотные характеристики относительных углов закручивания и построены графики амплитуд для тех сечений валопровода, где при экс-

периментальных исследованиях проводилось тензометрирование.

Методами математической статистики были определены математическое ожидание относительного угла закручивания $\bar{M}_\phi$, математическое ожидание текущих амплитуд, т. е. среднюю амплитуду колебаний $A_{CP\phi}$. На основании этих данных определен ам-

плитудный коэффициент: $K_{A\phi} = \frac{\bar{A}_{CP\phi}}{\bar{M}_\phi}$.

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 APM GYDROTRANS II.

Библиографические ссылки

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011611028 28.01.2011. Программа для ЭВМ GYDROTRANS / С. П. Ереско, А. В. Стручков, А. А. Климов, В. С. Кочкун, Т. Т. Ереско.
2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011615364 08.07.2011. Программа для ЭВМ GYDROTRANS II / С. П. Ереско, А. В. Стручков, А. А. Климов, В. С. Кочкун, Т. Т. Ереско.
3. Стручков А. В. Исследование и совершенствование элементов гидромеханической трансмиссии гусеничного бульдозера : дис. ... канд. техн. наук. Красноярск, 2009.

© Лукьянов А. С., 2012

УДК 621.37/39

И. Н. Мурзин, Е. Н. Мурзин
Научный руководитель – С. И. Трегубов
Сибирский федеральный университет, Красноярск

ОСОБЕННОСТИ ДОКУМЕНТООБОРОТА В ПРОЕКТИРОВАНИИ

Рассмотрены вопросы взаимодействия проектировщиков в едином информационном пространстве предприятия при организации непрерывной автоматизированной передачи информации, создаваемой в процессе разработки жизненного цикла изделия.

При проектировании конструкций часто приходится применять детали, которые отличаются только одним конструктивным параметром. Например, перемычки, устанавливаемые на печатной плате, могут отличаться только длиной. Типовое решение – создание группового документа на деталь, однако при внедрении CALS-технологий это не самое лучшее решение.

Использование CALS-технологий в практическом плане предполагает организацию единого информационного пространства (ЕИП) или интегрированной информационной среды, объединяющей автоматизированные системы, предназначенные как для эффективного решения задач инженерной деятельности, так и для планирования и управления производством.

В этом смысле предметом CALS являются методы и средства как взаимодействия разных АС и их подсистем, так и сами АС с учетом всех видов их обеспечения. Практически синонимом CALS в этом смысле становится термин PLM, обозначающий систему, которая предназначена для сбора, хранения и управления данными. Взаимодействие в ЕИП предполагает обмен данными участников жизненного цикла изделия только через базу данных – основу PDM системы. Иной способ обмена данными запрещен [1]. По причине, что невозможно проконтролировать ход выполнения задачи.

При этом интересным моментом является сохранение у изделия ранее присвоенной десятичной характеристики по ЕСКД. Рассмотрим это на следующем

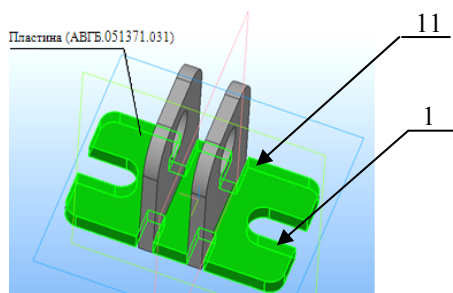


Рис. 1. 3D-модель сборки петли

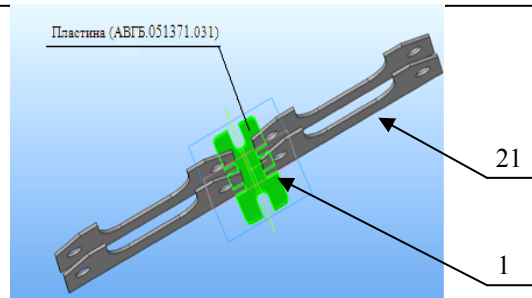


Рис. 2. 3D-модель сборки подставки

БАЗОВЫМИ ОТВ.	ГЛУХИМИ		СКВОЗНЫМИ	
	ПАРАЛ. ОСНОВНОЙ БАЗЕ			
	731340 парал.	731341 непарал.	731342 парал.	731343 непарал.
	ГЛУХИМИ		СКВОЗНЫМИ	

Рис. 3. Фрагмент иллюстрированного справочника ЕСКД

Стор. №	Формат	Лист	Изм.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
1	А	1	1	АБ5.150.190 СБ	Сборочные единицы			
					Сборочный чертеж			
					Детали			
4	В	4	4	АБ7.755.015-01	Перемычка	4		
5	А	5	5	АБ7.755.015-02	Перемычка	2		

Рис. 4. Групповая спецификация печатной платы с перемычками

Стор. №		Формат		Лист	Изм.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
							Сборочные единицы		
						1	АБ5.150.190 СБ	Сборочный чертеж	
							Детали		
		А	Б	4		АБ7.755.015	Перемычка	4	
		А	Б	5		АБ7.755.016	Перемычка	2	

Рис. 5. Спецификация печатной платы с перемычками

примере. Допустим, что одним конструктором была спроектирована пластина 1, входящая в узел 11 (рис. 1).

После размещения в базе данных (ЕИП) полученных в результате разработки изделий, к этой информации получают допуск и другие участники жизненного цикла изделия. Таким образом, возможно разработка другим конструктором узла 21 (рис. 2) с использованием имеющейся пластины 1 (достаточных правах доступа к информации). Как правило, в этом случае, десятичную характеристику примененного изделия не изменяют.

Со временем может возникнуть ситуация, что необходимо в первом изделии изменить размер между проушинами. В этом случае, информация о изменениях геометрических параметров пластины 1, до второго разработчика не доходит. Следствием этого может быть брак при сборке узла 21.

Чтобы избежать данной ситуации, необходимо во втором случае, обязательно использовать для всех применяемых изделий только свою десятичную характеристику.

В общем случае, в процессе проектирования необходимо использовать не чертежи изделий, а электронные 3D-модели деталей и узлов из базы типовых конструктивных решений, собранных для каждой десятичной характеристики. Простейшим примером

такой базы моделей является иллюстрированный справочник ЕСКД (рис. 3).

Процесс формирования групповых спецификаций изделий не предусмотрен в CAD-пакетах (рис. 4), проблемно также создание групповых чертежей. Поэтому, при внедрении безбумажного документооборота, необходимого в рамках CALS-технологий, каждой разрабатываемой детали присваивается своя десятичная характеристика, а не вариант группового исполнения (рис. 5).

Таким образом, несмотря на то, что система ЕСКД позволяет выпускать групповые документы – чертежи деталей, сборочные чертежи и спецификации, в настоящее время приходится отказываться от этого. Несмотря на кажущееся увеличение времени разработки изделия, такой подход гарантирует избежание ошибок при коррекции документации в процессе жизненного цикла изделия.

Библиографические ссылки

1. Долгих Э. А., Сарафанов А. В., Трегубов С. И. Основы применения CALS-технологий в электронном приборостроении : учеб. пособие. Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2005. 137 с.

© Мурзин И. Н., Мурзин Е. Н., 2012

И. А. Онтужев
Научный руководитель – А. В. Стручков
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ И ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРИВодОВ

Приведен способ реализации метода решения математической модели динамики трансмиссии с помощью разработанной компьютерной программы GYDROTRANS II в среде Delphi. Приведено описание возможностей данной программы.

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. Спектр частот вынужденных колебаний, как в механической, так и в гидромеханической трансмиссиях различных мобильных агрегатов весьма разнообразен и зависит, главным образом, от характера внешних воздействий и конструктивных параметров.

Кроме того, не менее разнообразен в трансмиссионных системах и спектр частот свободных колебаний, характер которых определяется параметрами динамической системы.

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.

Для теоретических исследований вопросов динамики в трансмиссионных системах различных мобильных агрегатов проводятся построения их идеализированных моделей, которые позволяют провести теоретический анализ работы.

Например, при данных исследованиях рассматривалась трансмиссия строительно-дорожной машины с гусеничным двигателем, которая имеет наибольшее количество узлов, т.е. источников возмущения. Для этого 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].

С помощью программы получаем для каждого участка валопровода относительные амплитуды крутильных колебаний масс.

Программа позволяет изменять исходные данные – значения моментов инерции приведенных масс, коэффициентов демпфирования и коэффициентов жесткости участков, предварительно определенных экспериментально или теоретически для основных рабочих передач машины. В окне ввода и корректировки исходных данных переходим путем нажатия кнопки «Ввод исходных данных» основного окна программы.

После ввода или корректировки данных они записываются путем нажатия кнопки «Запись данных» и с помощью кнопки «Выход» осуществляется возврат в рабочее окно программы.

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. За единицу принимаем возмущающий момент на ведущей звездочке гусеничного движителя (рис. 4).

Затем программе дается команда «Выполнить расчеты» и «Построить графики». После того, как программа отвечает, что расчет и построение графиков закончено, в нижней части рабочего окна задаются номера участков динамической модели, для которых необходимо провести анализ диаграммы (графика) относительных амплитуд колебаний.

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.

Построенные диаграммы можно сохранить для дальнейшего изучения в виде графических файлов, путем нажатия кнопки «Сохранить графики как». Предварительно следует в окне «график» задать идентификаторы этим файлам.

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.

В настоящее время работа над совершенствованием данной программы продолжается. Проводится

оценка достоверности получаемых в ходе вычислительных экспериментов результатов.

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 : науч. журнал. БрГУ. Братск, 2010. № 2.

2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011615364 08.07.2011. Программа для ЭВМ GYDROTRANS II / Ереско С. П., Стручков А. В., Климов А. А., Кочкун В. С., Ереско Т. Т.

© Онтужев И. А., 2012

УДК 004.91

В. В. Онтужев

Научный руководитель – С. П. Ереско

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

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА

Описывается предложенная авторами, система электронного документа оборота с использованием электронной цифровой подписи и рекомендуемая последовательность этапов внедрения системы документооборота на предприятии.

Документ – материальный объект с информацией, закрепленной созданным человеком способом, для её передачи во времени и пространстве. Задача документа – зафиксировать информацию в таком виде, чтобы её можно было использовать во времени и передавать на расстоянии [1]. Система – это совокупность элементов, упорядоченно взаимодействующих друг с другом и с элементами подсистемы, предназначенная для выполнения определенных функций и обладающая определенными свойствами, сводящимся к сумме свойств элементов входящих в систему. Этими элементами в системе электронного документооборота и являются документы.

С развитием информационных технологий для документооборота открылись огромные возможности. С появлением и развитием сети общественного пользования и его важным атрибутом – электронной почтой, проблема расстояния перестала быть проблемой. По электронной почте электронный документ приходит к получателю в считанные минуты.

Причины использования документооборота – это автоматизированный процесс подготовки документов обусловлен потребностью в более быстрой и качественной обработке информации. Система электронного документооборота позволяет избежать потери и передачи электронных данных, в том числе представляющих коммерческую тайну, в руки конкурентам или сотрудникам, не имеющим доступа к данной информации. Благодаря автоматизации документооборота. Всегда можно будет знать сферу применения, источники и место нахождения любого документа, и ограничивать права доступа.

Основными принципами электронного документооборота, является: однократная регистрация документа,

позволяющая однозначно идентифицировать документ; возможность параллельного выполнения операций, позволяющая сократить время движения документов и повышения оперативности их исполнения; непрерывность движения документа, позволяющая идентифицировать ответственного за исполнение документа в каждый момент времени жизни документа; единая база документной информации, позволяющая исключить возможность дублирования документов; эффективно организованная система поиска документа, позволяющая находить документ, обладая минимальной информацией о нём; развитая система отчетности по различным статусам и атрибутам документов, позволяющая контролировать движение документов по процессам документооборота и принимать управленческие решения, основываясь на данных из отчетов.

В процессе подготовки к внедрению системы электронного документооборота в компании решаются все организационные вопросы. Их недостаточная проработка может снизить эффективность работы продукта. Основными организационными аспектами являются разработка и согласование программы, плана внедрения, выбор руководителя проекта, создание рабочей группы. После решения данных вопросов происходит непосредственно внедрение программного комплекса, осуществляемое в несколько этапов.

На первом этапе производится анализ организационной структуры компании, выявляются основные бизнес-процессы, пути их оптимизации, описывается схема движения внутреннего и внешнего документооборота.

На втором этапе составляются номенклатуры документов, формируются справочники и классификаторы, подготавливаются инструкции.

Третий этап: автоматизированная система документооборота адаптируется в соответствии с информацией, которая получена на этапе анализа. Устанавливается программа, проводится настройка и опытная эксплуатация. Если после проверки выявляются недочеты, производится повторная настройка.

Последний этап – обучение персонала. Система автоматизации должна позволять сотрудникам, использующим электронный документооборот, вызывать контекстную справку для разрешения трудностей в работе с программным комплексом.

Электронный документ, в отличие от бумажного документа, невозможно закрепить печатью или подписью. Поэтому в нем их функции выполняет электронная цифровая подпись – информация в электронной форме, которая присоединена к другой информации в электронной форме (подписываемой информации) или иным образом связана с такой информацией и которая используется для определения лица, подписывающего информацию [2].

Известно, что содержимое любого документа представлено в компьютере как последовательность байтов и потому может быть однозначно описано определенным (очень длинным) числом или последовательностью нескольких более коротких чисел. Чтобы «укоро-

тить» эту последовательность, не потеряв ее уникальности, применяют специальные математические алгоритмы, такие как контрольная сумма или хеш-функция. Если каждый байт файла умножить на его номер в файле и полученные результаты суммировать, то получится более короткое, по сравнению с длиной файла, число. Изменение любого байта в исходном файле меняет итоговое число. На практике используются более сложные алгоритмы, исключающие возможность введения такой комбинации искажений, при которой итоговое число осталось бы неизменным. Хеш-функция определяется как уникальное число, полученное из исходного файла путем его «обсчета» с помощью сложного, но известного алгоритма [3].

Библиографические ссылки

1. ГОСТ 16.48.7–83. Делопроизводство и архивное дело. Термины и определения.
2. Федеральный закон Российской Федерации от 6 апреля 2011 г. № 63-ФЗ.
3. ГОСТ Р 34.11-94. Информационная технология. Криптографическая защита информации. Функция хеширования.

© Онтужев В. В., 2012

УДК 621.855

Д. Д. Семенов, А. В. Доброва

Научный руководитель – А. Г. Ермолович

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

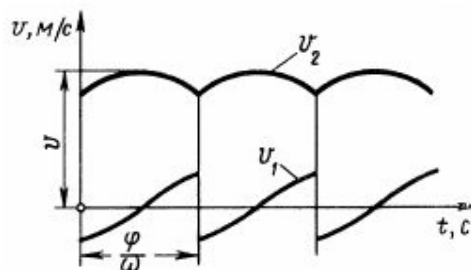
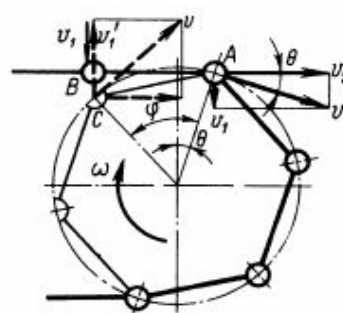
КОЛЕБАНИЯ ВЕДУЩЕЙ ВЕТВИ ЦЕПНОГО ПРИВОДА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Рассмотрено влияние колебаний ведущей цепи цепного привода перемещения рабочего органа на работу привода. Определено влияние колебаний на определение межосевого расстояния цепной передачи.

На режим работы цепной передачи влияют как внутренние факторы, постоянно действующие в цепном контуре (эксцентриситеты и полигональный эффект звездочек, удары в зацеплении), так и кратковременные изменения внешнего момента сопротивления. Если исследованию установившегося режима работа цепной передачи посвящено значительное число работ, то исследования перегрузочного режима работы цепных передач практически не проводились.

Большинство цепных передач работает при повторяющихся перегрузках, поэтому задача изучения возможностей роликотной цепной передачи воспринимать кратковременную перегрузку является актуальной.

Работа цепной передачи сопровождается поперечными колебаниями ветвей цепи и ударами шарниров цепи о зубья звездочки. Эти колебания и удары вызываются периодическими изменениями скорости вращения звездочек и приводят к возникновению дополнительных динамических нагрузок. Наиболее опасными являются резонансные колебания, характеризующиеся совпадением частоты возмущающих импульсов с частотой собственных колебаний.



Скорости шарниров цепи и зубьев ведущей звездочки, графики изменения скоростей v_2

Как известно движение ведомой звездочки определяется скоростью v_2 . Периодическое изменение этой скорости сопровождается непостоянством передаточного отношения i и дополнительными динамическими нагрузками. Со скоростью v_i связаны поперечные колебания ветвей цепи и удары шарниров цепи о зубья звездочки. Колебания и удары в свою очередь вызывают дополнительные динамические нагрузки. Перечисленные отрицательные кинематические и динамические свойства передачи проявляются тем сильнее, чем меньше число зубьев звездочки z .

Установлено, что при отсутствии резонансных колебаний вредное влияние пульсации скоростей V_i и v_2 в значительной степени снижается вследствие упругости и провисания цепи. Для рекомендуемых значений параметров непостоянство передаточного отношения не превышает 1...2 %, а динамические нагрузки составляют несколько процентов от окружной силы F_t . При большинстве режимов работы цепных передач резонансные колебания не наблюдаются, так как частота возмущающих импульсов больше частоты собственных колебаний. Кроме того, амплитуды колебаний уменьшаются вследствие демпфирующих свойств цепи.

Критическая частота вращения n_{1k} определяется по формуле

$$n_{1k} = \frac{30}{z_1 \cdot a} \cdot \sqrt{\frac{F_1}{q}},$$

где z_1 – число зубьев ведущей звездочки; a – межосевое расстояние; F_1 – натяжение ведущей ветви; q – масса 1 м длины цепи.

Воспользуемся стандартными параметрами цепных роликовых передач по ГОСТ 13568-75 и опреде-

лим критические частоты. Для однорядных цепей при $z_{1\min} = 11$; $a = 1,0$ м; изменения шага от 12,7 до 50,8 мм, разрушающей нагрузки от 18,2 до 226, 8 кН; критические частоты изменяются от 353 до 423 об/мин.

Допускаемые значения частот вращения приводных цепей изменяются от 300 об/мин при шаге 50,8 мм до 1 250 при шаге 12,7 мм. Для определения минимального значения межосевых расстояний воспользуемся формулой [1]

$$a = \frac{30}{z_1 \cdot [n_1]} \cdot \sqrt{\frac{F_1}{q}},$$

где $[n_1]$ – допускаемые частоты вращения.

Для приведенных диапазонов изменения шага цепи, разрушающей нагрузки, допускаемых частот получим, что межосевое расстояние изменяется от 340 мм при шаге 12,7 мм и допускаемой частоте 1 250 об/мин до 1 391 мм при $t = 50,8$ мм и $[n_1] = 300$ об/мин. Аналогичные результаты получены для двухрядных цепей.

Библиографические ссылки

1. Метильков С. А. Исследование поперечных колебаний ветвей цепных передач сельскохозяйственных машин и их влияние на изнашивание роликовых цепей: 05.02.02: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Краснодар, 1979. 22 с.
2. Готовцев А. А., Котенок И. П. Проектирование цепных передач : справочник. М. : Машиностроение, 1982.

© Семенов Д. Д., Доброва А. В., 2012

УДК 681.5.073

М. С. Учуватов

Научный руководитель – Т. Т. Ереско

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

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА НАПЫЛЕНИЯ РАВНОМЕРНОГО ПРОВОДЯЩЕГО СЛОЯ НА ВНУТРЕННЮЮ ПОВЕРХНОСТЬ ВОЛНОВОДА ММ-ДИАПАЗОНА

Проведено теоретическое исследование возможности напыления равномерного проводящего слоя на внутреннюю поверхность линейного волновода мм-диапазона.

Сегодня освоение диапазона частот миллиметровых волн не возможно без применения специальной техники. Одно из таких решений – волноводы миллиметрового диапазона. Для обеспечения необходимого уровня качества конструкции и токопроводящему покрытию волновода предъявляются жесткие требования. Так, например, токопроводящее покрытие должно быть равномерным по всему сечению волновода, должны отсутствовать окислы и загрязнения, приводящие к росту диэлектрических потерь, необходимо обеспечить высокое качество обработки с целью получения минимальных активных потерь.

В настоящее время не один из основных методов получения токопроводящего покрытия на внутрен-

нюю поверхность волновода миллиметрового диапазона не позволяют получить токопроводящую поверхность, согласно предъявляемым требованиям. Прежде всего, это связано с тем, что волноводы миллиметрового диапазона имеют достаточно малое сечение.

Одним из способов решения проблемы получения равномерного токопроводящего слоя на внутренней поверхности волновода миллиметрового диапазона является использование сильно ионизированного пара, под воздействием электрического или магнитного поля с возможностью контроля координат осаждения ионов. Источник атомов осаждаемого металла находится вне волновода. При этом если волновод линей-

ный, то достаточно расположить, лишь одну ионную пушку на одном из концов волновода. Ионные пучки необходимо сталкивать внутри волновода, т. е. изменяя энергию частиц одного из пучка, возможно перемещать место столкновения вдоль волновода. Меняя угол отклонения пучков, можно приближать их к покрываемому участку поверхности. Если волновод имеет не линейную конструкцию (один сгиб), тогда, необходимо использовать два источника ионных пучков, расположенных на входах в волновод, но определять координаты осаждения простым сталкиванием, как в первом случае, теперь не возможно. Необходимо их направлять на покрываемые внутренние участки волновода, находящиеся в зоне видимости, отклоняя пучок. Для отклонения ионного пучка, целесообразно использовать электростатическую отклоняющую систему. Так как, для тяжелых ионных пучков, магнитная отклоняющая система потребует огромного расхода энергии, внешнего охлаждения, и, вдобавок, обладает значительной инерционностью. Регулирование энергии пучка происходит с изменением ускоряющего напряжения между катодом и анодом.

Чтобы проверить возможность реализации данного метода на практике, был проведен расчет и моделирование предложенного способа посредством компьютерного приложения *CST PARTICLE STUDIO* – программный пакет для изучения поведения заряженных частиц в электромагнитных полях.

Для этого была построена модель линейного волновода миллиметрового диапазона длиной l , по краям которого расположены ионные пушки (рис. 1).

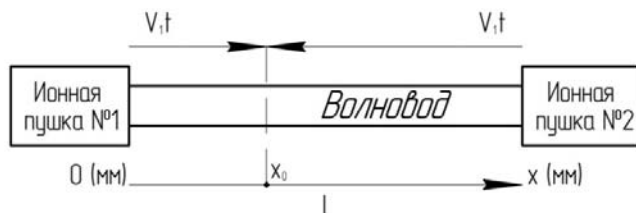


Рис. 1. Модель системы для нанесения токопроводящего слоя на внутреннюю поверхность линейного волновода мм-диапазона

В результате расчета соотношения скоростей необходимых для столкновения ионов в заданной координате – x_0 , получили следующее уравнение:

$$\frac{\Delta U_2}{\Delta U_1} = \left(\frac{1}{x_0} - 1 \right)^2$$

где ΔU_1 и ΔU_2 – ускоряющее напряжение между катодом и анодом; x_0 – координата столкновения частиц.

Исходя из приведенной зависимости видно, что меняя отношение ускоряющих напряжений, можно получить различные координаты места столкновения ионов.

В качестве отклоняющей системы были использованы две параллельные прямоугольные пластины одинаковой площадью S (рис. 2).

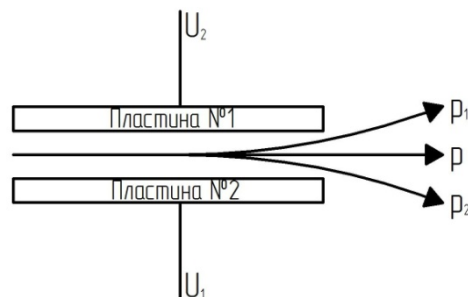


Рис. 2. Модель-схема отклоняющей системы

При использовании данной системы выбор направления P_1 или P_2 , зависит от приложенного напряжения U_1, U_2 . Т. е. направление P_1 при $U_2 > U_1$ и, наоборот. Направление P – при равенстве приложенных напряжений. Угол же, на который происходит отклонения луча рассчитывался по следующей формуле:

$$\varphi = \arctg \left(\frac{V_z}{V} \right) = \arctg \left(\frac{mU_{12}n}{2\Delta U d} \right)$$

где m – масса иона; U_{12} – напряжение на отклоняющих пластинах; d – расстояние между пластинами; ΔU – ускоряющее напряжение ионной пушки; V – групповая скорость ионного потока; V_z – нормальная скорость (по нормали к поверхности отклоняющих пластин).

Дальнейшее моделирование в указанном пакете показало рациональность и целесообразность реализации данного метода на практике. Также, в процессе моделирования выяснилось, что при добавлении в систему еще одной пары отклоняющих пластин, установленных ортогонально относительно присутствующих в системе, и фокусирующих электродов в ионную пушку, возможно получение системы, способную наносить пленку равномерно на всю внутреннюю поверхность волновода миллиметрового диапазона.

© Учуватов М. С., 2012

УДК 519.21

В. М. Феоктистов, Р. А. Гумбатов
 Научные руководители – В. И. Кулешов, В. А. Меновщиков
 Сибирский федеральный университет, Красноярск,

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФИНИШНОЙ, СУПЕРФИНИШНОЙ И ПРИТИРОЧНОЙ ОПЕРАЦИЙ ОПОРНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ

Предлагаются уравнения зависимости уровня шероховатости от величины снимаемого слоя при использовании различных методов доводочных операций.

Многочисленными исследованиями установлено, что определяющую роль в обеспечении эксплуатационных характеристик играет состояние поверхностного слоя, который окончательно формируется при финишных операциях.

Микрогеометрия поверхностей деталей машин и механизмов является одним из важнейших эксплуатационных параметров, определяющих надежность и долговечность изделий. Таким образом, особую важность имеют доводочные операции, обеспечивающие качество поверхности.

Постановка задачи. Целью настоящей работы является выявление зависимости между качеством поверхности и снимаемым слоем при различных доводочных операциях механической обработки цилиндрических поверхностей.

Объект исследования. Сравнению подвергались данные, полученные с помощью исследования шероховатости поверхностей дорожек качения игольчатых подшипников переносным полуавтоматическим прибором для измерения шероховатости поверхности T1000 basic класса точности 1.

Анализ экспериментальных данных проводился статистическими методами. Неизбежное рассеивание результатов механических испытаний материалов и деталей машин предопределяет применение корреляционного анализа. Повышенная трудоемкость и длительность испытаний при циклических нагрузках обуславливает их малое число. Отличительной особенностью корреляционного анализа при малом числе (менее 30) испытаний заключается в особых методах оценивания доверительных границ коэффициентов корреляции, предложенных Фишером.

Для получения уравнений, за основные данные было взято отношение толщины снимаемого слоя материала, к уровню шероховатости рассчитанной по формуле

$$t/v = u,$$

где t – величина снимаемого слоя материала; v – уровень шероховатости.

В результате анализа были получены уравнения регрессии:

$$\text{для финишной обработки: } v = 1,923u^{-0,508},$$

$$\text{для суперфинишной: } v = 2,449u^{-0,716},$$

$$\text{для лапингования: } v = 0,832u^{-0,404}.$$

Обработывая данные в программе «STATGRAPHICS Centurion», с триальной лицензией на 30 дней, простой регрессией получаем первую, аппроксимируемую к прямой линии, модель (рис. 1).

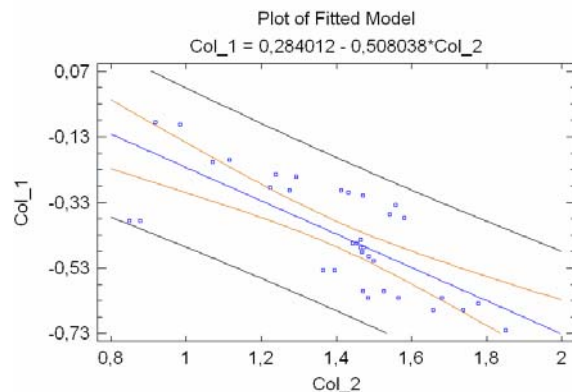


Рис. 1

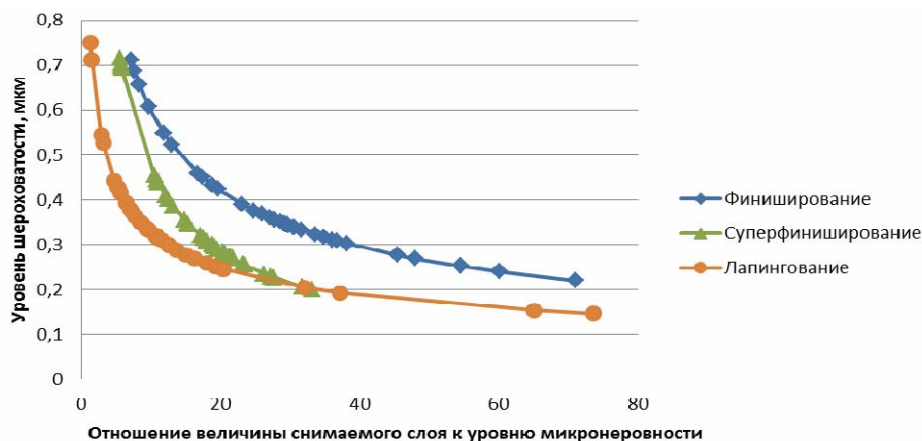


Рис. 2

При выполнении регрессионного анализа получено уравнение регрессии, которое показывает с учетом 95 % доверительного интервала в среде STATGRAPH и для ручного расчета одинаковые значения параметров.

Эти уравнения позволяют прогнозировать величину снимаемого слоя исходя из требуемого уровня шероховатости и используемой доводочной обработки (рис. 2).

Из рисунка видно, что лапингованием и суперфинишированием достигается быстрее высокий уровень шероховатости, чем при финишировании.

При уровне шероховатости до 0,2 мкм желательнее проведение лапингования, чем приобретение ровной поверхности при финишных и суперфинишных операциях, осуществляемых путем шлифования.

На основе экспериментальных данных получены уравнения зависимости уровня шероховатости от величины снимаемого слоя при использовании различных методов доводочных операций, что позволит прогнозировать качество поверхности.

© Феокистов В. М., Гумбатов Р. А., 2012

УДК 621.52

И. И. Хоменко, В. П. Тен, Д. А. Гейль

Научный руководитель – Т. Т. Ереско

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

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЙ СПОСОБ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЯ В ВАКУУМЕ НА ДЕТАЛИ РКТ

Проведен анализ методов, используемых для нанесения покрытий из драгоценных металлов в вакууме на детали РКТ, сделан вывод о необходимости разработки новой конструкции катода для экономного для экономики наносимого материала покрытия.

В настоящее время широко применяют методы вакуумного нанесения покрытий на детали, заключающиеся в испарении металлов, сплавов или химических соединений в высоком вакууме с последующим осаждением и отверждением их на поверхности подложки (грунта). Если обобщить основные преимущества вакуумного напыления можно назвать следующие: отверждение и осаждение происходит на поверхности подложки (детали) из парообразного состояния, получаемое покрытие становится однородным; покрытие формируется в высоком вакууме, оно получается чистым и не содержит примесей; высокая скорость осаждения покрытия позволяет осуществлять крупносерийное напыление больших площадей; процесс формирования покрытий относительно несложен, кроме того, можно осуществлять электрическое управление испарителями, поэтому в производстве достигается высокая контролируемость; метод вакуумного напыления дает возможность создавать покрытия из материалов, которые трудно или даже невозможно нанести другими методами.

Имеются и другие преимущества, но с другой стороны, остается и несколько серьезных проблем. Поэтому применяются различные приемы, соответствующие разным материалам и целям применения, что дает довольно хорошие результаты. Область возможных путей использования метода вакуумного напыления весьма широка, она не ограничивается только исследованиями и разработкой удобной техники получения высококачественных покрытий, ценность метода обнаруживается также и в промышленных областях.

При эксплуатации деталей РКТ в космосе возникает необходимость наносить покрытия из дорогостоящих материалов: серебра, золота, платины и др., которые необходимо расходовать экономно. При этом используются следующие методы вакуумного осаждения покрытий:

– термическое испарение – заключается в нагреве наносимого вещества, которое плавится, а затем переходит в парообразное состояние;

– ионно-плазменное распыление – осуществляется бомбардировкой специальной мишени ионами плазмы газового разряда низкого давления;

– метод катодного распыления – реализует разрушение катода в результате его бомбардировки ионизированными молекулами разреженного газа. Преимуществами катодного распыления перед термическим испарением в вакууме являются: большая энергия распыленных атомов, что приводит к улучшению адгезии; низкие температуры в процессе нанесения пленки; возможность травления материалов, которые не поддаются другим методам травления; возможность предварительной очистки подложки обработкой тлеющим разрядом; для этого необходимо изменить полярность электродов; параметры напыления можно выбрать такими, чтобы поверхностный потенциал подложки не изменялся при напылении; регулируя состав пленки, можно добиться того, чтобы коэффициент термического расширения пленки соответствовал подложке, что позволяет избежать термических напряжений в покрытиях; можно получить большую поверхность и равномерность толщины полученных пленок. Это связано с тем, что при катодном распылении материал напыляется на подложку не с точечного источника, а с плоской поверхности катода, размеры которого могут значительно превышать расстояние от катода до подложки.

Широкое применение данного способа нанесения покрытия на детали РКТ обосновано его преимуществами. Авторами предлагается расширить эти преимущества посредством катода оригинальной конструкции, позволяющего экономно расходовать драгоценный металл, напыляемый на деталь. В настоящее время разрабатывается заявка на подачу патента на полезную модель.

© Хоменко И. И., Тен В. П., Гейль Д. А., 2012

УДК 621

С. В. Белоусов, А. В. Бровкин, Д. Кравчук

Научный руководитель – Ю. Д. Антонов

Ресурсный центр коллективного пользования «Космические аппараты и системы», Красноярск

РАЗРАБОТКА БЛОКА ИЗМЕРЕНИЯ И РЕГИСТРАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ВОЗДУХА ДЛЯ КОНТЕЙНЕРА ТРАНСПОРТИРОВОЧНОГО

Представлен проект блока измерения и регистрации параметров воздуха транспортировочного контейнера для доставки космических аппаратов (КА).

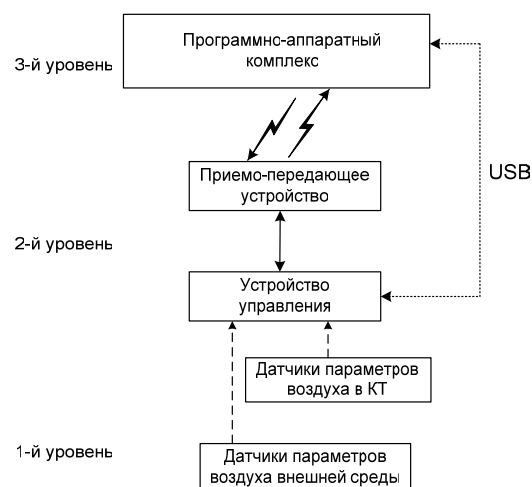
Блок измерения и регистрации параметров воздуха (БИПВ), предназначенный для определения расчетного значения перепада давления в контейнере транспортировочном (КТ) и расчета точки росы в процессе его эксплуатации, а также для измерения, регистрации, хранения, обработки и передачи данных о чистоте, влажности, давлении и скорости потока воздуха в течение испытаний КТ.

БИПВ входит в состав программно-аппаратного комплекса и комплекта оборудования для определения теплофизических характеристик и оценки параметров среды в КТ, разработанного согласно техническому заданию предприятия ОАО «ИСС» имени академика М. Ф. Решетнева.

В состав комплекта оборудования входят:

- блок измерения и регистрации параметров воздуха;
- комплект датчиков влажности воздуха;
- комплект датчиков давления воздуха;
- комплект датчиков чистоты воздуха;
- датчик скорости воздуха;

- комплект кабелей;
- радиопередающая аппаратура.



Общая схема построения комплекта

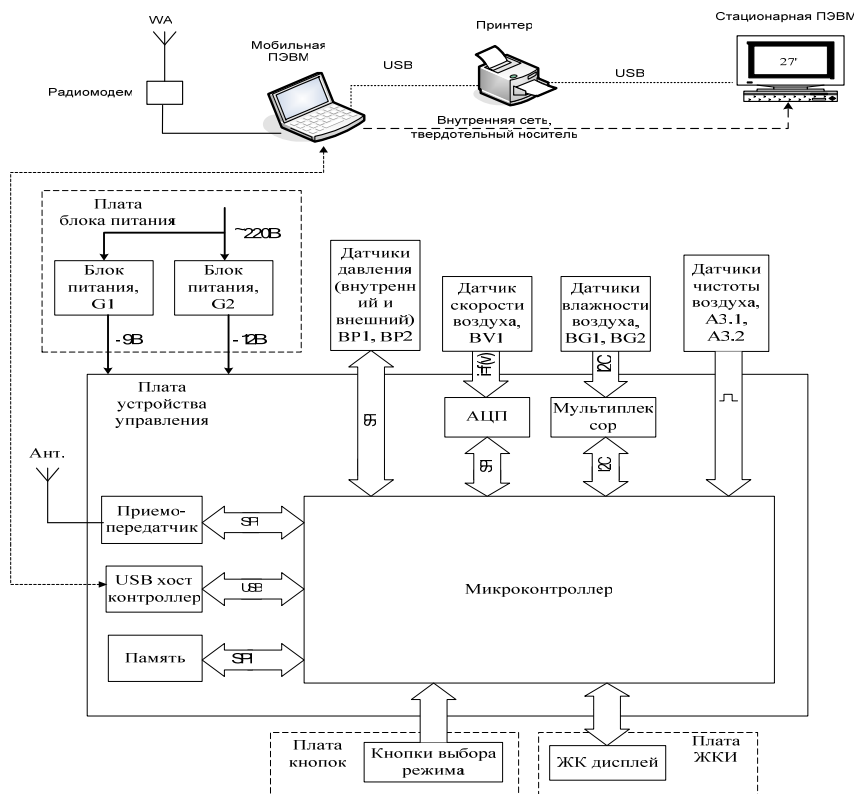


Схема структурная БИПВ

Организация связи с датчиками:

- цифровые датчики влажности подключены к микроконтроллеру по 2-х проводному интерфейсу I2C через мультиплексор;
- цифровые датчики давления подключены к микроконтроллеру по интерфейсу SPI;
- токовый выход датчика скорости воздуха через «шунт» подключен к 12-ти разрядному АЦП. АЦП подключен к микроконтроллеру по интерфейсу SPI;
- импульсный выход датчика чистоты воздуха подключен к порту ввода/вывода микроконтроллера.

Передача данных в программно аппаратный комплекс осуществляется по двум каналам: проводному и беспроводному. В качестве проводного канала передачи данных используется интерфейс USB. Для реализации USB интерфейса на плате устройства управления установлен USB хост контроллер, подключенный к микроконтроллеру. В качестве беспроводного канала передачи данных используется приемопере-

датчик 2,4ГГц. Приемопередатчик подключен к микроконтроллеру по интерфейсу SPI.

Данный комплект оборудования превосходит свои аналоги по многим параметрам. В частности данное устройство может работать в расширенном диапазоне температур ($-40...+60\text{ }^{\circ}\text{C}$), а датчики всех типов обладают высокой точностью. Также имеется возможность масштабирования. Используемые компоненты обеспечивают гарантийный срок эксплуатации не менее 10 лет. При внесении незначительных изменений (изменение кода прошивки, изменения программного обеспечения, подключение датчиков других типов) БИПВ можно использовать в других целях или в иных типах испытаний.

© Белоусов С. В., Бровкин А. В.,
Кравчук Д., 2012

УДК 621

А. В. Бровкин, А. С. Чупров, К. С. Погребных
Научный руководитель – Ю. Д. Антонов

Ресурсный центр коллективного пользования «Космические аппараты и системы», Красноярск

СОЗДАНИЕ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА И КОМПЛЕКТА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ СРЕДЫ В КОНТЕЙНЕРЕ ТРАНСПОРТНОМ (КТ)

Приведено описание и принцип работы разрабатываемого программно-аппаратного комплекса и комплекта оборудования для определения теплофизических характеристик и оценки параметров среды в КТ.

В настоящее время проведена работа по разработке программно-аппаратного комплекса и комплекта оборудования для определения теплофизических характеристик и оценки параметров среды в КТ для КА по ТЗ ОАО «ИСС».

Разрабатываемый комплект оборудования для оценки теплофизических характеристик контейнера и параметров средств обеспечения теплового режима (СОТР) предназначен для следующих задач:

1) На этапе проектирования и разработки КД на КТ – для оценки (расчёта) необходимой мощности нагревательной установки и хладопроизводительности холодильной установки СОТР для поддержания в КТ директивной температуры при заданных внешних условиях и проектных параметрах конструкции КТ (габариты, масса, толщина теплоизоляции и др.);

2) На этапе экспериментальной отработки и испытаний КТ:

для измерения, регистрации, хранения и обработки данных о температуре внутренних и внешних поверхностей стенок контейнера и газа (воздуха) внутри и снаружи контейнера в течение времени проведения испытаний КТ;

для измерения, регистрации, хранения и обработки данных о влажности воздуха в КТ в течение времени проведения испытаний КТ;

для измерения фактической хладопроизводительности холодильной установки СОТР;

3) На этапе обработки экспериментальных данных:

для оценки достаточности фактической мощности нагревательной установки и хладопроизводительности холодильной установки СОТР для поддержания в КТ директивной температуры при заданных внешних условиях и фактической конструкции КТ;

расчёта и построения графиков скорости снижения/повышения температуры газа в КТ при неработающих нагревательной и холодильной установок;

расчёта точки росы на внутренних стенках КТ и поверхности КА, установленного в КТ;

4) На этапе эксплуатации КТ:

для оценки степени деградации параметров теплоизоляции КТ;

для оценки степени деградации параметров холодильной установки СОТР КТ.

Оборудование для оценки теплофизических характеристик контейнера и параметров СОТР КТ включает в себя:

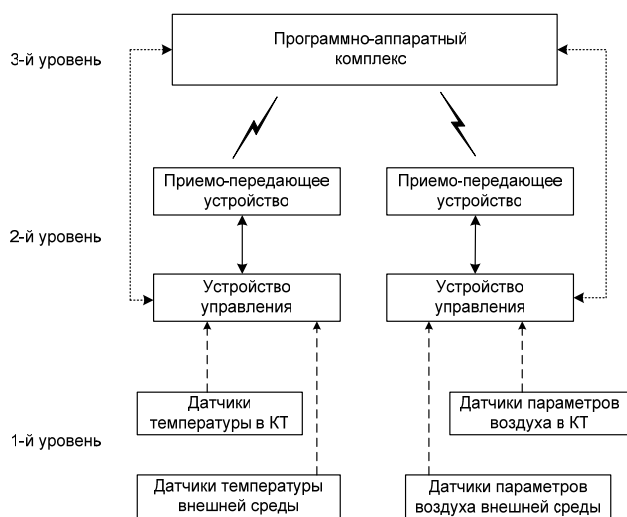
– оборудование для оценки теплофизических характеристик контейнера и параметров СОТР КТ;

– оборудование для оценки параметров воздуха (давление, чистота, влажность) в КТ;

– программно-аппаратный комплекс для оценки теплофизических характеристик контейнера, параметров СОТР и воздуха в контейнере.

Для выполнения требуемых задач, комплект строится по принципу 3х уровневой системы. Первый уровень – непосредственное измерение физических параметров (температура поверхности КТ; темпера-

тура, давление, влажность среды в КТ, температура, давление, влажность внешней среды) осуществляется первичными устройствами, соответствующими датчиками. Второй уровень системы включает в себя устройства, которые выполняют сбор измеренных параметров, их преобразование в цифровой код, хранение данных измерений и устройств передачи данных на следующий уровень системы. Третий уровень – программно-аппаратный комплекс.



Выбор типа соединения датчиков с устройством управления зависит от многих критериев. Основными являются требования ТЗ предъявляемые к комплекту.

Передача данных в программно аппаратный комплекс реализуется по двум каналам, проводному и беспроводному. Проводной канал данных осуществ-

ляется по USB-интерфейсу. Беспроводной канал передачи данных организован посредством радиопередающих устройств, работающих в частотном диапазоне 2,4ГГц. Устройства объединены в беспроводную сеть, организованную по топологии «звезды». Координатором сети является радиомодем, подключаемый к мобильной ПЭВМ. Данная схема построения беспроводной сети допускает масштабирование комплекта. Радиоприёмопередающая аппаратура устройств управления 2-го уровня комплекта размещается непосредственно в блоках БИТХ и БИПВ. Антенна подключается непосредственно к блокам. Для выноса антенны из КТ предусмотрено подключение удлинительным антенным кабелем.

В программно аппаратный комплекс комплекта входят мобильная персональная электронная вычислительная машина с радиомодемом, стационарная персональная электронная вычислительная машина и цветной принтер.

Преимущества данного комплекта оборудования:

- 1) Возможность масштабирования;
- 2) относительная простота и дешевизна в проектировании и реализации устройств;
- 3) использование датчиков любого типа;
- 4) возможность хранения данных в устройствах управления второго уровня
- 5) 2 типа подключения (USB и радиосвязь);
- 6) Дальность действия до 1000 м;
- 7) Высокая точность измерений.

© Бровкин А. В., Чупров А. С.,
Погребных К. С., 2012

УДК 621.3:34

А. В. Лебедев

Научный руководитель – А.С. Сидоров

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

ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ НЕПРЕРЫВНОГО СТАБИЛИЗАТОРА ТОКА С АКТИВНЫМ ТОКОВЫРАВНИВАНИЕМ

Представлены результаты исследования устойчивости имитационной модели, в формате P-Spise, основной подсистемы имитатора солнечных батарей – стабилизатора тока с активным токовыравниванием регулирующих элементов.

Имитаторы электрических характеристик солнечных батарей (ИСБ) широко применяются при наземных испытаниях энергосистем космических аппаратов. Для обеспечения требуемых динамических характеристик в ИСБ применяют стабилизаторы тока (СТ) с непрерывными усилителями мощности (НУМ), транзисторы которых включаются по схеме общий эмиттер или общий исток [1].

В работе [2] для повышения качества и надёжности ИСБ с НУМ предлагалось использовать непрерывный усилитель мощности с активным токовыравниванием между транзисторами. В данной работе разработана имитационная модель и проведено ис-

следование устойчивости СТ с НУМ данного типа. Вначале, по прилагаемым к транзистору справочным данным, с помощью программы Model 7.0 была создана модель используемого в НУМ полевого транзистора STW13NK50Z в формате P-Spise. Модели остальных элементов схемы взяты из стандартной библиотеки пакета моделирования MicroCap 7.1. Имитационная модель СТ (рис. 1) содержит два НУМ с активным токовыравниванием.

Каждый НУМ охвачен безынерционной местной обратной связью по току истока регулирующего транзистора, а общая обратная связь берется по току нагрузки (суммарному току транзисторов).

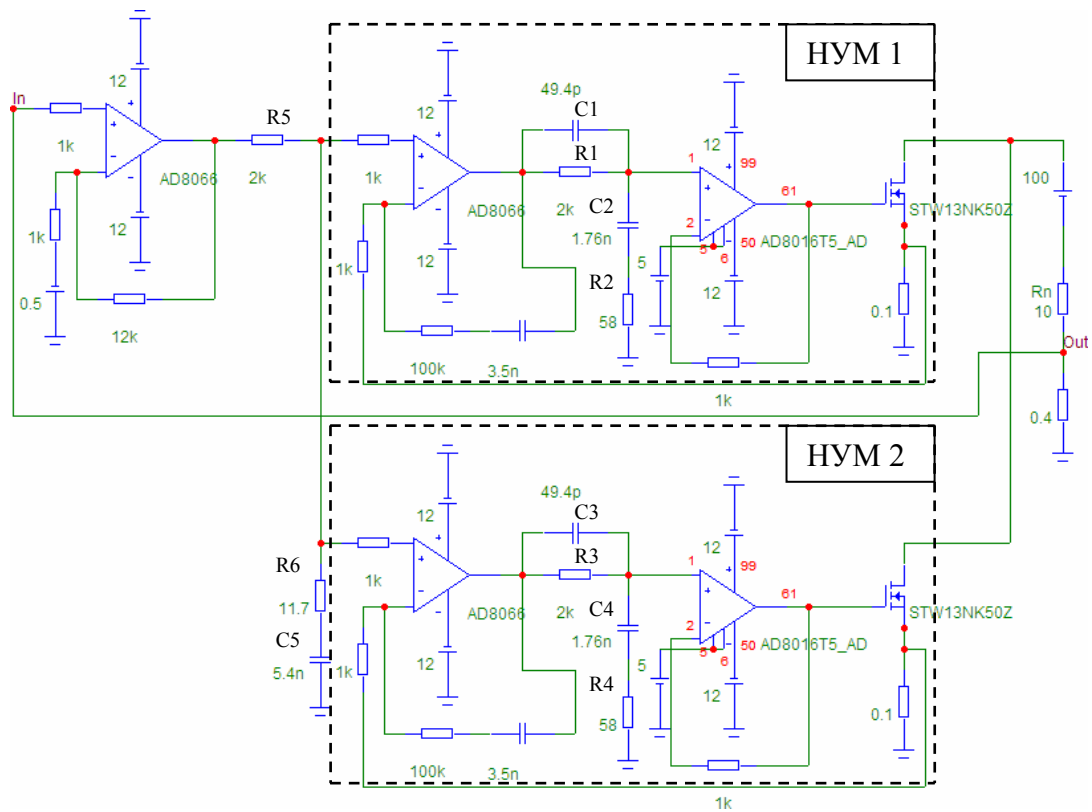


Рис. 1. Имитационная модель СТ

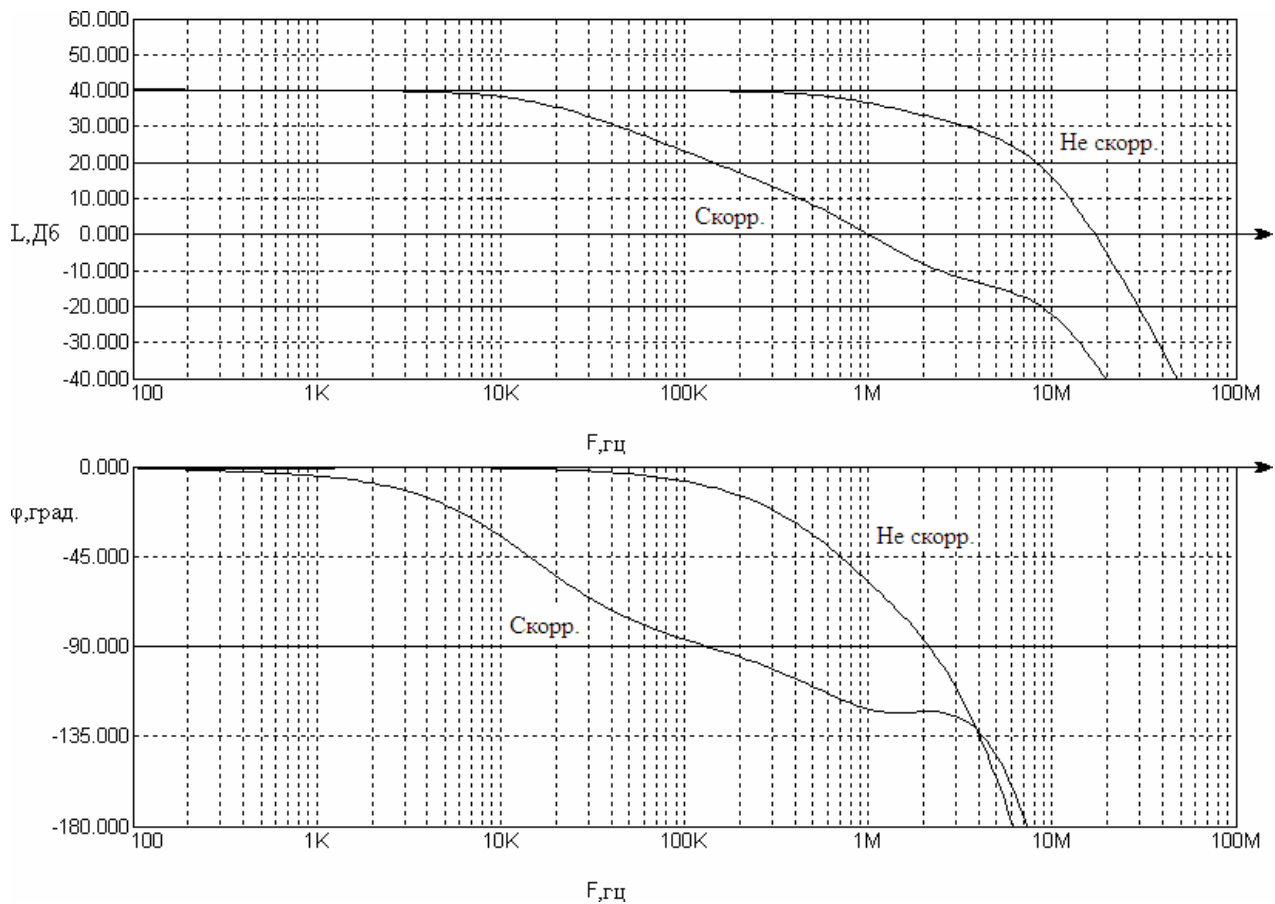


Рис. 2. ЛЧХ разомкнутого скорректированного стабилизатора тока

Для обеспечения требуемой полосы пропускания СТ ($F_{cp} = 1,0 \text{ МГц}$) предложена двухступенчатая коррекция: корректирующее устройство во внутреннем контуре НУМ (C1, C2, C3, C4, R1, R2, R3, R4) и корректирующее устройство во внешнем контуре НУМ (R5, R6, C5). В работе методом логарифмических частотных характеристик проведен синтез схем и параметров корректирующих устройств.

С помощью имитационной модели путём вычислительного эксперимента получены (рис.2) логарифмическая амплитудная частотная характеристика и фазо-частотная характеристики скорректированного СТ с активным токовыравниванием.

Результаты моделирования подтвердили правильность проведенных расчётов КУ, выполнение условий

согласования параметров КУ и узлов электрической схемы СТ.

Библиографические ссылки

1. Сидоров А. С., Мизрах Е. А. Моделирование имитатора солнечных батарей с каскадным включением импульсного и непрерывного усилителей мощности // Вестник СибГАУ. Вып. 1(14). Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2007. С. 7–12.

2. Лебедев А. В., Сидоров А. С. Повышение качества и надёжности имитаторов солнечных батарей с непрерывным усилителем мощности // Материалы XXXVIII Междунар. молод. конф. «Гагаринские чтения». МАТИ. М., 2012.

© Лебедев А. В., 2012

УДК 62.3

В. В. Мысягин

Научный руководитель – С. Г. Овчинников

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО НАГРЕВАТЕЛЯ ПОДЛОЖЕК ДЛЯ ВАКУУМНЫХ КАМЕР

Рассматривается электрический нагреватель кремниевых подложек в вакуумной камере, его проблемы и возможные пути решения.

В настоящее время вакуумные установки широко используются в различных научных исследованиях всего мира. Например, в Институте Физики имени Киренского города Красноярска производятся изучение свойств магнитных материалов (напыление марганца на кремниевую подложку) в вакуумной камере, имя которой «Ангара». В ней для правильного напыления различных веществ на подложку необходим её равномерный нагрев с минимальным градиентом температур. На данный момент этого не происходит в связи с недостаточно точным расчётом геометрии, свойств и параметров электрических нагревателей. В результате отжига получается подложка с неровной поверхностью, на которой имеются остатки технологической грязи. Это оказывает сильное влияние на напыление атомных слоёв осаждаемого вещества. После чего получается ещё более неровная поверхность, обладающая в основном другими свойствами, в отличие от тех, которые могли быть получены, и уже при исследованиях получившегося материала возникают проблемы с измерением его характеристик.

Существует большое количество аналогов электрического нагревателя для отжига подложек с различными параметрами и конструкцией, но ни один из них не имеет всех необходимых характеристик: простоты конструкции; высокой надёжности; возможности импульсного нагрева; использования высокотемпературного режима и равномерного нагрева подложки.

Как известно, в большинстве случаев лучшие модели приборов расположены в исследовательских институтах. Однако, проектирование нагревателя ИФ им. Киренского показало, что система не только далека от идеала, но и не выполняет основных требова-

ний. В результате расчётов было выявлено, что температура на поверхности подложки колеблется от 1174 К до 1349 К. Разница между ними очень высока, в итоге получается подложка не только с нужным монокристаллическим, но также и с поликристаллическим, что в дальнейшем может сказаться на результатах экспериментов (если не правильно выбрать исследуемую поверхность).

После анализа исходной модели было выявлено, что самыми важными деталями, изменение конструкции которых влечёт за собой изменение большинства характеристик нагревателя, являются спираль и рассеиватель.

Конструкция спирали и подаваемое на неё напряжение позволяют значительно изменять температуры кремниевой подложки. Сотрудниками института физики было предложено не менять сам вид спирали, а варьировать такими параметрами как расстояние между рёбрами, длиной рёбер и их толщиной. Благодаря их изменению в электронной версии нагревателя получилось достичь лучшей симметрии нагрева относительно центра круглой кремниевой подложки.

Следующая изменяемая деталь называется рассеивателем. Из самого названия следует его функция в системе, он позволяет рассеивать тепло от центра к краям. Однако в условиях вакуума он способен только поглощать и испускать излучение, с помощью которого будет нагреваться подложка. В данном случае он представляет собой барьер от излучения со спирали.

В настоящее время достигнут разброс температуры от 1235,67 К до 1335,76, что составляет 100,09 К. Однако, это не является пределом и в ближайшее время, возможно, будет достигнут значительно луч-

ший результат. Ещё до проектирования самой системы было решено добиваться градиента в 10 градусов, что позволит использовать не определённый участок подложки (сейчас он представляет собой круг диаметров 20 мм на круглой пластине диаметром в 80 мм), а полностью весь объём кремниевой пластины.

В лице автора выражается благодарность Варнакову Сергею Николаевичу за помощь в анализе полученных результатов.

© Мысягин В. В., 2012

УДК 62.3

И. В. Нихочин

Научный руководитель – С. Г. Овчинников

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

РАЗРАБОТКА ШТОКА МАНИПУЛЯТОРА ДЛЯ СВЕРХВЫСОКОВАКУУМНОЙ УСТАНОВКИ

Произведен анализ ныне существующих и действующих моделей штоков для манипулятора, используемого в высоковакуумной установке, предназначенной для исследования магнитных свойств образцов. Рассмотрены проблемы и несовершенства конструкции, определены необходимые требования для характеристик штока, позволяющие увеличить качество получаемых образцов.

Каждый день в мире проводятся исследования магнитных свойств различных веществ и их соединений, многие из которых обладают уникальными свойствами, в том числе и магнитными. Силицид марганца (Mn_5Si_3) является одним из них. При напылении марганца на кремний в сверхвысоком вакууме, данное соединение проявляет интересные магнитные свойства, которые необходимо исследовать, и проанализировать полученные результаты. Для образования соединения высокой чистоты (почти полное отсутствие примесей) и качества (поверхность должна быть однородной, а напыляемый слой быть в несколько атомов) необходимо поддерживать в вакуумной камере сверхвысокий вакуум (напыление происходит с помощью молекулярно-лучевой эпитаксии).

Основной необходимостью для осуществления исследования свойств магнитного образца в вакуумной установке, является управление положением подложки, на которую осуществляется напыление, располагающейся на штоке в вакууме. Для осуществления эллипсометрии и исследования эффекта Керра, необходимо перемещать подложку на определенный угол, и при разном его значении снимать магнитные свойства материала. Так же при напылении может произойти неравномерное осаждение напыляемого материала, и с помощью манипулятора появляется возможность исследовать не одну точку, а сразу же целую область, что повышает точность результатов измерения. Вторым, немаловажным фактором для исследования свойств магнитного образца является температура, при котором происходит напыление вещества на подложку. Самый идеальный вариант – это нулевой градиент, однако, в реальных условиях его достижение трудно реализуемо.

Необходимо разработать манипулятор, выдерживающий перепад между высокими (одна тысяча градусов Цельсия) и низкими (минус двести градусов Цельсия) температурами в сверхвысоком вакууме (до минус девятой степени). Так же необходимо изменять положение подложки и осуществлять перемещение между отсеками вакуумной установки (рабочим и

исследовательским), которые разделяются с помощью клапана для осуществления вывода образца из камеры без нарушения вакуумного состояния внутри установки.

Без манипулятора, каждый раз при загрузке образца, эллипсометр снимал информацию с различных частей подложки из-за невозможности корректировки положения образца. Анализ действующей модели штока показал, что градиент температуры достигает 20 градусов на сантиметр. Две вышеизложенные проблемы не позволяли в полной мере исследовать образец и при каждом напылении и дальнейшем измерении свойств результаты могли значительно отличаться от предыдущих.

Для точного исследования и достижения качественного образца необходимо устранить вышеприведенные проблемы и найти оптимальные решения. На основе этого сформированы необходимые требования к разрабатываемому проекту:

1. анализ существующих манипуляторов для сверхвысоковакуумной камеры;
2. выбор манипулятора (в случае непригодности ни одного из существующих решений, самостоятельная разработка);
 - а. необходимо 3 степени свободы, для свободного перемещения штока в поле исследования эллипсометра;
 - б. быстрая и точная корректировка положения во время работы;
 - с. полное отсутствие масла во внутренних частях;
3. проектирование штока и выбор его характеристик:
 - а. химический состав (выбор материала из которого будет состоять шток);
 - б. конструкционный состав (количество деталей)
 - с. способ нагрева:
 - прямой (пропускание тока через подложку)
 - косвенный (пропускание тока через шток)
4. создание нескольких моделей для выбора оптимальной (подразумевается не только температурные параметры, но и конструкционные);

5. моделирование штоков в системе автоматического проектирования для анализа полученных результатов;

6. выбор наиболее пригодного штока;

а. шток не должен нагревать манипулятор выше двухсот градусов Цельсия во избежание разрушения фторопластовых прокладок;

б. градиент температуры на подложке не должен

превышать 0,5 градуса на сантиметр.

с. наиболее легкое конструкторское исполнение.

7. оптимизация параметров штока;

8. разработка чертежей и макетов;

9. контрольное испытание.

© Нихочин И. В., 2012

УДК 621.38

К. С. Погребных, Р. М. Авакумов, С. В. Белоусов

Научный руководитель Ю. Д. Антонов

Ресурсный центр коллективного пользования «Космические аппараты и системы», Красноярск

РАЗРАБОТКА БЛОКА ИЗМЕРЕНИЯ И РЕГИСТРАЦИИ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ КОНТЕЙНЕРА ТРАНСПОРТИРОВОЧНОГО

Представлен проект оборудования предназначенного для оценки (расчёта) системы обеспечения теплового режима (СОТР), проектных параметров конструкции контейнера транспортировочного (КТ), для космического аппарата (КА) а также для оценки степени деградации теплоизоляции КТ и параметров СОТР по результатам электрических испытаний.

Блок измерения теплофизических характеристик (БИТХ) входит в состав программно-аппаратного комплекса и комплекта оборудования для определения теплофизических характеристик и оценки параметров среды в КТ (рисунок 1) разработанного по техническому заданию (ТЗ) предприятия ОАО «ИСС» имени академика М. Ф. Решетнева.

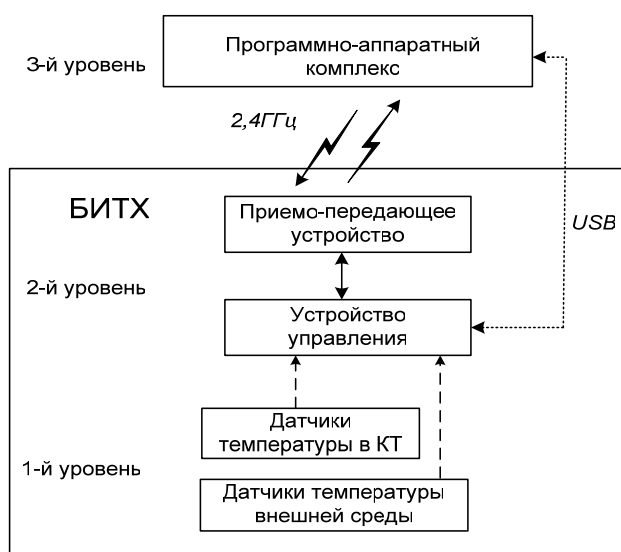


Рис. 1. Общая схема построения комплекта

В состав оборудования входят:

- блок измерения и регистрации теплофизических характеристик (БИТХ);
- комплект датчиков температуры;
- комплект кабелей;
- радиопередающая аппаратура.

БИТХ состоит из основного блока и внешнего мультиплексора (рисунок 2) для подключения датчиков температуры наружной поверхности КТ и окружающей среды.

Организация связи с датчиками:

– датчики температуры, устанавливаемые внутри КТ, подключаются к внутреннему мультиплексору блока;

– датчики температуры, устанавливаемые снаружи КТ, подключаются к внешнему мультиплексору.

Схема с внешним мультиплексором необходима для уменьшения внешних кабельных соединений через сопрягающие разъемы КТ.

Мультиплексная сеть позволяет кроме основных функций выполнять диагностику подключенных к электронному блоку управления датчиков температуры, что позволяет исключить ошибки при проведении испытаний.

Передача данных в программно-аппаратный комплекс (ПАК) осуществляется по двум каналам: проводному и беспроводному. В качестве проводного канала передачи данных используется интерфейс USB. В качестве беспроводного канала передачи данных используется приемопередатчик 2,4ГГц.

Процесс измерения температуры осуществляется по следующему алгоритму. Микроконтроллер последовательно измеряет выходную частоту каждого кварцевого датчика температуры. Из полученных частот в соответствии с формулой микроконтроллер вычисляет температуру.

$$t = t_0 + C_1(\Delta F - F_0) + C_2(\Delta F - F_0)^2 + C_3(\Delta F - F_0)^3,$$

где t – измеряемая температура; ΔF – текущее значение частоты преобразователя; F_0 – частота, соответствующая опорной (эталонной) температуре t_0 ; C_1 , C_2 , C_3 – коэффициенты, определенные при калибровке в интервале рабочих температур индивидуально для каждого преобразователя, указаны в паспорте датчика.

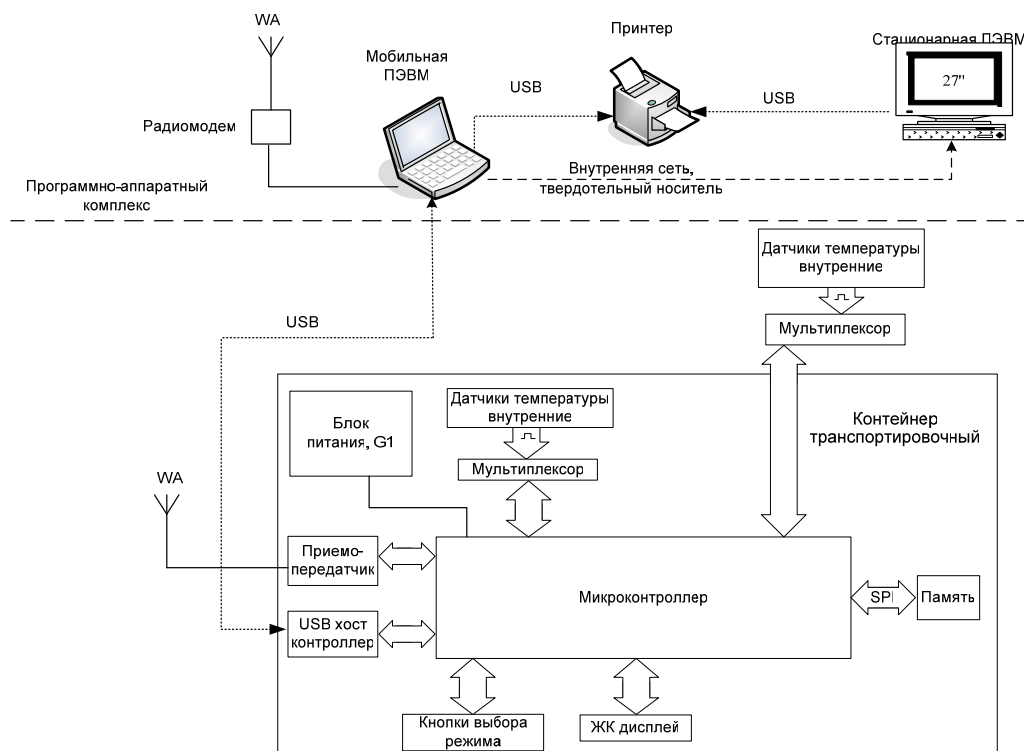


Рис. 2. Структурная схема БИТХ

Срок эксплуатации прибора согласно условиям ТЗ составляет 10 лет, что обеспечивается высокой надежностью БИТХ.

Данный комплект оборудования превосходит свои аналоги по многим параметрам. В данном устройстве расширен диапазон рабочих температур $-40...+60$, повышена точность температурных датчиков 0,001

градуса. Имеется возможность масштабирования. При небольшом изменении БИТХ (прошивки микроконтроллера, программного обеспечения, видов подключаемых датчиков) его можно будет применить в других областях испытаний и мониторинга.

© Погребных К. С., Авакумов Р. М.,
Белоусов С. В., 2012

УДК 65.012.26

А. Н. Фаткулин

Научный руководитель – Е. Н. Сухарев

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

ВИРТУАЛИЗАЦИЯ, КАК СРЕДСТВО ОПТИМИЗАЦИИ ИТ-ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

Представлен краткий анализ понятия виртуализации, отражены преимущества, а так же существующие проблемы эксплуатации, предложены рекомендации для внедрения, способные снизить эксплуатационные издержки, повысить эффективность и надежность работы серверного оборудования.

Виртуализация – средство для организации на одном реальном компьютере нескольких виртуальных. Еще задолго до появления Windows фирма IBM применила эту технологию в больших ЭВМ. Позднее, когда стала доминировать архитектура x86, не содержащая средств для виртуализации, технология была забыта. Но с ростом производительности современных ПК вновь появилась потребность вернуться к ней.

Виртуализация призвана абстрагировать программное обеспечение от аппаратной части. Это позволяет создавать более гибкую инфраструктуру ИТ. Одни из наиболее важных областей применения виртуализации:

- Использование в области разработки и тестирования.
- Сокращение эксплуатационных издержек за счет консолидации аппаратного обеспечения.

Рассмотрим каждый из пунктов более подробно. Программист отлаживает программу на своем компьютере сразу в нескольких виртуальных операционных системах (ОС), а значит ему более не требуется конфигурация с несколькими ОС. Специалист по безопасности помещает подозрительную программу в виртуальную среду и изучает ее поведение.

Консолидацию серверов лучше рассмотреть на примере. В настоящее время средняя загрузка физи-

ческих серверов – около 10–15 %. Объединение виртуальных серверов на базе одного физического сервера позволит намного 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 серверной комнате. Внедрение виртуализации позволит обновлять аппаратное обеспечение без переустановки виртуальных серверов, а также существенно облегчит миграцию виртуальных серверов между физическими серверами. Однако не следует забывать, потребуется повышенная отказоустойчивость оборудования, а также администрирование виртуальных сред потребует более высокой квалификации от инженера ИТ.

Повышенная отказоустойчивость требуется, в связи с тем, что многократно возрастает роль каждого физического сервера в среде виртуализации. К примеру, в компании установлено 50 серверов, без применения средств виртуализации, на каждом установлена ОС и настроены определенные сервисы. Средняя нагрузка каждого сервера составляет 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 руб. в год. С помощью технологии 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 моральным старением. Целесообразность использования очевидна, но в случае выхода из строя одного из серверов, произойдет отказ не 1 сервиса, как раньше, а целого комплекса из 8–9 сервисов, то же самое произойдет и при техническом обслуживании одного из серверов. В качестве выхода из данной ситуации, правильным решением будет строительство комплекса виртуализации на базе кластера высокой надежности (готовности).

Кластер высокой надежности (готовности), (КВН) – это группа серверов, работающих как единая система

для предоставления высокой доступности сервисов и приложений для клиентов.

Кластерная система характеризуется высокой надежностью, производительностью, гибким масштабированием и легкостью в управлении. Высокая надежность достигается путем дублирования всех критически важных для работы компонентов. Высокая производительность и масштабируемость – за счет распределения нагрузки между узлами (серверами) кластера. Легкость управления подразумевает собой возможность управлять как централизованно всем кластером, так и отдельными серверами, входящими в его состав.

Кластеры высокой готовности используются в тех ситуациях, когда отказы информационной системы недопустимы и доступ клиентов к приложениям и сервисам должен быть непрерывен. Высокая доступность ресурсов кластерной системы в случае сбоя одного из серверов или при проведении профилактических работ обеспечивается за счет перемещения служб или приложений между узлами. Для клиента кластер выглядит как единое целое и его неполадки могут выразиться в кратковременном снижении производительности или недоступности какого-либо ресурса на время от нескольких секунд до нескольких минут в зависимости от конфигурации.

Таким образом, чтобы обеспечить непрерывность доступа, даже в случае отказа 1 и/или нескольких физических серверов, необходимо использовать КВН. Вернемся к нашему примеру. Сокращаем кол-во серверов с 50 до 10 штук, повышая их среднюю нагрузку до 50 %, тем самым оставляя запас для миграции сервисов с одного сервиса на другой. Расходы на эксплуатацию сократятся в 5 раз, а случае выхода из строя или остановки на техническое обслуживание 1 и более серверов (но не более 50 %), произойдет «живая миграция» сервисов на другие, рабочие сервера кластера, обеспечивая непрерывность доступа для конечного пользователя.

© Фаткулин А. Н., 2012

УДК 620

М. Н. Волочаев
Научный руководитель – В. М. Петунин
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СИНТЕЗ ПАССИВНОЙ RC ЦЕПИ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОЙ СРЕДЫ МАТНСАД

Одной из важных проблем теории управления является синтез корректирующих устройств, обеспечивающих требуемые показатели качества системы автоматического управления. В работе рассматривается один из способов синтеза корректирующего устройства, которое представляет собой RC цепь с заданной структурой, по его передаточной функции, множители которой имеют дробно-степенные показатели.

Цель данной работы – разработка методики синтеза RC корректирующего устройства, аппроксимирующего частотные характеристики объекта с распределенными параметрами и передаточной функцией вида:

$$W(s) = \frac{K \cdot (\tau_2 \cdot s + 1)^{m/n} \cdot (\tau_3 \cdot s + 1)^{p/q}}{(\tau_1 \cdot s + 1)^{m/n} \cdot (\tau_4 \cdot s + 1)^{p/q}}$$

где K – коэффициент передачи; $\tau_1, \dots, \tau_4$ – постоянные времени; m, n, p, q – простые числа, удовлетворяющие условию: $m < n, p < q$.

В процессе синтеза решаются следующие задачи:

- Определение числа резисторов и конденсаторов
- Местоположение резисторов и конденсаторов в цепи

- Расчет номиналов резисторов и конденсаторов
- Корректирующие устройства такого вида позволяют оптимизировать качество САУ. Также, подобными передаточными функциями описываются системы с распределенными параметрами.

Нами, в программной среде MathCAD, разработан алгоритм, позволяющий по передаточной функции, описывающей некоторую систему с распределенными параметрами, смоделировать сложную RC цепь, в виде двухполюсников Фостера и Кауэра, частотные характеристики которой будут аналогичны частотным характеристикам исходной системы.

© Волочаев М. Н., 2012

УДК 629.7.064.52

Д. К. Лобанов, А. С. Федченко
Научный руководитель – Е. А. Мизрах
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАГРУЗОЧНОГО УСТРОЙСТВА РЕКУПЕРАЦИОННОГО ТИПА

Проведено моделирование нагрузочного устройства рекуперационного типа с двумя регулирующими элементами в пакете Micro-CAP.

Нагрузочное устройство рекуперационного типа (НУРТ) [1] применяется в составе энергосберегающего испытательного комплекса при испытании мощных вторичных источников электропитания (ВИЭП) космических аппаратов (КА).

Целью данной работы является исследование характеристик НУРТ с помощью пакета схемотехнического моделирования Micro-CAP.

Модель устройства для исследования НУРТ (рис. 1) содержит первичный источник электропитания (ПИЭП), ВИЭП и НУРТ, состоящий из непрерывного (НСТ) и импульсного (ИСТ) стабилизаторов тока. С помощью НСТ воспроизводятся быстропротекаю-

щие процессы в нагрузке, ИСТ ограничивает мощность НСТ и преобразует электроэнергию к уровням, удобным для рекуперации. Рекуперация осуществляется в сеть постоянного тока, питающую ВИЭП, что приводит к уменьшению энергопотребления от ПИЭП. Об эффективности НУРТ можно судить по коэффициенту рекуперации – отношению рекуперированной мощности к мощности, потребляемой НУРТ. Из рис. 2, полученного в результате моделирования, видно, что с ростом мощности, потребляемой НУРТ, коэффициент рекуперации растет. Этот рост обусловлен увеличением рекуперированной мощности по отношению к практически постоянной мощности, потребляемой НСТ.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг.

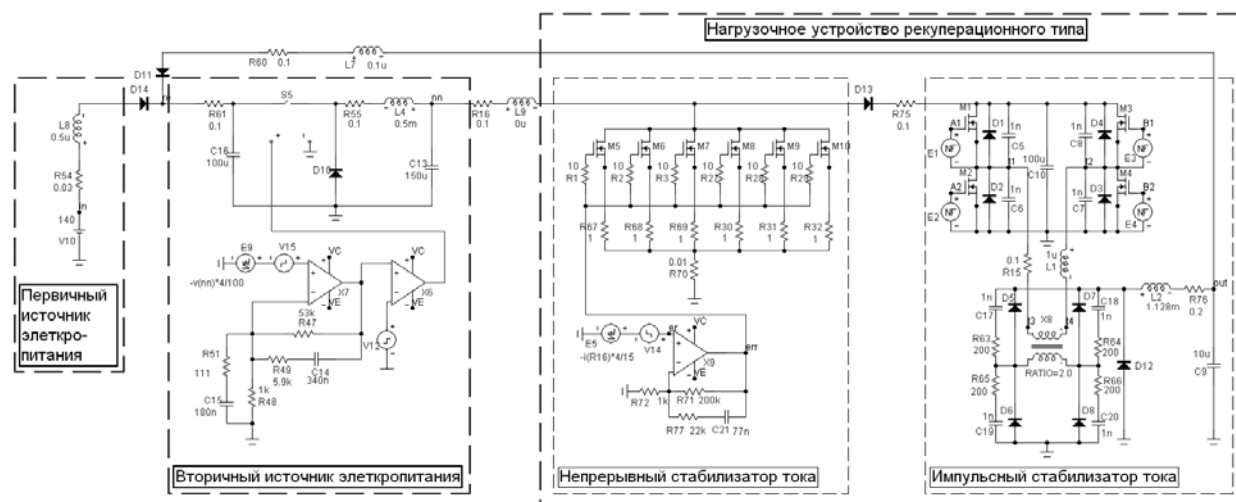


Рис. 1. Модель устройства для исследования НУРТ в пакете Micro-CAP

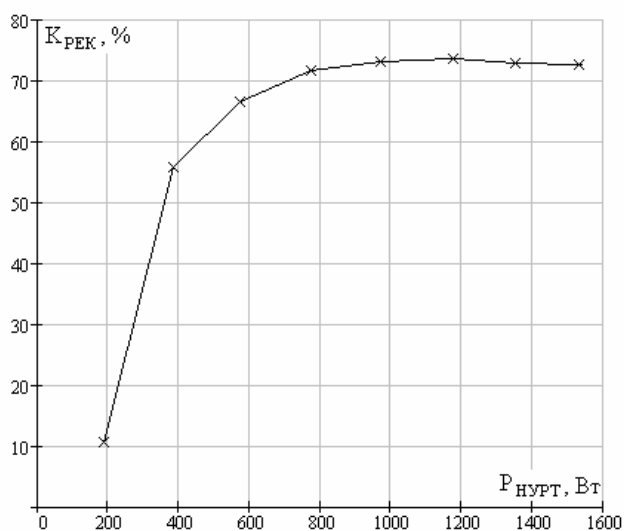


Рис. 2. Зависимость коэффициента рекуперации от потребляемой мощности НУРТ

Из рис. 3 видно, что высокая скорость нарастания тока НУРТ (рис. 3, а) при набросе нагрузки обеспечивается НСТ (рис. 3, б). Затем требуемый уровень тока НУРТ поддерживает ИСТ, при этом ток, протекающий через НСТ, уменьшается до требуемого уровня, что исключает перегрузку НСТ по мощности. Длительность фронта нарастания и спада не превышает 3 мкс.

В ходе работы был создан макет НУРТ с максимальной входной мощностью 1600 Вт. ИСТ выполнен в виде мостового преобразователя с фазовым управлением, обеспечивающим «мягкое» переключение ключей. НСТ выполнен по классической схеме непрерывного стабилизатора тока. Результаты, полученные с помощью разработанной модели, достаточно хоро-

шо (погрешность по току не превышает 5%) согласуются с результатами экспериментов, проведенных на макете. Разработанная модель позволяет сократить время на проектирование нагрузочных устройств рекуперационного типа и может быть использована при моделировании энергосберегающего испытательного комплекса для испытания мощных систем электропитания космических аппаратов.

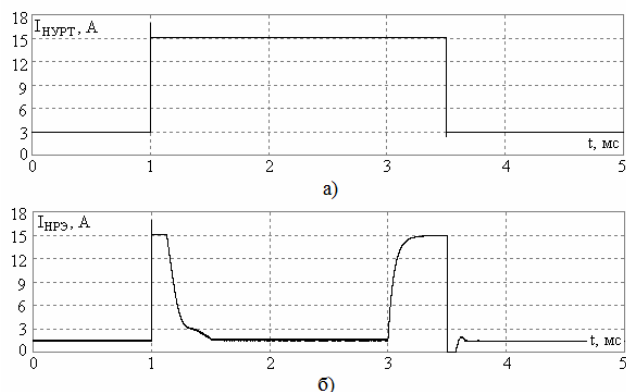


Рис. 3. Переходные процессы по входному току НУРТ и току, протекающему через НСТ

Библиографическая ссылка

1. Мизрах Е. А., Лобанов Д. К. Динамический синтез нагрузочных устройств с рекуперацией электроэнергии в сеть электропитания испытательного комплекса энергосистем космического аппарата // Вестник СибГАУ. Вып. 4(37). Красноярск, 2011. С. 142.

© Лобанов Д. К., Федченко А. С., 2012

Л. А. Самотик, А. С. Каржаев
 Научный руководитель – Н. Н. Горяшин
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СПЕКТРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА СИГНАЛОВ СИЛОВОЙ ЦЕПИ ИМПУЛЬСНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ

В работе предложены результаты оценки спектрального состава сигналов силовой цепи повышающего импульсного преобразователя напряжения (ПН) с резонансным переключением в сравнении с классическим ПН с ШИМ.

Как известно, импульсные преобразователи напряжения являются источником электромагнитных помех, что создает дополнительные проблемы при их использовании в системах электропитания чувствительных к электромагнитному излучению электронных устройств. Импульсные преобразователи могут производить два типа электромагнитных помех (ЭМП). ЭМП, генерируемые непосредственно импульсной работой ключевого элемента (КЭ), и ЭМП, генерируемые паразитными резонансными цепями электрической схемы в моменты отпирания или запираания ключевого элемента КЭ. ЭМП, генерируемые за счет паразитных элементов, как правило, имеют узкий спектр, где гармонике с максимальной амплитудой соответствует собственная частота паразитного резонансного контура (РК). В случае, если один из элементов паразитного РК носит нелинейный характер, как, например, барьерная емкость диода, или емкость сток-исток МДП-транзистора, то генерируемая помеха может иметь более широкий спектр. Такой тип помех главным образом зависит от используемой элементной базы, условий монтажа и компоновки элементов преобразователя на печатной плате. Поэтому теоретический анализ помех такого рода затруднителен и сводится, как правило, к лабораторным исследованиям. ЭМП, генерируемые непосредственно импульсной работой КЭ, могут быть проанализированы путем разложения функций сигналов тока и напряжения в ряд Фурье [1]:

$$f_N(t) = \frac{a_0}{2} + \left[\sum_{n=1}^N (a_n \cdot \cos(n \cdot t) + b_n \cdot \sin(n \cdot t)) \right]; \quad (1)$$

$$a_0 = \frac{1}{\pi} \cdot \int_0^{2\pi} f(t) dt; \quad a_n = \frac{1}{\pi} \cdot \int_0^{2\pi} f(t) \cdot \cos(n \cdot t) dt;$$

$$b_n = \frac{1}{\pi} \cdot \int_0^{2\pi} f(t) \cdot \sin(n \cdot t) dt, \quad (2)$$

$$A_0 = \frac{a_0}{2}; \quad A_n = \sqrt{a_n^2 + b_n^2}, \quad (3)$$

где (1) – уравнение ряда Фурье; (2) – коэффициенты Фурье; формула (3) определяет амплитуду n -й гармоники, $f(t)$ – функция времени исследуемого сигнала. Также Фурье анализ сигналов в цепи КЭ позволит оценить амплитуды высших гармоник, на которых могут входить в резонанс паразитные РК реальной схемы.

Современные тенденции развития преобразовательной электроники направлены на применение резонансных режимов при переключении КЭ [2]. При этом наилучшим с точки зрения спектрального состава излучаемой помехи является классический тип ПН с прямоугольной формой тока и напряжения и широтно-импульсной модуляцией (ШИМ), т. к. по сравнению с ним резонансные режимы переключения КЭ позволяют приблизить форму сигналов в цепи КЭ к гармонической. Таким образом, анализ ЭМП предлагается проводить путем сравнения гармонических составляющих сигналов в цепи КЭ с резонансным переключением с аналогичными в режиме ШИМ с «жестким» переключением КЭ при прочих равных условиях.

Далее введем понятие относительного логарифмического коэффициента, показывающего разницу между амплитудами соответствующих гармоник сигналов ШИМ и ПНТ режимов при прочих равных условиях:

$$I_n^{\text{отн}} = 20 \log \left(\frac{I_n^{\text{ШИМ}}}{I_n^{\text{ПНТ}}} \right), \quad (4)$$

где I_n – амплитуда тока n -й гармоники сигнала соответствующего режима.

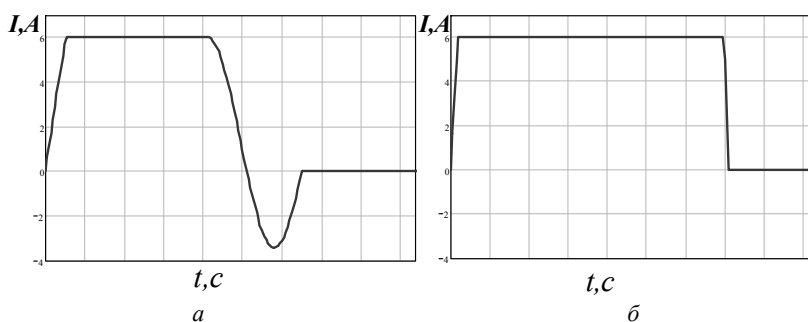


Рис. 1. Сигналы тока через ключевой элемент для повышающего преобразователя напряжения с резонансным переключением (а) и с жестким переключением (б)

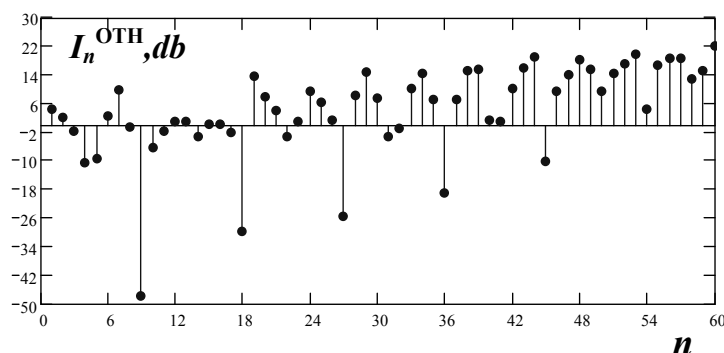


Рис. 2. Относительная спектральная характеристика тока КЭ повышающего ПН с резонансным переключением при нулевых значениях тока

На рис. 1 показаны формы анализируемых сигналов в преобразователе напряжения повышающего типа. На рис. 2 показан относительный спектр тока в соответствии с (4) для двух приведенных сигналов при прочих равных условиях. Относительный коэффициент заполнения γ в случае ПН с жестким переключением и ШИМ определен исходя из заданных условий с учетом неидеальности фронтов (рис. 1, б).

Предложенная относительная логарифмическая оценка спектрального состава показывает, что резонансный режим работы КЭ имеет существенно меньший вклад высших гармоник по сравнению с ПН с ШИМ с жестким переключением в частотный спектр сигнала тока в цепи ключевого элемента.

Библиографические ссылки

1. Hsiu, L. *Characterization and Comparison of Noise Generation for Quasi-Resonant and Pulsedwidth-Modulated Converters*, / M. Goldman, R. Carlsten, F. Witulski, W. Kerwin, // *IEEE Trans. Power Electron.*, Vol. 9, No.4, pp 425-432, July 1994
2. Abu-Qahouq, J. *Unified Steady-State Analysis of Soft-Switching DC-DC Converters* / I. Batarseh, J. Abu-Qahouq // *IEEE Trans. Power Electron.*, Vol. 17, No. 5, pp. 684-691, Sep. 2002.

© Самотик Л. А., Каржаев А. С., 2012

УДК 621.314

А. А. Соломатова

Научный руководитель – Н. Н. Горяшин,
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАТНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВСТРОЕННОГО В МДП-ТРАНЗИСТОР ДИОДА

Представлен сравнительный экспериментальный анализ процесса обратного восстановления встроенного в МДП-транзистор диода при жестком и резонансном режимах работы преобразователя напряжения.

При использовании встроенного в МДП-транзистор диода для обеспечения существования резонансного процесса в высокочастотных преобразователях напряжения с резонансным контуром и полной волной тока резонансного цикла [1] проявляется процесс его обратного восстановления, что приводит к дополнительным потерям мощности. Рассмотрим механизм этого процесса в кремниевых МДП-транзисторах с блокирующим напряжением более 100В. Проблемам анализа процесса обратного восстановления полупроводниковых силовых диодов в импульсных преобразователях посвящены многие работы, например [2]. На рис. 1 приведена схема повышающего ПН, где в качестве силового диодного ключа используется встроенный в МДП-транзистор диод, причем затвор самого транзистора соединен с истоком с целью исключения индуцирования в нем проводящего канала. С помощью данной экспериментальной установки были сняты осциллограммы переходных процессов

тока во встроенном в МДП-транзистор диоде при его переключении для разных режимов: скорости спада тока при запираании диода и амплитуды тока при его прямом смещении (рис. 2).

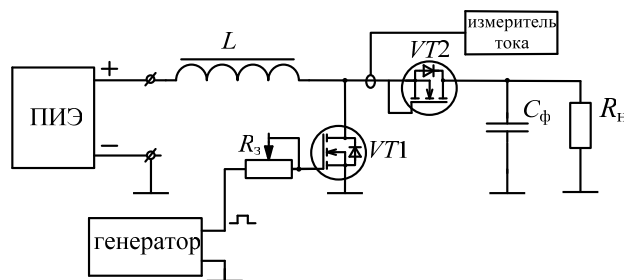
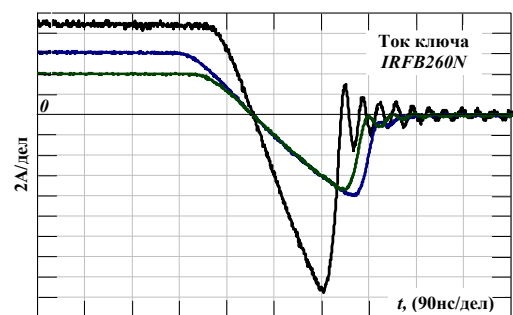
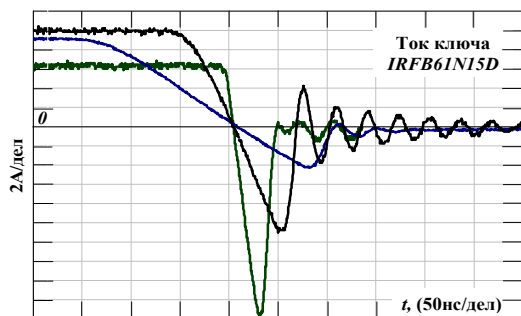


Рис. 1. Схема устройства для исследования процесса обратного восстановления диода, встроенного в МДП-транзистор, ПИЭ – первичный источник электропитания, R_z и R_n – сопротивление затвора и нагрузки соответственно



а



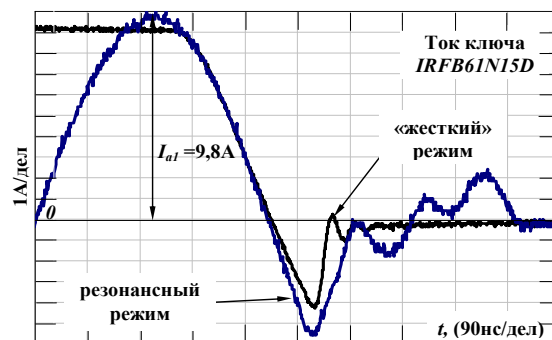
б

Рис. 2. Процесс запирающего тока, встроенных в IRFB260N (а) и IRFB61N15D (б)

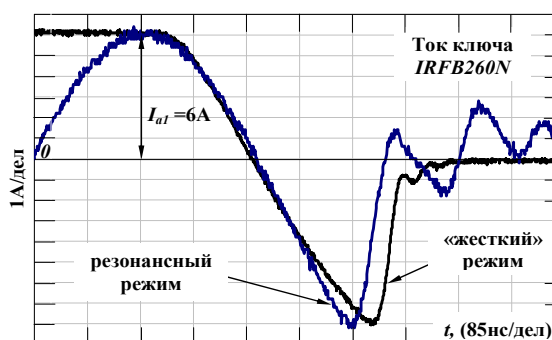
При протекании прямого тока через диод в базе вблизи перехода образуется избыточная концентрация неосновных носителей заряда [3]. Величина накопленного заряда тем больше, чем больше прямой ток и время жизни неосновных носителей, а также зависит от геометрии базы. Избыточная концентрация может во много раз превышать равновесную концентрацию неосновных носителей в базе. После прекращения прямого тока неравновесный заряд не может исчезнуть мгновенно и сохраняется в базе в течение времени, сравнимого с временем жизни неосновных носителей τ . В результате при быстром изменении прямого напряжения на обратное (запирающее) в первый момент времени наблюдается резкое увеличение обратного тока, а следовательно и снижение обратного сопротивления перехода. Возникновение броска обратного тока обусловлено тем, что, избыточные дырки, находящиеся в базе на расстоянии диффузионной длины от перехода, втягиваются полем перехода обратно в p – область. Лишь, после того как концентрация дырок в базе достигает своего равновесного значения за счет рекомбинации с электронами, обратное сопротивление диода восстанавливается до высокого статического значения. Из осциллограмм, приведенных на рис. 2, и выше сказанного следует, что снижение обратного броска тока возможно либо за счет снижения накапливаемого заряда в базе перехода, что осуществимо или за счет снижения прямого тока, или за счет снижения скорости спада тока при запираании диода, что в свою очередь позволит увеличить время на рекомбинацию неравновесных носителей.

Далее если предположить, что при спаде тока во второй части отрицательной полуволны резонансного цикла форма тока близка к той, которая получается

при жестком переключении, то возможно использовать традиционную методику определения параметров процесса обратного восстановления, при этом часть из которых определяется экспериментально [4]. В подтверждение сказанному на рис. 3 представлены осциллограммы токов диода, полученные при работе в цепи РК квазирезонансного ПН и классического ПН с ШИМ повышающего типа, в котором скорость отпираания КЭ подбиралась таким образом, чтобы обеспечить совпадение скорости спада токов.



а



б

Рис. 3. Осциллограммы процесса обратного восстановления диода, встроенного в МДП-транзистор IRFB61N15D (а) и IRFB260N (б) при жестком и резонансном режимах работы ПН

Библиографические ссылки

1. Горяшин Н. Н., Соломатова А. А. МДП-ключ в квазирезонансном преобразователе напряжения // *Электронные средства и системы управления : материалы докл. Междунар. науч.-практ. конф. Томск : В-Снектр. 2011. С. 98–104.*
2. Prediction of PIN Diode Reverse Recovery / W. Yueqing, Z. Qingyou, Y. Jianping, S. Chaoqun // *Delta Power Electronics Center 2004 35th Annual IEEE Power Electronics Specialists Conference. 2004. P. 2956–2959.*
3. Виноградов Ю. В. Основы электронной и полупроводниковой техники. – Учебник для студентов высш. техн. учебн. заведений. Изд. 2-е., доп. М. : Энергия, 1972. 536 с.
4. Lauritzen P. O. A Simple Diode Model with Forward and Reverse Recovery // *IEEE Trans. Power Electron., Vol. 8. No.4. 1993. Oct. P. 342–346.*

УДК 621.373

Е. С. Терехина, Е. С. Панькова
 Научный руководитель – А. И. Гулин
 Уфимский государственный авиационный технический университет, Уфа

МОДЕЛИРОВАНИЕ RC-СТРУКТУР МЕТОДОМ ФУНКЦИЙ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

Представлены аналитические выражения и алгоритмы, полученные с помощью функций преобразования, программа для определения частот квазирезонанса многосвязных фазирующих RC-цепей всех возможных конфигураций.

Многосвязные частотно-зависимые цепи, имеющие цепную структуру (рис. 1), широко используются в системах управления и связи в качестве фильтров,

частотных корректоров, фазирующих четырехполюсников в генераторах, синтезаторах частот и т. д.

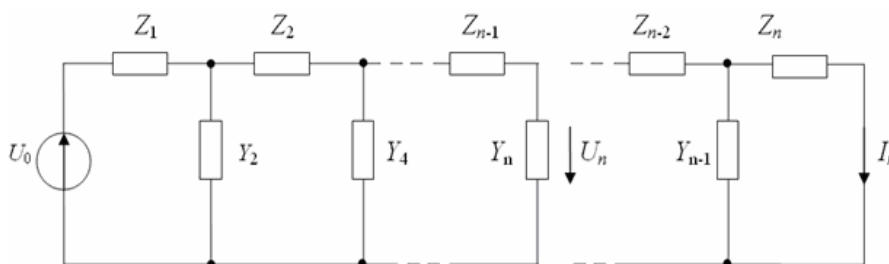


Рис. 1. Цепная структура

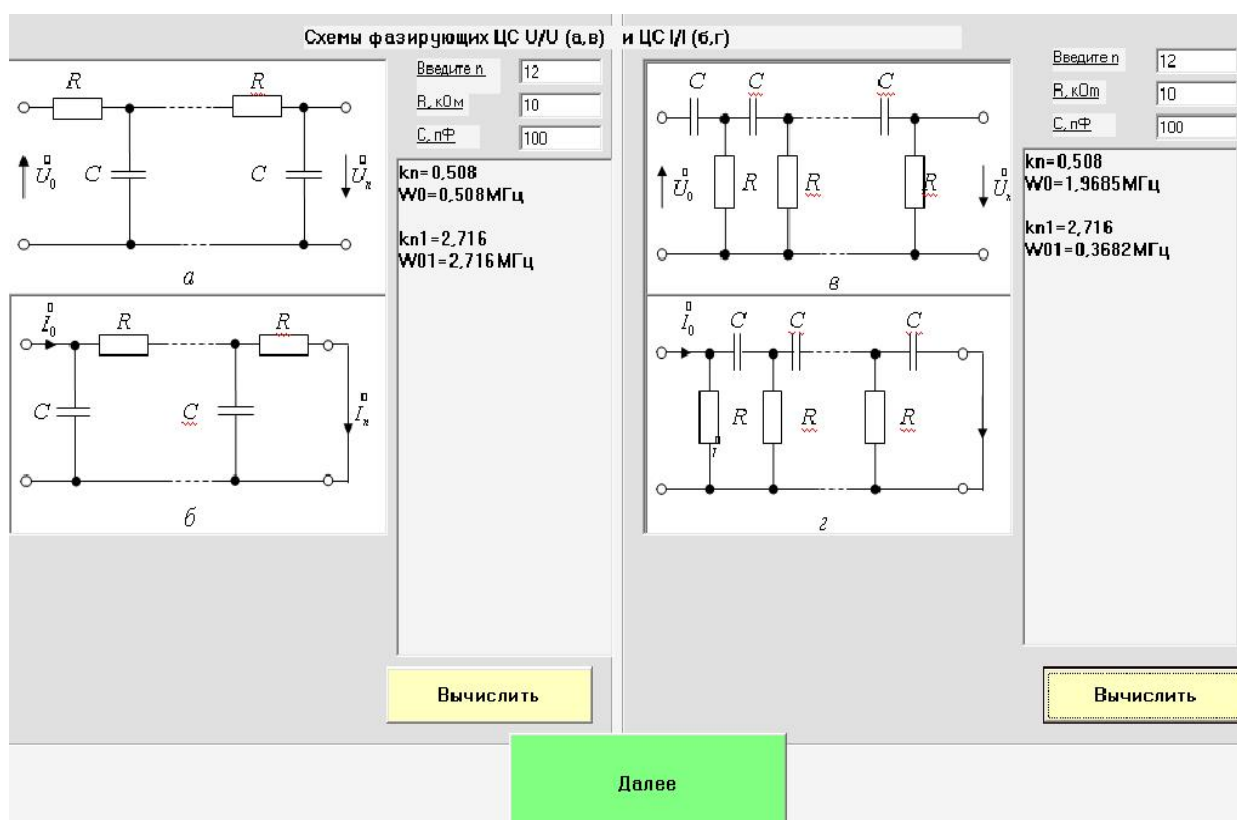


Рис. 2. Интерфейс программы моделирования RC-структур

Однако в настоящее время получены аналитические выражения для частоты и затухания, подобных структур лишь с числом плеч не более восьми [1; 2; 4]. Использование функций преобразования (ФП) в этих целях [3] позволило устранить этот пробел.

ФП K_n преобразователя цепной структуры (рис. 1) (формально, обратная величина традиционного коэффициента передачи), являющаяся отношением входной активной величины U_0 к выходной B_n (напряже-

ние U_n или ток I_n) описывается выражением при четном числе плеч n

$$K_n = 1 + \sum_{i=1}^{n-1} Z_i Y_k + \sum_{i=1}^{n-2} \sum_{p=k+1}^{n-1} Z_i Y_k Z_p Y_q + \dots, \quad (1)$$

где $i = 2b - 1$; $b = 1, 2, 3, \dots, 0, 5n$,

а для цепных структур (ЦС) с нечетным числом плеч n

$$K_n = \sum_{i=1}^n Z_i + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{p=k+1}^n Z_i Y_k Z_p + \dots, \quad (2)$$

где $b = 1, 2, 3, \dots, 0, 5(n+1)$ для ЦС с нечетным числом плеч n .

Соотношения (1) и (2) приводят к рекуррентной формуле для вычисления ФП

$$K_n = T_n K_{n-1} + K_{n-2}, \quad (3)$$

где T_i иммитанс i -го плеча (сопротивление Z для нечетных i и проводимость Y для четных i).

Начальными условиями алгоритма вычисления K_n являются значения $K_0 = 1$ при $n = 0$ и $K_1 = T_1$ при $n = 1$.

Впервые доказано, что резонансная частота ω_0 определяется из выражения

$$\omega_0 = \frac{k_n}{RC}, \quad (4)$$

Для вычисления коэффициента k_n и частот квазирезонанса ω_0 у четырех видов n -плечих ЦС (рис. 2) была разработана программа. При задании числа плеч, сопротивления и емкости элементов, программа подсчитывает коэффициенты k_n ЦС и соответствующие этим коэффициентам частоты квазирезонанса ω_0 , которые отображаются на окне просмотра.

Библиографические ссылки

1. Новицкий П. В., Кнорринг В. Г., Гутников В. С. Цифровые приборы с частотными датчиками. Л.: Энергия. 1970. 424 с.
2. Гутников В. С. Интегральная электроника в измерительных устройствах. Л.: Энергоатомиздат. 1988. 304 с.
3. Гулин А. И. Диагностика измерительных преобразователей и устройств связи с неоднородной ценной структурой // Контроль. Диагностика. 2010. № 11. С. 69–72.
4. Кольцов А. А., Гулин А. И. Коэффициенты преобразования цепных трехполюсных структур // Изв. Вузов СССР – Приборостроение, 1975. № 9. С. 31–34.

© Терехина Е. С., Панькова Е. С., 2012

УДК 629.7.064.52

Н. В. Штабель, Р. В. Балакирев, Е. А. Мизрах
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

УЛУЧШЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ ИМИТАТОРА СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ

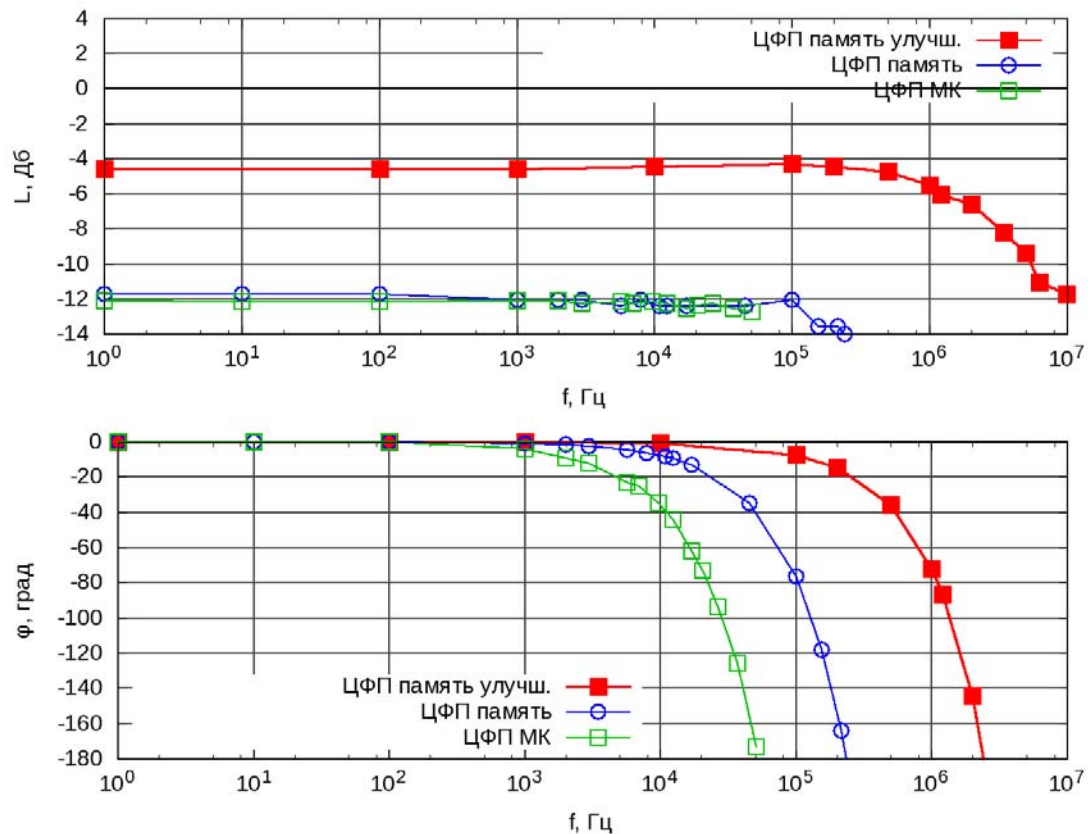
Обеспечено улучшение качества имитации характеристик солнечной батареи за счёт улучшения динамических характеристик функционального преобразователя в имитаторе солнечных батарей.

В настоящее время к возможностям имитаторов солнечных батарей (ИБС) предъявляются высокие требования, как к возможностям воспроизведения вольтамперной характеристики (ВАХ) солнечной батареи (БС), так и к имитации динамических характеристик БС.

Требования к заданию ВАХ заключаются в высокой точности воспроизведения ВАХ (обычно в диапазоне $\pm 1\%$ от заданных), а также в возможности задания различных ВАХ и изменения ВАХ в процессе работы. Такие возможности позволяют более широко использовать ИБС для проверки различных критических режимов работы энергопреобразующего оборудования космических аппаратов, которые возникают при частичном или полном затенении БС, выходе части элементов БС из строя и т. д., что характеризуется изменением ВАХ БС. Также произвольно задаваемая ВАХ даёт возможность имитировать различные типы БС на одном и том же оборудовании, что в целом снижает затраты на испытания.

Имитация динамических характеристик БС необходима, прежде всего, для корректного воспроизведения внутреннего сопротивления БС, которое характеризуется адмитансно-частотной характеристикой (АдЧХ) БС. Плохие динамические характеристики ИБС могут существенно повлиять на вид АдЧХ, а, следовательно, и понизить точность воспроизведения внутреннего сопротивления БС.

Функциональный преобразователь используется в ИБС для получения выходной нелинейной характеристики и поэтому непосредственно влияет на вышеуказанные качественные характеристики ИБС. Для корректного воспроизведения характеристик БС ФП должен обладать полосой пропускания по амплитуде не менее 1 МГц, а фазовый сдвиг сигнала на частоте 1 МГц не должен превышать 90 градусов для обеспечения устойчивости и корректности воспроизведения АдЧХ. Эти значения получены в результате экспериментального исследования ИБС.



Традиционно в ИБС использовались аналоговые ФП, которые характеризуются хорошими динамическими характеристиками, но обладают существенным недостатками в плане возможностей задания ВАХ, это относится как к сложности разработки и настройки, так и к гибкости задания ВАХ, которая в общем случае ограничена одной кривой и не способна изменяться в процессе работы ИБС. Также точность воспроизведения ВАХ при использовании аналогового ФП достаточно низка, что объясняется кусочно-линейной аппроксимацией ВАХ.

Одной из альтернатив ФП, которая обеспечит устранение описанных недостатков является класс цифровых ФП, которые отличаются тем, что обработка сигнала осуществляется после его аналого-цифрового преобразования. Это позволяет существенно упростить схемотехнику ФП, его настройку и разработку. Цифровые ФП обеспечивают более высокую точность задания ФП, гибкость задания ВАХ и её изменения в процессе работы имитатора. Однако получение хороших динамических характеристик на цифровых ФП достаточно сложно, так как в общем случае аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразования вносят сильное запаздывание сигнала. В результате линейная

часть цифрового ФП представляет из себя звено чистого запаздывания, что негативно отражается на фазо-частотной характеристике устройства.

Для достижения высоких динамических характеристик авторами был спроектирован и разработан ФП, цифровое преобразование сигнала в котором осуществляется с помощью двухпортовой памяти, что позволяет обеспечить как низкую задержку сигнала, так и возможность смены ВАХ ИБС в процессе проведения испытаний. В результате исследования экспериментального образца ФП были получены динамические характеристики, показанные на рисунке. Для сравнения приведены характеристики разработанных ранее цифровых ФП.

Полоса пропускания ФП соответствует требуемой, значение фазового сдвига на частоте 1 МГц равняется 73 градусам. По итогам работы можно сделать вывод, что разработанный ФП может быть использован в будущих ИБС в качестве штатного, что позволит улучшить возможности и качество имитации БС при испытаниях.

© Штабель Н. В., Балакирев Р. В.,
Мизрах Е. А., 2012

УДК 621.396.932.1

А. В. Вишнев, А. Тихомирова
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

КАЧЕСТВЕННОЕ УЛУЧШЕНИЕ В ОБЛАСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ДАННЫХ УЧЕТА НАЛЕТА АВИАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Рассматривается возможность автоматического контроля и учета налета авиационного оборудования.

В авиации самым важным показателем является безопасность, для обеспечения которой проводят различного рода ТО. От правильного и своевременного ТО зависит работоспособность оборудования. На данный момент счетчиков, ведущих учет наработки по всем отдельным изделиям, работающим периодически, нет. Прибор способный регистрировать первичные данные непосредственно с АТ поможет снизить материальные затраты, уменьшить трудоемкость работников и обеспечить инженерский состав достоверной информацией.

Работы по учету наработки необходимы и прописаны в документе НТЭРАТ ГА. Проводиться они должны согласно пункту 12.2.4, в котором говорится что, для отдельных изделий, работающих периодически, – их наработка (срок службы) в полете и на земле засчитывается в ресурс; и пункту 12.2.5 в котором говорится, что учет наработки обязателен для АТ с ограниченным ресурсом. Данный учет ведется в карточках учета ресурса и формулярах изделий, т. е. вручную. Метод весьма прост: при включении прибора необходимо заносить данные в карточки, отслеживать по ним количество часов работы и проводить необходимый вид ТО. За правильность и своевременность занесения данных следит механик.

На современных самолетах уже есть оборудование учитывающее налет и наработку АТ. Так же применяются различные счетчики для отдельных агрегатов

(двигателей). В связи с этим предлагаю установить подобную аппаратуру на аналоговые приборы самолетов типа АН и вертолетов МИ, способную охватить весь перечень аппаратуры, для которой необходимо вести учет наработки.

Оборудование, которое я предлагаю, будет представлять из себя блок с преобразователем аналогового сигнала в цифровой по средствам АЦП. Связь с оборудованием возможно осуществить по электрическим проводам. Размещение самого блока возможно в первом тех отсеке, а непосредственно сам счетчик в кабине экипажа в легкодоступном месте. Принцип действия блок: от аналогового прибора поступает сигнал при его включении и блок начинает отсчитывать время работы.

С помощью предложенного прибора учет наработки приобретет совершенно новую форму. Уменьшится время на получение и обработку данных. Повысится качество предоставляемых данных. Применение ручной записи станет не нужным, что позволит не учитывать субъективную ошибку. Так же данный прибор будет способствовать поиску и устранению отказов. В результате мы получим исправную работу авиационных систем и самолета в целом при наименьших затратах различного рода.

© Вишнев А. В., Тихомирова А., 2012

УДК 621.396.932.1

М. Л. Кайданович
Научный руководитель – В. М. Мусонов
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

НЕКОТОРЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ ПОГРЕШНОСТИ РАДИОВЫСОТОМЕРОВ МАЛЫХ ВЫСОТ

Приводится оценка погрешностей частотных радиовысотомеров малых высот, обусловленных состоянием подстилающей поверхности.

При полетах на сверхмалых высотах (около 5 метров над земной поверхностью, при выполнении авиационных работ), при полетах в Арктике, на заключительном этапе захода на посадку ВС экипажу, а так же бортовому компьютеру ФМС при заходе в автоматическом режиме (при плохих метеоусловиях аэродрома

посадки) требуется располагать данными об истинной высоте полета с точностью порядка 1 м. Барометрический высотомер не позволяет получить такую точность измерений истинной высоты полета, так как его минимальные приборные погрешности составляют 10 метров, а это недопустимо большая величина.

Поэтому в состав пилотажно-навигационных комплексов ВС включаются радиовысотомеры малых высот (РВ МВ), обеспечивающие требуемую точность измерения истинной высоты на этапе взлета и посадки [1]. Информация, полученная от РВ, используется для формирования светового и звукового сигнала о прохождении заданного уровня высоты, сигнализации об опасной скорости сближения с Землей. При заходе на посадку, начиная с высоты 500 м, сигналы РВ, поступающие в систему траекторного управления, изменяют коэффициент передачи по каналу глиссады от максимального значения до нуля на высоте начала выравнивания на высоте 15...20 м [2]. Определение высоты при помощи частотных РВ производится путем измерения разностной частоты F_p между прямым сигналом и отраженным от поверхности Земли. Разность частот между прямым и отраженным частотно-модулированными сигналами оказывается пропорциональна высоте H полета ВС

$$F_p = \frac{4H\Delta f_{\Delta} \sqrt{\epsilon_0}}{cT_m}, \quad (1)$$

где c – скорость распространения радиоволн в вакууме; Δf_{Δ} – девиация частоты; T_m – период повторения частотно-модулированного сигнала; ϵ_0 – относительная диэлектрическая проницаемость среды распространения.

Сигнал, отраженный от поверхности, имеет сплошной спектр, ширина которого зависит от характера отражающей поверхности «пашня»–«море». Коэффициент обратного рассеяния K_{op} поверхности типа «пашня» имеет примерно постоянное значение в пределах ширины диаграммы направленности антенны РВ. В этом случае ширина спектра преобразованного сигнала $\Delta F_c = F_{p0} \operatorname{tg}(0,5\Delta\theta) \operatorname{tg}(0,25\Delta\theta)$, где F_{p0} – минимальная разностная частота, соответствующая истинной высоте полета, а $\Delta\theta$ – ширина диаграммы направленности РВ на уровне половинной мощности. При полете над водной поверхностью коэффициент обратного рассеяния имеет характерный максимум в направлении максимума излучения. При изменении типа подстилающей поверхности меняется значение погрешности смещения. Кроме того погрешность

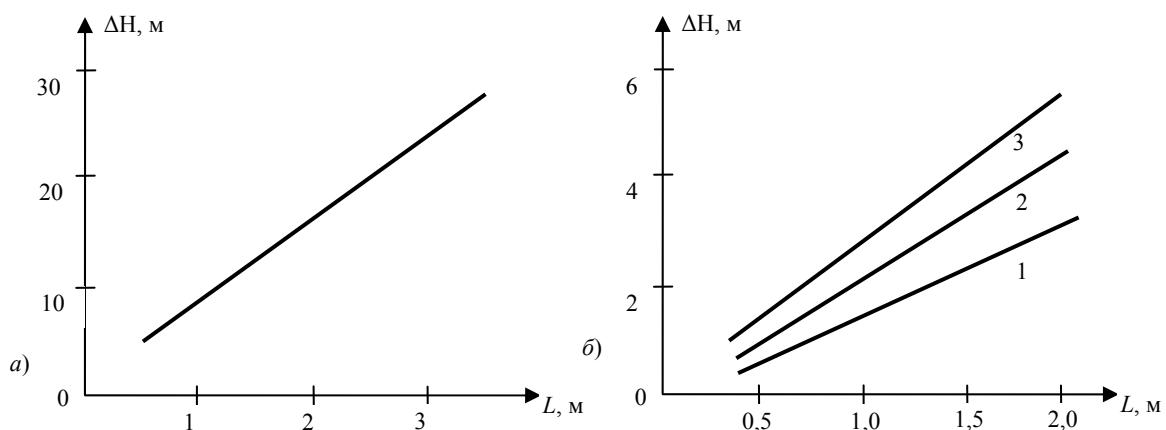
смещения $\Delta H_{\text{см}} \approx 0,5\Delta F_c H / F_{p0}$ зависит от ширины диаграммы направленности [2]. Выбор ширины диаграммы направленности сказывается на показаниях РВ при крене ВС. Влияние крена будет более заметно при узкой ДН антенны РВ.

Методическая флюктуационная погрешность связана с шумами передающего устройства, обусловленными просачиванием на вход приемника прямого сигнала передатчика, сигнала, отраженного от элементов ВС, и шумами приемного устройства.

Влияние шумовых составляющих ограничивает максимальную измеряемую высоту полета.

Характер подстилающей поверхности типа «суша» отличается большим разнообразием. Соответственно меняется и характер отражений радиоволн. Это следует учитывать при полетах на малых высотах и при заходе на посадку. Важно иметь в виду, что при полетах над снежной и ледовой поверхностью электромагнитные колебания проходят слоистые среды снега или льда и отражаются от нижней поверхности суши или воды. Если относительная диэлектрическая проницаемость (1) воздушной среды близка к единице, и в обычных условиях ее можно не учитывать, то для льда $\epsilon_{ол} = 73...95$, а для снега $\epsilon_{ос} = 3...9$ и более.

Диэлектрическая проницаемость снега зависит от его плотности. Плотность влажного снега – 100...300 кг/м³. В горах, например, Алтай, Саяны, Забайкалье и другие регионы, снег выпадает в сентябре, периодически подтаивает сверху, намокает и вновь промерзает. Уплотненный (лежалый) снег частично утрачивает свою первичную структуру в основном за счет оседания под влиянием собственного веса, температуры и ветра. Плотность лежалого снега достигает значений – 200...600 кг/м³, толщина может достигать 2...3 м и более. Весной, особенно в горах, скапливается старый снег, который полностью утратил первоначальную структуру и форму кристаллов, перекристаллизовался в более или менее крупные зерна под влиянием возгонки и сублимации, таяния и повторного замерзания. Плотность такого снега может достигать 300...700 кг/м³. Сухой снежный покров является диэлектриком и достаточно хорошо пропускает радиоволны.



На приведенных графиках дана оценка зависимости ошибки в определении высоты ΔH от толщины льда (a) и от толщины снежного покрова (b) различной плотности: 1 – 200 кг/м³, 2 – 400 кг/м³, 3 – 600 кг/м³.

В равнинных районах снежный покров может достигать 1,0...1,5 и более м. Весной за счет периодического подтаивания и промерзания возрастает плотность, а значит и диэлектрическая проницаемость снежного покрова, завышая показания радиовысотомера по сравнению с истинной высотой, что следует учитывать при считывании высоты.

При полетах над сильно пересеченной местностью, покрытой деревьями и кустарниками, радиовысотомер выдает усредненное значение высоты, которое может отличаться от истинного.

При всех возможных «ложных» показаниях РВ и срабатывании сигнализации «ОПАСНО ЗЕМЛЯ» в зоне аэродрома, эта информация включается в специальные сборники для захода на посадку на конкретном аэродроме.

Библиографические ссылки

1. Олянюк П. В., Астафьев Г. П., Грачев В. В. *Радионавигационные устройства и системы гражданской авиации*. М.: Транспорт, 1983. 320 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.

© Кайданович М. Л., 2012

УДК 621.396.932.1

Н. В. Карлов

Научный руководитель – В. М. Мусонов

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

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ СПУТНИКОВЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Рассмотрены глобальные и региональные спутниковые навигационные системы, эксплуатируемые и разрабатываемые в мире на сегодняшний день, а также методы и системы, позволяющие повышать точность определения координат.

В настоящее время в мире происходит интенсивное совершенствование спутниковых систем навигации и посадки. Наиболее известными из них в настоящее время являются дифференциальные системы, в которых используются дифференциальные поправки, формируемые наземными станциями. В настоящем докладе рассматриваются наиболее распространенные варианты дифференциальных систем.

Система WAAS представляет собой функциональное дополнение (SBAS по терминологии Стандартов и Рекомендованной практики ИКАО по GNSS) к глобальной навигационной системе GPS, которая должна быть основой GNSS и применяется с широкозонными дифференциальными дополнениями SBAS и локальными дифференциальными дополнениями (GBAS по терминологии Стандартов и Рекомендованной практики ИКАО по GNSS) [1–3].

Основные функции WAAS заключаются в формировании и передаче потребителям посредством геостационарных спутников широкозонных дифференциальных поправок и информации о целостности GPS. Помимо этого, для передачи сигналов WAAS используются геостационарные спутники, которые выступают в качестве источников дальномерных сигналов, т. е. увеличивают количество доступных потребителям навигационных спутников. Планируется, что при использовании сигналов WAAS будут обеспечены контроль и обмен информацией во время полетов над океанами, а в зоне аэропортов – точные заходы на посадку первой категории метеоминимума.

Система LAAS (система наведения для местного региона) является наземной системой, непрерывно

сравнивающей отраженный сигнал DGPS с посланным ею, определяющей рассогласование и передающей его на борт ВС, выполняющего заход на посадку. Ошибка наведения системы не превышает 7 м. Несколько первых систем этого типа, известных как **SCAT-1** (система посадки специальная категории I), находятся в эксплуатации, как privately финансируемые системы не для общего пользования [4–6]. FAA разрабатывает спецификацию и требования к системе LAAS для общего пользования, которая вступила в эксплуатацию с 2005 г. Не дожидаясь утверждения стандарта на систему, несколько фирм производят вариант системы SCAT-1. Среди них фирма Honeywell, система SCAT-1 которой сертифицирована и установлена в аэропортах Миннеаполис и Ньюарк (в последнем – для авиакомпании Continental Airlines). Системы SCAT-1 сертифицируются в Канаде, Индии и Австралии.

В Российской Федерации система SCAT-1 фирмы Honeywell устанавливается на самолеты гражданской авиации с помощью Научно-производственного предприятия АВТЕКС (Москва).

Система SCAT-1 производится рядом других фирм (Raytheon, Wilcox, DASA-NFS, Interstate Electronics), устанавливается и сертифицируется в аэропортах США, Евросоюза и других стран.

Наряду со спутниковой навигационной аппаратурой на борту самолетов гражданской авиации используется традиционная радиомаячная аппаратура ILS и MLS. Потребность оборудования ВС для работы с четырьмя различными системами автоматической посадки привела к созданию авиационными фирмами

многорежимного приемника (MMR). С его помощью пилот в полете выбирает систему посадки конкретного аэропорта и выполняет заход на посадку и посадку, например, по процедуре системы ILS, или какой-то другой. На последних сериях самолетов фирм Boeing и Airbus устанавливаются MMR, кроме того для замены старого оборудования самолетов предшествующих серий используются цифровые и аналоговые блоки. Фирма Rockwell получила заказов от авиакомпаний на 3000 приемников MMR, в том числе от авиакомпаний British Airways, United Airlines и Continental Airlines.

Таким образом, дальномерный метод, используемый в спутниковых навигационных системах совместно с контрольно-корректирующими станциями (ККС), в системах WAAS и SCAT-1 обеспечивает I категорию метеоминимума с погрешностью наведения 7 м. Дифференциальный метод позволяет в значительной мере сократить тропосферную и, главное, ионосферную погрешность. К сожалению, в высокоширотных регионах состояние ионосферы существенно отличается от средних широт и остаточная составляющая ионосферной погрешности оказывается более значительной.

Аппаратурный состав систем посадки.

В состав наземной *Аппаратуры WAAS* входит оборудование, которое содержит аппаратуру потребителя GPS и аппаратуру связи, которая обеспечивает формирование и передачу потребителям посредством геостационарных спутников широкозонных дифференциальных поправок и информации о целостности используемых навигационных спутников GPS.

Бортовая Аппаратура WAAS обеспечивает прием и обработку навигационных поправок для формирования точной посадочной информации по первой категории метеоминимума стандарта ИКАО.

Система LAAS является наземной системой наведения для местного региона. Аппаратура контрольно-корректирующей станции непрерывно передает на борт ВС дифференциальные поправки DGPS. На борту ВС производится уточнение его координат в режиме посадки. В состав системы LAAS входит точная GPS аппаратура потребителя, бортовая и наземная аппаратура связи и аппаратно-программные средства.

Как было отмечено, некоторые авиационные фирмы создали многорежимного приемника (MMR), который может использоваться в четырех режимах посадки.

Библиографические ссылки

1. URL: <http://www.gps.gov/systems/gps/index.php>.
2. URL: <http://www.glonass-ianc.rsa.ru/pls/html/db/f?p=201:20:741675961550334::NO>.
3. URL: <http://www.chinagi.com.cn/yw/gsjjxx.asp>.
4. URL: <http://www.livemint.com/2007/09/05002237/India-to-build-a-constellation.html>.
5. URL: <http://www.esa.int/esaNA/galileo.html>.
6. URL: http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ato/service_units/techops/nav_services/gnss/library/factsheets/media/GBAS_QFactsht_081610.pdf.

© Карлов Н. В., 2012

УДК 669.713.7

М. В. Ковель

Научный руководитель – М. В. Тюпкин

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

ГИРОСКОПИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ, ИХ ПОГРЕШНОСТИ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

В настоящее время важнейшими составляющими курсовой системы летательных аппаратов являются гироскопические приборы. Поэтому очень важно знать их математическую модель и погрешности.

Гироскопом называют вращающееся вокруг оси симметрии с большой угловой скоростью тело вращения (ротор), одна из точек которого неподвижна. Ось z симметрии ротора 1 (рис. 1) называют осью фигуры или осью ротора гироскопа.

В большинстве гироскопических приборов для обеспечения свободы вращения ротора гироскопа вокруг неподвижной точки применяют карданов подвес, который состоит из двух рамок 2 и 3. Ротор 1 гироскопа с большой угловой скоростью ω_y вращается вокруг оси y_1 относительно внутренней рамки 2, которая может поворачиваться вокруг оси z относительно рамки 3, а последняя – вокруг оси x относительно неподвижной подставки 4.

Карданов подвес обеспечивает ротору гироскопа свободу вращения относительно трех осей (x , y_1 и z).

Поэтому гироскоп, установленный в кардановом подвесе, называют гироскопом с тремя степенями свободы. Если центр масс гироскопа совпадает с точкой пресечения осей карданова подвеса, то такой гироскоп называется астатическим.

Для рассмотрения математической модели гироскопа обратимся к рис.2. Положение ротора относительно подставки (оси xhz) определяется тремя углами α , β и γ , которые получаются при последовательных поворотах гироскопа и отклонении его собственных осей x , y и z от осей неподвижного основания.

Согласно рисунку Н – кинетический момент гироскопа; J_x и J_y – моменты инерции ротора гироскопа относительно осей x и y .

Уравнения движения гироскопа согласно принципу Д'Аламбера имеют вид

$$\left. \begin{aligned} \sum M_x &= J_x \frac{d^2 \beta}{dt^2} - H \frac{d\alpha}{dt} + M_x = 0, \\ \sum M_y &= -J_y \frac{d^2 \alpha}{dt^2} - H \frac{d\beta}{dt} + M_y = 0, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где M_x и M_y – внешние моменты, действующие вокруг осей x и y (моменты от сил сопротивления трения в осях карданова подвеса, момент от силы тяжести, моменты, накладываемые на гироскоп специальными коррекционными устройствами и т. д.).

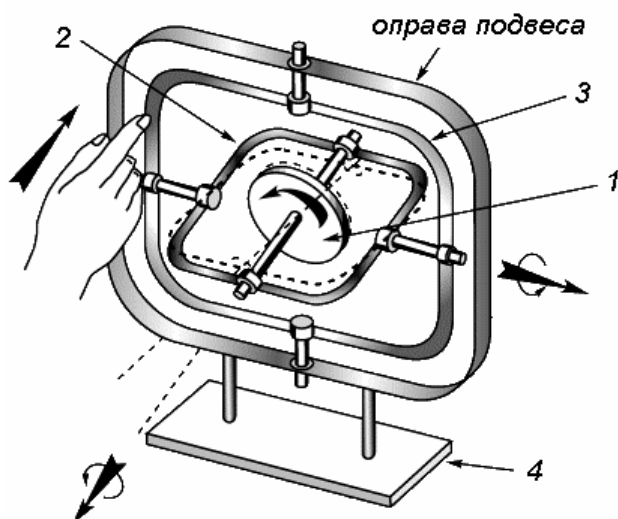


Рис. 1. Гироскоп в кардановом подвесе:
1 – ротор гироскопа; 2 – внутренняя рамка гироскопа;
3 – наружная рамка гироскопа; 4 – подставка; ω_y – собственная угловая скорость вращения ротора гироскопа;
 ω_x – вектор переносной угловой скорости

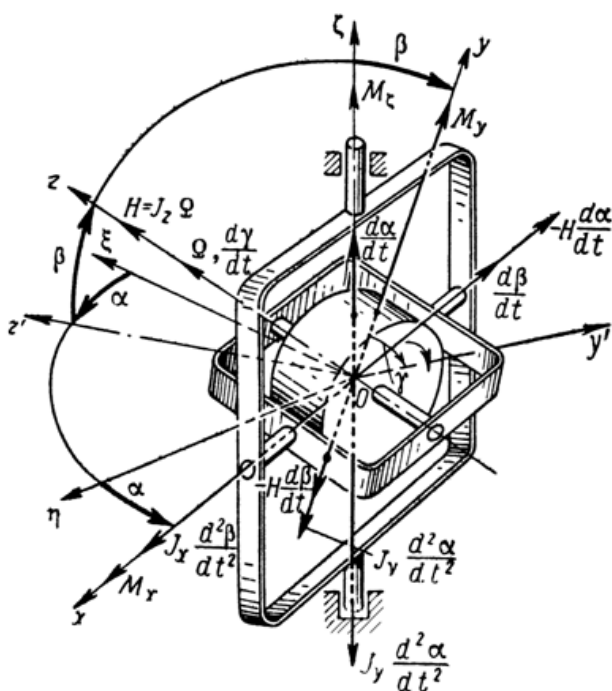


Рис. 2. Маховик с тремя степенями свободы – гироскоп

Уравнения (1) можно переписать так:

$$\left. \begin{aligned} J_x \frac{d^2 \beta}{dt^2} - H \frac{d\alpha}{dt} &= -M_x, \\ J_y \frac{d^2 \alpha}{dt^2} + H \frac{d\beta}{dt} &= M_y, \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где $J_x \frac{d^2 \beta}{dt^2} - H \frac{d\alpha}{dt}$ и $J_y \frac{d^2 \alpha}{dt^2} + H \frac{d\beta}{dt}$ – полное инерционное сопротивление, развиваемое гироскопом при действии на него внешних моментов M_x и M_y .

В теоретической механике при изучении законов движения гироскопа различают свободное и вынужденное движение гироскопа; свободное движение гироскопа, называемое нутацией, представляет собой движение по инерции, когда моменты внешних сил не действуют на гироскоп. Движение гироскопа, нагруженного моментом внешних сил, представляет собой совокупность вынужденного и свободного движения. Вынужденное движение гироскопа называется прецессией.

Закон нутационного движения можно получить, приняв в уравнениях (2) $M_x = M_y = 0$.

Тогда

$$\left. \begin{aligned} J_x \frac{d^2 \beta}{dt^2} - H \frac{d\alpha}{dt} &= 0, \\ J_y \frac{d^2 \alpha}{dt^2} + H \frac{d\beta}{dt} &= 0, \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Решая систему уравнений (3) получаем дифференциальные уравнения, описывающие нутационное движение гироскопа.

$$\left. \begin{aligned} J_x J_y \frac{d^3 \alpha}{dt^3} - H^2 \frac{d\alpha}{dt} &= 0, \\ J_x J_y \frac{d^3 \beta}{dt^3} + H^2 \frac{d\beta}{dt} &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Закон прецессии гироскопа можно получить из уравнений (2), если пренебречь инерционными моментами

$J_x \frac{d^2 \beta}{dt^2}$ и $J_y \frac{d^2 \alpha}{dt^2}$ по сравнению с гироскопическими моментами $H \frac{d\alpha}{dt}$ и $H \frac{d\beta}{dt}$. Тогда имеем

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\alpha}{dt} &= \frac{M_x}{H} = \frac{M_x}{J_x \Omega}, \\ \frac{d\beta}{dt} &= \frac{M_y}{H} = \frac{M_y}{J_y \Omega}. \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Наиболее важными бортовыми гироскопическими приборами являются авиагоризонты, указатели поворота, гирополукомпасы, а также выключатели коррекции.

А. С. Куликов, В. М. Мусонов
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ВИРТУАЛЬНЫЙ УЧЕБНЫЙ СТЕНД РАДИОВЫСОТОМЕРА МАЛЫХ ВЫСОТ

Радиовысотомеры малых высот представляют собой дальномерные радиолокационные устройства с непрерывным излучением сигнала. Они обеспечивают измерение высоты полета на этапах взлета и посадки от нуля до 1500 м и выдают экипажу данные о текущей, а также опасной высоте.

Помимо измерения высоты сигналы РВ МВ служат для предупреждения экипажа при достижении установленной высоты принятия решения, для уменьшения коэффициента передачи САУ по каналу глиссады начиная от высоты 200 м и ниже, от максимального значения до нуля на высоте начала выравнивания [1]. Кроме того, сигналы радиовысотомера используются для уменьшения вертикальной скорости при начале выравнивания до значения 0,45 м/с. Предлагаемый нами виртуальный стенд радиовысотомера предназначен для более углубленного изучения принципа работы, наблюдения и исследования электрических сигналов его узлов.

В широкополосных радиовысотомерах частота модуляции поддерживается постоянной и высота полета ВС определяется по формуле

$$H = 0.125cT_mF_p/\Delta f_d,$$

где c – скорость распространения электромагнитных волн, T_m – период модулирующего напряжения, F_p – значение разности частот между излучаемым и принятым сигналом, Δf_d – девиация частоты ЧМ-генератора. Если значения T_m и Δf_d поддерживать постоянными, то высота полета будет пропорциональна значению разностной частоты $H = M_F F_p$, где $M_F = 0.125cT_m/\Delta f_d$ – масштабный коэффициент.

Для более глубокого изучения РЭО все более широкое применение находит компьютерное моделирование [2–4]. В данной работе проведено компьютерное моделирование и разработан виртуальный учебный стенд широкополосного радиовысотомера малых высот.

Стенд имеет простой интерфейс взаимодействия с пользователем. В настройках стенда можно изменять значения следующих параметров моделирования:

1. Время задержки прохождения сигнала от передающей антенны до приёмной антенны (в секундах).
2. Полосу пропускания фильтра низких частот (в рад/с).
3. Коэффициент передачи усилителя низкой частоты.

Работа со стендом начинается с изучения принципа работы радиовысотомера малых высот, структурной схемы РВ МВ, и его основных эксплуатационно-технических характеристик. Рассматриваются широкополосный и узкополосный варианты РВ МВ. Студенты изучают спектр излучаемого и принимаемого сигнала и влияние подстилающей поверхности на точность измерения высоты. Наряду с полезным сигналом в стенде предусмотрено введение шумовой составляющей и оценка ее влияния на показания РВ.

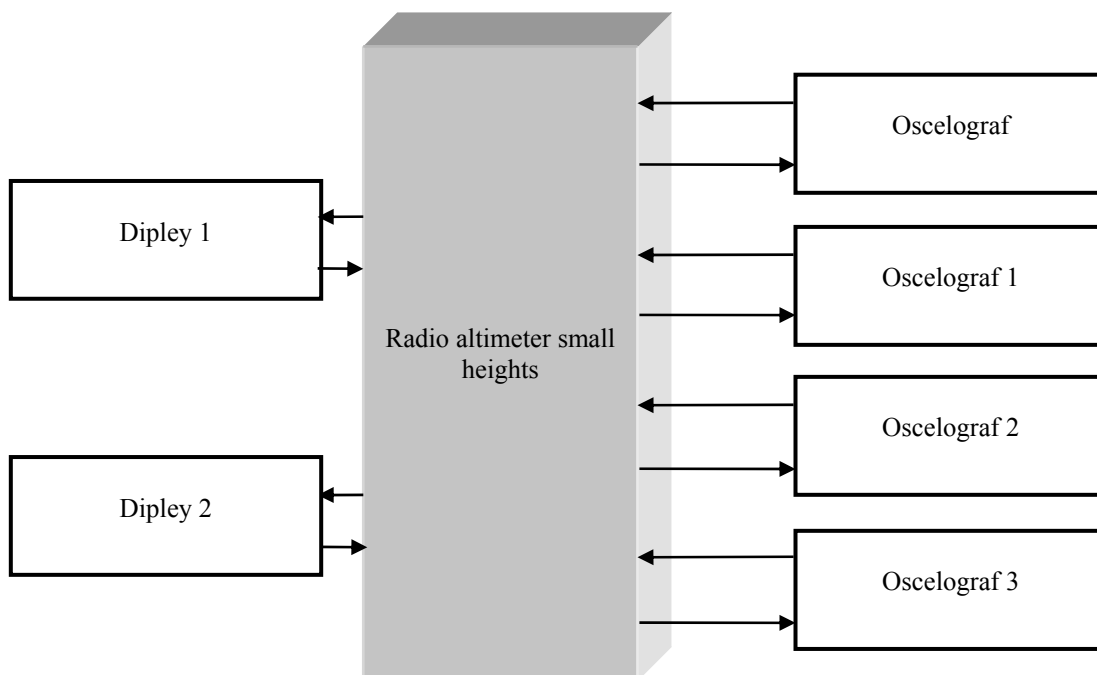


Рис. 1. Виртуальный учебный стенд радиовысотомера

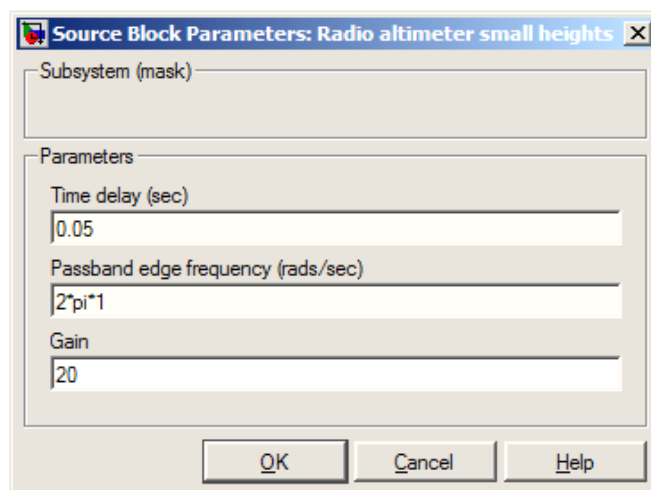


Рис. 2. Окно задания параметров моделирования

На рис. 1 представлен внешний вид виртуального стенда радиовысотомера. К выходам стенда подключены осциллографы и дисплеи для наблюдения и контроля сигнала в различных точках модели радиовысотомера.

На рис. 2 представлено окно задания параметров моделирования стенда.

Таким образом, в предлагаемой работе рассмотрено устройство, позволяющее наглядно иллюстрировать сигналы радиовысотомера малых высот, что позволяет улучшить качество изучения РВ МВ по дисциплине «Бортовые радиоэлектронные устройства и системы».

Библиографические ссылки

2. *Авиационная радионавигация : справочник* / А. А. Сосновский, И. А. Хаймович, Э. А. Лутин, И. Б. Максимов ; под ред. А. А. Сосновского. М. : Транспорт, 1990.
3. *Радиоэлектроника и схемотехника : лабораторный практикум* / В. М. Мусонов, В. А. Чижиков ; СибГАУ. Красноярск, 2006.
4. *Авдеев О. Н., Мотайленко Л. В. Моделирование систем : учеб. Пособие. СПб. : Изд-во СПбГТУ, 2001.*
5. *Черных И. В. SIMULINK: среда создания инженерных приложений ; под общ. ред. В. Г. Потёмкина. М. : Диалог-МИФИ, 2003. 496 с.*

© Куликов А. С., Мусонов В. М., 2012

УДК 659.7.022

А. Р. Акзигитов, Ю. А. Макаренко, Д. А. Волчѣк
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ВЛИЯНИЕ ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ И ИОНОСФЕРЫ НА КАЧЕСТВО НАВИГАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛЕТОВ И УПРАВЛЕНИЕ ВОЗДУШНОГО СУДНА В ВЫСОКИХ ШИРОТАХ

Рассматриваются проблемы воздействия неоднородностей ионосферы и подстилающей поверхности Земли на качество работы оборудования средств навигационного обеспечения полетов и управления воздушным судном в высоких широтах, эксплуатируемые в современной гражданской авиации, с целью повышения безопасности полетов.

Неоднородности ионосферы и подстилающей поверхности Земли, зависят от времени суток и маршрута полета. В ночное время суток радиоволны километрового (КМВ) и гектометрового (ГКМВ) диапазонов распространяются пространственной и поверхностной радиоволнами, а в днем лишь поверхностной. Днем коэффициент отражения от ионосферы радиоволн простирается от $10^{-2} \dots 10^3$ МГц, в то время как после захода солнца он практически равен единице. Расстояние, на котором обеспечивается качественный прием поверхностной волны, зависит от длины волны, уровня помех, мощности передатчика и качества

поверхности (проводимости почвы, наличием растительности и ледников). Наличие ледникового покрова приводит к изменению амплитудной и фазовой структуры электромагнитного поля радиоволн.

В зависимости от расстояния R напряженность поля поверхностной волны приближенно можно оценить с помощью формулы: [1]

$$E_{нов} = A \frac{\sqrt{PD}}{R} W,$$

где A – постоянный множитель, зависящий от применяемой системы единиц измерений $E_{нов}$; P – излу-

чаемая антенная мощность; D – коэффициент ее направленности; W – коэффициент затухания волн на маршруте.

В ночное время, в отличие от поверхностных волн, пространственные волны КМВ – и ГМКВ – диапазонов распространяются на большие расстояния (от 5000 км и более). Это связано с многократным переотражением ионосферы и поверхности Земли. В отличие от поверхностных, пространственные волны имеют эллиптическую поляризацию (вследствие того, что ионосфера под воздействием электромагнитного поля земли становится анизотропной), а наклон фронта волны зависит от вертикального угла прохода сигнала. Вследствие влияния дестабилизирующих факторов происходит смещение частот пространственных радиоволн, в то время как на летающих воздушных судах они определяются по другой закономерности. Их разность зависит от множества факторов, которые должны быть учтены при фильтрации пространственных радиоволн, и вычисляется по формуле [2]

$$\sigma F_{\Delta} = -\frac{fWD_{np}}{c\sqrt{D_{np}^2 + H_{\Pi}^2}} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{4h_{\Delta}(h_{\Delta} - H_{\Pi})}{D_{np}^2 + H_{\Pi}^2}}}\right) \cos q.$$

От качества разделения пространственных волн зависит эффективность работы автоматического радиопаса (АРК). Полоса пропускания фильтров должна быть выбрана с учетом скорости W , высоты полета самолета H_{Π} , частоты работы передатчика f , расстояния до передатчика D_{np} , высоты сигнала от неоднородности h_0 и угла между траектории ВС в азимутальной плоскости и направлением прихода радиоволн q .

Радиоволны декаметрового (ДКМВ) диапазона преимущественно распространяются пространственными волнами, потому что поверхностные распространяются лишь на незначительные расстояния из-за сильного поглощения неоднородностями подстилающей поверхности Земли. Для их эффективной работы пользуются долгосрочным прогнозом, который составляют на основе анализа ионосферных данных по сети станции. При использовании этих радиоволн наблюдается резкое сокращение диапазона рабочих частот из-за уменьшения отражательных свойств в верхней ионосфере и увеличения радиоволн в нижней ионосфере. В этом диапазоне радиоволн поглощения приходится до высоты 110 км.

Эти поглощения подразделяют на несколько видов: регулярное, внезапное, поглощение типа полярной шапки и авроральное поглощение. Регулярное поглощение характеризуется числом солнечных пятен, оно возрастает с их увеличением. Это поглоще-

ние тем сильнее, чем ниже частота волны, поэтому на практике выгоднее использовать наивысшую радиочастоту.

Основными крупномасштабными особенностями полярной атмосферы являются:

- 1) ионосферный провал – область низких значений на ночной стороне Земли в умеренных широтах;
- 2) авроральный пик – область высоких частот на ночной стороне, ближе к северу от среднеширотного провала;
- 3) полярный пик – область высоких значений частот в районе ближе к геомагнитному полюсу;
- 4) полярная полость – область пониженной ионизации на дневной стороне, к северу от аврорального пика [3].

Наиболее интересен из перечисленных среднеширотный или главный ионосферный провал (ГИП). Он является самым устойчивым длительное время на ночной стороне Земли и особенно в зимний период. Благодаря многочисленным экспериментам определено, что изменение структуры ГИП вызывает резкие расхождения уровня, спектра и углов прихода радиосигнала. Особенно это проявляется в периоды возмущений в северной и южной полярных областях Земли, связанных с взаимодействием возмущенных потоков солнечного ветра с магнитосферой Земли, так называемых суббурь. В такие моменты экваториальная граница ГИП может сильно изменять траектории радиолуча.

Таким образом, для оптимального расчета радиотрасс на высоких широтах необходимо использовать не только данные магнитных и ионосферных приборов, но и применять данные о ГИП.

Значимость этой проблемы возрастает в связи с освоением Северного Ледовитого океана и Северного морского пути, открытием высокоширотных полярных станций и освоением международных маршрутов, часть которых пролегает вне зоны радиолокационного контроля в районе Северного полюса и горных труднодоступных регионах Сибири.

Библиографические ссылки

1. Навигационное обеспечение полетов воздушных судов в высоких широтах : учеб. пособие / В. А. Борисов ; СибГАУ. Красноярск, 2010. С. 15.
2. Навигационное обеспечение полетов воздушных судов в высоких широтах : учеб. пособие / В. А. Борисов ; СибГАУ. Красноярск, 2010. С. 17.
3. URL: <http://www.grz.ru/articles/article286.html> (дата обращения: 18.03.2012).

© Акзигитов А. Р., Макаренко Ю. А.,
Волчѣк Д. А., 2012

УДК 656.7:654.9

А. Р. Акзигитов, Ю. А. Макаренко, Д. А. Волчѣк
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СРЕДСТВА СВЯЗИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ КОНЦЕПЦИЮ CNS/ATM НАД АКВАТОРИЕЙ СЕВЕРНОГО ЛЕДОВИТОГО ОКЕАНА

Рассмотрены методы обеспечения полетов воздушных судов посредством повышения дальности и достоверности радиосвязи в полярных трассах.

Безопасность и эффективность полетов воздушных судов (ВС) обеспечивается системами организации воздушного движения (связи, навигации и наблюдения). Системы CNS/ATM есть сочетание спутниковых технологий и систем прямой видимости, в совокупности обеспечивающих оптимальные характеристики аэронавигационного обеспечения с технической и экономической точки зрения.

Их использование позволяет реализовать следующие навигационные функции [1]:

1. Навигация на маршруте.
2. Посадка воздушного судна по 1 категории метеоминимума.
3. Наблюдение за летным полем.

Принципиальными особенностями системы ATM является [1]:

1. Вместо разделения на наземные и бортовые функции ATM, функции и процедуры для производства полетов будет функциональной частью системы ATM в целом.

2. Основные требования, предъявляемые к элементам системы ATM относятся:

- в связи – применение высокоскоростных линий связи.
- в навигации – широкое применение глобальной системы спутниковой навигации GNSS для всех стадий полета.
- в наблюдении – оптимизация РЛС и ADS (автоматизированного зависимого наблюдения) по критериям пропускной способности.

В системе GNS/ATM спутниковая навигация имеет следующие составляющие [1]:

1. Спутниковые навигационные приемники.
2. Спутниковые системы функционального дополнения наземного и космического базирования.
3. Радиоканалы передачи данных между бортами, навигационными приемниками и функциональными дополнениями.

В высоких широтах на ВС и в районных центрах управления воздушным движением РЦ УВД используется связь от километровых (КМВ) до ультракоротковолновых (УКВ) диапазонов волн. УКВ для ближней связи, декаметровые (ДКМВ) для дальней, КМВ и гектометровые (ГКМВ) для ведения связи в ближней зоне с ВС. В районах прилегающих к Северному полюсу, в том числе и территория над Северным Ледовитым океаном отсутствует перекрытие УКВ-связи. На этой территории имеются «мертвые зоны» в связи

со сложным рельефом, климатическими условиями и отсутствием наземных каналов связи.

Из-за отсутствия мощных наземных передатчиков КМВ и ГКМВ связь в высоких широтах используется не эффективно, а на зарубежных ВС диапазоны этих волн вообще отсутствуют.

Для качественного управления ВС в высоких широтах все воздушное пространство разделено на районы управления воздушным движением (РУВД). Документом, устанавливающим эти границы, является «Перечень районов УВД» [2]:

Следует отметить, что существенной особенностью воздушных трасс в высоких широтах, в том числе и территория над Северным Ледовитым океаном, является то, что они из-за своей протяженности проходят над океанами, труднодоступными районами, где отсутствует полное непрерывное радиолокационное, навигационное и радиосвязное поле. Управление экипажем ВС на таких территориях осуществляется диспетчером через бортовые радиостанции в речевом режиме, в случае же плохого прохождения волн экипаж передает информацию любому РЦ УВД, который разборчиво слышит сообщение.

Система управления ВС над акваторией Северного Ледовитого океана, в различные периоды года и даже суток, работает недостаточно эффективно. Это доказывают осуществленные полеты зарубежных и отечественных авиакомпаний, по недавно открытым полярным трассам

Таким образом, для безопасного и надежного управления ВС над акваторией Северного Ледовитого океана, а так же над труднодоступными для радиолокации районами, необходимо использовать в РЦ УВД системы цифровой радиосвязи, АЗН и управления воздушными судами, а на ВС высокоточные спутниковые приемоиндикаторы (ПИ) и автоматические радиоконпасы (АРК).

Библиографические ссылки

1. Спутниковая аэронавигация в системе GNS/ATM [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sitcom.ru/www/content/view/4/10>.
2. Борсоев В. А. Навигационное обеспечение полетов воздушных судов в высоких широтах : учеб. пособие. СибГАУ. Красноярск, 2010.

© Акзигитов А. Р., Макаренко Ю. А.,
Волчѣк Д. А., 2012 1

УДК 656.7:656.8

А. В. Маренков, Е. А. Сеножацкий
Научный руководитель – С. Г. Косачевский

Ульяновское высшее авиационное училище гражданской авиации (институт), Ульяновск

**ОСОБЕННОСТИ ВЕДЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРИЕНТИРОВКИ ПИЛОТАМИ
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АВИАГОРИЗОНТОВ ПРЯМОЙ И ОБРАТНОЙ ИНДИКАЦИИ**

Представлены результаты исследования влияния смены типа индикации авиагоризонта на правильность определения пространственного положения самолета пилотами, так же рассматривается возможность разработки специального комплекса упражнений для улучшения адаптации к новому типу авиагоризонта.

Одной из важных задач профессиональной подготовки летного состава гражданской авиации является отработка действий экипажа по выводу самолета из сложного пространственного положения. То, что проблема пространственной ориентировки пилота остается нерешенной подтверждается статистикой авиационных происшествий, согласно которой удельный вес потери пространственной ориентировки среди причин авиационных происшествий в мировой гражданской авиации составляет 20 %, и эта величина остается практически неизменной на протяжении нескольких десятилетий. При этом наибольшую сложность для летного состава создает вывод самолета из сложных пространственных положений, характеризующихся сочетанием больших углов тангажа и крена.

Результаты расследования катастрофы самолета Boeing-737 авиакомпании «Аэрофлот – Норд» 14.09.2008 в районе аэропорта г. Пермь свидетельствуют, что причиной ее по заключению комиссии «явилась потеря пространственной ориентировки экипажем... Фактором, способствующим потере пространственной ориентировки и неспособности к ее восстановлению, явился недостаточный уровень профессиональной подготовки экипажа в части техники пилотирования и приобретения навыков по выводу из сложных пространственных положений самолета с прямой индикацией авиагоризонтов...» [1].

Практика эксплуатации современных воздушных судов показывает, что у летного состава, имеющего опыт полетов на самолетах отечественного производства с авиагоризонтами обратной индикации, возникают трудности при определении пространственного положения самолета с авиагоризонтами прямой индикации [1].

Для изучения этой проблемы были проведены экспериментальные исследования, направленные на выявление способа определения пространственного положения самолета с авиагоризонтами прямой индикации и влияние опыта работы с авиагоризонтами обратной индикации. Для проведения эксперимента были сформированы две группы. Первая группа состояла из курсантов, имеющих первоначальный навык

работы с авиагоризонтом обратной индикации. Во вторую группу были включены пилоты, имевшие опыт работы как с авиагоризонтами как прямой, так и с обратной индикации.

На первом этапе с использованием тестовой программы оценивалась правильность определения пространственного положения самолета по показаниям авиагоризонта с прямой индикацией [2]. В группе курсантов количество ошибок составило 7 % от общего количества предъявлений, а среднее время выполнения теста – 6,9 с, тогда как в группе пилотов количество ошибок и время выполнения теста были значительно выше – 50–65 % и 9,4 с, соответственно.

На втором этапе исследований, который проводился на процедурном тренажере самолета Boeing 737-400, необходимо было вывести самолет из сложного пространственного положения в горизонтальный полет. При этом фиксировалось как время выполнения тестового задания, так и правильность действий. Результаты группы курсантов на этом этапе также оказались лучше, чем в группе пилотов.

Результаты проведенных исследований, которые могут рассматриваться только как предварительные из-за малого количества участников эксперимента, позволяют предположить, что для формирования правильных навыков работы с авиагоризонтами прямой индикации у пилотов, имеющих опыт полетов на самолетах с авиагоризонтами обратной индикации, требуется дополнительная подготовка с использованием специально разработанных упражнений.

Библиографические ссылки

1. Коваленко П. А. Психологическое «дорасследование» влияния «прямой» индикации в авиагоризонтах на катастрофу самолета Boeing-737 под Пермью // Проблемы безопасности полетов. 2011. № 2. С. 9–28; № 3. С. 11–28; № 4. С. 10–28; № 5. С. 9–28.
2. Учение об иллюзиях полета. Основы авиационной делиологии / П. А. Коваленко, В. А. Пономаренко, А. В. Чунтул. М., 2007. 461 с.

© Маренков А. В., Сеножацкий Е. А., 2012

УДК 621.396.932.1

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

УЛУЧШЕНИЕ ТОЧНОСТНЫХ И НАДЕЖНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АППАРАТУРЫ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ СПУТНИКОВЫХ РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ВЫСОКИХ ШИРОТАХ

Данная работа направлена на решение актуальной научно-технической задачи улучшения точностных и надежностных характеристик АП СРНС при проведении полетов воздушных судов гражданской авиации в высоких широтах и обеспечения операций захода на посадку, посадки и взлета в соответствии с требуемыми навигационными характеристиками.

Спутниковые радионавигационные системы (СРНС) типа ГЛОНАСС (РФ) и GPS (США) позволяют, в принципе, решать практически все навигационные задачи, возникающие при эксплуатации воздушных судов (ВС) гражданской авиации (ГА). Тем не менее, при использовании аппаратуры потребителей (АП) СРНС существуют навигационные задачи (НЗ), требующие не только высокой точности определения навигационных параметров объекта, но и обеспечения более высоких показателей доступности и непрерывности навигационных определений (НО), чем те, которые предоставляют орбитальные группировки ГЛОНАСС и GPS [1]. Особенно остро такие требования предъявляются в высоких широтах (выше 65°00' 00" с.ш.), где радиовидимость навигационных космических аппаратов (НКА) СРНС имеет низкий показатель доступности, а также велико влияние высокоширотной ионосферы на рассеивание радиоволн [2].

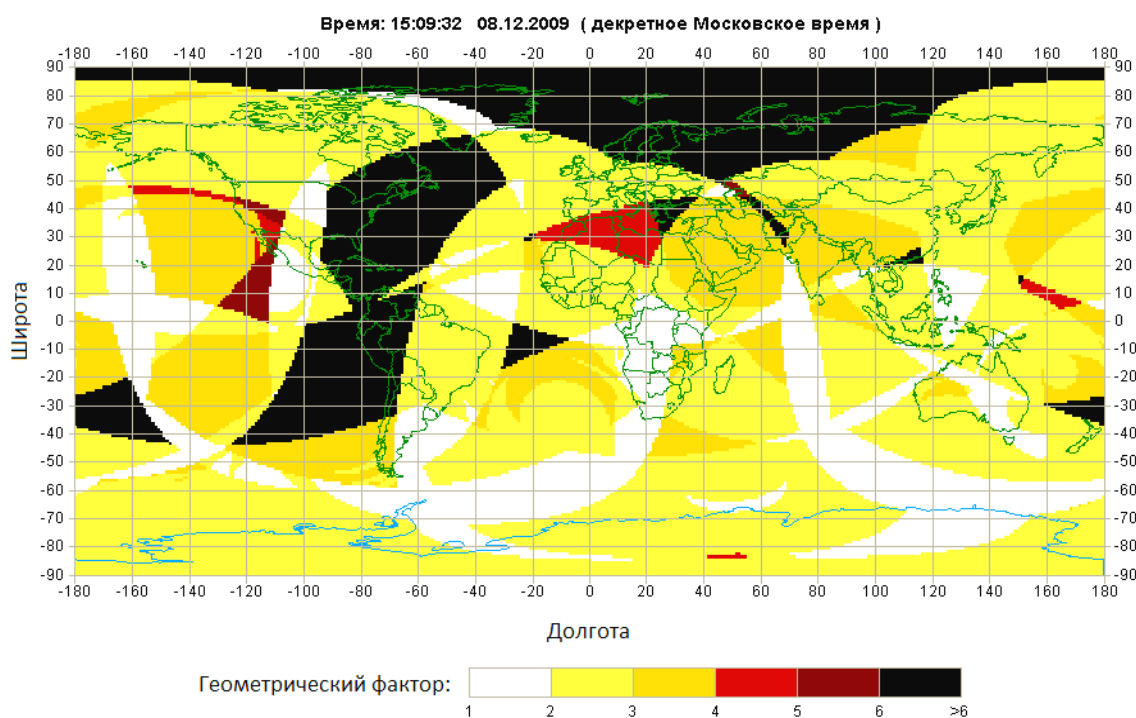
На рисунке показаны значения позиционного геометрического фактора (ГФ) по земной поверхности, отображающего во сколько раз радиальная ошибка местоопределения превышает ошибку определения псевдодальности (ПД) до НКА СРНС ГЛОНАСС на 8 декабря 2009 года в 15:09 по декретному Московско-

му времени (показатель минимального угла места НКА $\geq 5^\circ$). Проанализировав данные, приведенные на рисунке, можно сделать вывод, что в высоких широтах имеет место возникновение плохой навигационной обстановки, когда значения позиционного геометрического фактора будут ≥ 6 .

С учетом того, что безопасность полетов ВС в значительной степени зависит от надежности и точности навигационной информации, необходимо создавать функциональные дополнения СРНС для повышения этих показателей. Задача может быть решена при использовании некоего наземного дополнения, работающего совместно с космическим сегментом системы. В качестве одного из вариантов такого дополнения могут рассматриваться псевдоспутники (ПС).

Под псевдоспутником подразумевают радиотехническое устройство с наземным базированием, сигнал которого должен быть синхронизован с сигналами СРНС ГЛОНАСС (далее по тексту «СРНС»), а параметры сигнала и его формат близки к параметрам и формату сигналов СРНС [3].

Радиус действия псевдоспутников невелик (от 1 до 50 км), а геометрические особенности их расположения (в плоскости горизонта) не позволяют эффектив-



но определять третью координату (высоту) при использовании навигации только по сигналам псевдоспутника, поэтому для обеспечения навигации ВС целесообразно комплексирование ПС с космическим сектором СРНС. При этом обеспечение навигационного поля в высоких широтах является наиболее привлекательной сферой применения систем на базе псевдоспутников. В этом случае посредством размещения псевдоспутников в стационарных точках возможно обеспечить оптимальную геометрию излучателей и, соответственно, стабильное навигационное обеспечение пользователей.

В работе рассматриваются вопросы расширения функциональных возможностей СРНС, в частности обеспечения решения задач посадки ВС в высоких широтах на необорудованные площадки. При решении этих задач, в первую очередь, необходим сравнительный анализ точностных и надежностных показателей НО, перспективных с точки зрения применимости их для обеспечения посадки ВС в высоких широтах. Кроме того, необходим анализ факторов, влияющих на точность местоопределения ВС при полетах в высоких широтах. При этом особый интерес представляет рассмотрение и совершенствование относительных НО, которые обладают тем преимуществом перед обычными дифференциальными НО, что не требуют геодезической привязки контрольной стан-

ции и следовательно применимы для обеспечения посадки ВС на необорудованные площадки типа льдины или палубы корабля.

Помимо решения навигационных задач, связанных с грузопассажирскими перевозками в высоких широтах, осуществляемыми ВС гражданской авиации, система навигации на базе ПС и НКА СРНС открывает широкие перспективы в проведении специальных работ с применением авиации, связанных с необходимостью высокоточного местоопределения подвижных объектов. Сюда относятся, в частности, задачи поиска и спасения терпящих бедствие, ледовой разведки, топогеодезии и др.

Библиографический список

1. URL: http://www.mstuca.ru/scientific_work/autoreferats/Анолонов%20А.А.
2. Горбачев О. А. Влияние высокоширотной ионосферы на рассеивание сигналов СРНС. // Научный Вестник МГТУ ГА. Сер. «Радиофизика и радиотехника». № 117. 2007.
3. Псевдоспутники в локальных системах расширения функциональных возможностей СРНС. Вып. № 27. РИПВ. СПб., 2002.

© Моховиков И. С., 2012

УДК 669.713.7

А. С. Орленко

Научный руководитель – М. В. Тюпкин
Сибирского государственного аэрокосмического университета
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОПТИМИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА СТАТИЧЕСКОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ПОГРЕШНОСТЕЙ ПЕРВИЧНЫХ ДАТЧИКОВ НАВИГАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА

Рассматриваются датчики комплексных навигационных систем, алгоритмы фильтрации погрешностей датчиков и возникающие при их разработке задачи. Целью работы является разработать оптимальный алгоритм обработки информации датчиков навигационного комплекса.

В настоящее время в качестве первичных датчиков навигационных комплексов наибольшее распространение получили:

- инерциальные системы
- доплеровские измерители скорости
- радиотехнические системы дальней навигации
- системы спутниковой навигации
- пеленгаторы светил и визиры наземных ориентиров в виде бортовых оптических или радиолокационных станций.

Навигационная информация должна поступать от комплекса непрерывно и в объеме, необходимом для осуществления текущего режима полета, и, кроме того, удовлетворять предъявляемым к ней требованиям по точности и надежности [1].

Комплексная навигационная система строится следующим образом: информация от отдельных датчиков поступает в вычислительную систему, с выхода которой после соответствующей обработки поступает информация о координатах ЛА, его скорости и уско-

рения. В некоторых случаях к выходной информации относят также значения углов курса, тангажа и крена. В комплексных системах возможно не только поступление информации от датчиков в вычислительную систему, но и наоборот, от вычислителя в датчики. В этом случае можно добиться повышения качества работы датчиков. Например, подавая информацию (приблизительную) о дальности между самолетом и источником радиоизлучения в соответствующий радиоприемник, можно добиться более устойчивого приема сигналов. Приблизительное значение расстояния может быть рассчитано, например, по показаниям систем счисления координат и известным координатам источника радиоизлучений [2].

Координаты любого подвижного объекта могут быть определены двумя способами:

- путем прямого их вычисления при помощи геометрических соотношений, когда исходной информацией являются дальности, азимуты или курсовые углы до точек с известными координатами, а также

высоты и азимуты светил, наблюдаемых с объекта;

– путем непрерывного вычисления линии движения (траектории) по данным о векторе скорости и координатах начальной точки движения.

На первом способе основаны методы ближней и дальней радионавигации, спутниковой навигации, а также определение местоположения самолета по данным, получаемым от бортовых оптических или радиолокационных станций о направлении и дальности до наземного ориентира, координаты которого известны. На втором способе основаны инерциальные системы навигации. Разнообразие применяемого оборудования является причиной того, что при разработке навигационного комплекса и создании его алгоритмического обеспечения приходится пользоваться достижениями различных областей науки и техники. К ним, прежде всего, следует отнести: теорию фигуры Земли, теорию гироскопических устройств, теорию радионавигации и теорию фильтрации случайных процессов. При разработке алгоритмов обработки информации возникают две основные группы задач:

Первые – это геометрические задачи вычисления текущих координат самолета по сигналам позиционных навигационных датчиков, таких как РСБН, РСДН, БРЛС и др. и задачи счисления по показаниям измерителей скоростей и курсовертикалей.

Вторые – это задачи фильтрации погрешностей датчиков. Для решения второй группы задач необходимо располагать математическими моделями погрешностей навигационных датчиков. Геометрические задачи первой группы могут быть решены в отрыве от конкретного технического устройства измерителей. Задачи второй группы, напротив, могут быть решены только с учетом их конкретного устройства [2].

На основе языка блок-диаграмм в 70-х годах был создан и в последующем адаптирован к ПК широко используемый в настоящее время для моделирования большого класса систем язык и система моделирова-

ния GPSS (General Purpose Simulation System – Система моделирования общего назначения).

Язык GPSS представляет собой интерпретирующую языковую систему, применяющуюся для описания пространственного движения объектов. Такие динамические объекты в GPSS называются транзактами и представляют собой элементы потока. В процессе имитации транзакты «создаются» и «уничтожаются». Функцию каждого из них можно представить как движение через модель с поочередным воздействием на ее блоки.

Модели на GPSS компактны, часто состоят из меньшего числа операторов, чем такие же модели, написанные на процедурных языках (например, на Паскале или Си). Это объясняется тем, что в GPSS встроено максимально возможное число логических программ, необходимых для моделирующих систем. В него также входят специальные средства для описания динамического поведения систем, меняющихся во времени, причем изменение состояний происходит в дискретные моменты времени. GPSS очень удобен при программировании, поскольку моделирующая часть системы GPSS многие функции выполняет автоматически.

В настоящий момент работа находится на этапе поиска оптимального алгоритма обработки информации для применения в современных навигационных комплексах.

Библиографические ссылки

1. Чернов В. Ю., Никитин В. Г., Иванов Ю. П. *Надежность авиационных приборов и измерительно-вычислительных комплексов : учеб. пособие / СПбГУАП. СПб., 2004. 96 с.*
2. Бабич О. А. *Обработка информации в навигационных комплексах. М. : Машиностроение, 1991. 512 с.*

© Орленко А. С., 2012

УДК 621.396.932.1

Л. В. Прусс

Научный руководитель – М. В. Тюпкин

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

СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ ПОСАДКИ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ WAAS И LAAS

Спутниковая система навигации – комплексная электронно-техническая система, состоящая из совокупности наземного и космического оборудования, предназначенная для определения местоположения (географических координат и высоты), а также параметров движения (скорости и направления движения и т. д.) для наземных, водных и воздушных объектов.

GPS: Принадлежит министерству обороны США. Этот факт, по мнению некоторых государств, является её главным недостатком. Устройства, поддерживающие навигацию по GPS, являются самыми распространёнными в мире [1].

Для повышения точности спутниковой навигационной системы GPS и возможности ее использования на всех этапах полета, включая посадку, в США была

создана региональная вспомогательная система **Wide Area Augmentation System (WAAS)**, включающая в себя сеть наземных станций (Wide Area Reference Stations) на материковой части США и Гавайских островах. Сигналы, принимаемые станциями, обрабатываются, проводится вычисление ошибок, а затем корректирующая информация передается на геостационарные спутники и оттуда ретранслируются пользо-

вателям. При совместной работе GPS и WAAS точность определения местоположения повышается с 15 до 7,6 м в 95 % случаев, а на практике и выше, что позволяет использовать систему GPS при выполнении посадок по 1-й категории [2].

Система WAAS содержит более 20 базовых станций (WRS), расположенных на всей территории Соединенных Штатов. Каждая из станций оборудована GPS аппаратурой и специальным программным обеспечением, предназначенным для приема GPS сигналов, анализа полученных измерений, вычисления ошибок ионосферы, отклонений траекторий и часов спутников [3].

В конце 2009 года начались испытания местной вспомогательной системы **Local Area Augmentation System (LAAS)**, которая предназначена для обеспечения посадки воздушных судов в сложных метеоусловиях и повышения эффективности управления воздушным движением в радиусе до 50 км от аэропортов [3].

Local Area Augmentation System (LAAS). Эта система подобна WAAS, но передача информации происходит не со спутника, а с наземной станцией, вблизи которой требуется повышенная точность (например, аэропорт). Основное преимущество LAAS – экономия средств. Ей можно заменить систему ILS. Если крупные аэропорты имеют несколько взлетно-посадочных полос, а, следовательно, и несколько систем ILS, то

одна система Local Area Augmentation System может сразу обслуживать несколько взлетно-посадочных полос [4].

Так же Федеральное авиационное управление (FAA) предлагает устанавливать полный набор навигационного оборудования на борту воздушного судна, включая WAAS и LAAS, что приведет к снижению первоначальной стоимости и обслуживания самолета. Так один общий приемник может заменить несколько приемников систем навигации и посадки, включающих аппаратуру DME, VOR, ILS, MLS и GPS [5].

Библиографические ссылки

1. URL: http://ru.wikipedia.org/Спутниковая_система_навигации (дата обращения: 23.03.2012)
2. Журнал Мировая авиация. Вып. 86. Файл 878. Лист 5.
3. URL: <http://www.gps-profi.ru/waas-gpsportal.php> (дата обращения: 23.03.2012).
4. URL: <http://www.paramountbusinessjets.com/charterterms/laas.php> (дата обращения: 24.03.2012).
5. URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Local_Area_Augmentation_System (дата обращения: 24.03.2012).

© Прусс Л. В., 2012

УДК 669.713.7

М. В. Рожков

Научный руководитель – А. В. Кацура

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

АСТРОНОМИЧЕСКАЯ НАВИГАЦИОННАЯ СИСТЕМА САМОЛЕТА

Одной из важнейших задач авиации является определение пилотажно-навигационных параметров летательного аппарата.

Обычно определение пилотажно-навигационных параметров летательного аппарата выполняется при помощи инерциальных навигационных систем (ИНС), сущность, которых состоит в определении ускорения объекта и его угловых скоростей с помощью установленных на движущемся объекте приборов и устройств [1]. По этим данным находят местоположение этого объекта, его курс, скорость, пройденный путь и др., а также в определяют параметры, необходимые для стабилизации объекта и автоматического управления его движением. Тем не менее, любые ИНС обладают недостатком – ошибка в определении навигационных параметров накапливается с течением времени, а точность выходной информации зависит от точности чувствительных элементов. В качестве чувствительных элементов применяются прецизионные дорогостоящие гироскопы и акселерометры, которые сильно усложняют и удорожают систему. Для повышения долговременной точности необходимо периодически корректировать данные ИНС по показаниям внешних приборов.

Системы спутниковой навигации, такие как GPS/ГЛОНАСС не накапливают ошибок в определе-

нии навигационных параметров, но их нельзя считать автономными. Также общим недостатком использования любой радионавигационной системы является то, что при определенных условиях сигнал может не доходить до приемника, или приходиться со значительными искажениями или задержками. Так как рабочая частота GPS лежит в дециметровом диапазоне радиоволн, уровень приема сигнала от спутников может серьезно ухудшиться из-за очень большой облачности. Нормальному приему сигналов GPS могут повредить помехи от многих наземных радиоисточников, а также от магнитных бурь, либо преднамеренно создаваемые «глушилками». Невысокое наклонение орбит GPS (примерно 55°) серьезно ухудшает точность в приполярных районах Земли, так как спутники GPS невысоко поднимаются над горизонтом. По этим причинам требуется разработка альтернативных средств автономной коррекции ошибок ИНС, при помощи небесных светил.

До появления глобальных радионавигационных систем с мощной наземной поддержкой в авиации в ракетно-космической технике широко использовались

астрономические средства коррекции навигационных параметров. Астронавигация относится к автономным средствам, ей не нужна наземная поддержка и в этом ее достоинство. Недостатком является то, что работа астросистемы зависит от погодных условий, т. е. в условиях видимости небесных светил. Учитывая это обстоятельство, гражданская авиация астрономических средств, практически не применяет повсеместно, за исключением самолетов, эксплуатируемых в полярных районах, где начальная выставка и определение курса затруднительно без использования небесных светил и созвездий. Для военной авиации, в частности для дальних стратегических бомбардировщиков, а также для межконтинентальных баллистических ракет и космических аппаратов астрономические системы находят широкое использование до настоящего времени, как эффективное средство коррекции траектории.

Астрономические системы предназначены для определения астрономического курса или поправки к истинному курсу самолета по звездам в условиях ясного неба. Кроме того, астронавигационная система дополнительно к названной функции определяет астрономический курс АК или поправку к истинному курсу по солнцу при любых метеорологических условиях, а также определяет географические координаты самолета и производит счисление координат при взаимодействии с другими навигационными системами.

Принцип действия астрономических систем заключается в измерении углов места и азимутов светил при пеленговании их секстантами и организации автоматического слежения за ними, с последующим

решением сферического треугольника. Вычислительное устройство по параметрам альманаха звезд, занесенного в память вычислителя, определяет поправку к приведенному к истинному меридиану курсу

Системы способные распознавать звезды днем разрабатывались в СССР еще в конце прошлого века, они включали в себя устройства, позволяющие по очереди наводить приборы на яркие звезды, при помощи ИНС и информации об их местоположении. Основная сложность разработки таких устройств сводится к распознаванию небесных светил в дневных условиях. В настоящее время актуальна разработка такого авиационного прибора ориентации по звездам, который не требовал бы наведения. Данный прибор, работающий на борту летательного аппарата, будет обеспечивать определение пилотажно-навигационных параметров в любое время суток, визируя и распознавая все звезды которые находятся в поле зрения прибора. Совместная работа такого устройства с инерциальной навигационной системой обеспечит периодическую коррекцию её ошибок.

В статье изложены основные идеи по разработке подобного прибора, где главным принципом является выделение слабых сигналов от звёзд на фоне яркого дневного неба.

Библиографическая ссылка

1. *Авиационная радионавигация : справочник / А. А. Сосновский, И. А. Хаймович, Э. А. Лутин, И. Б. Максимов ; под ред. А. А. Сосновского. М. : Транспорт, 1990.*

© Рожков М. В., 2012

УДК 621.396.932.1

М. Г. Савина

Научный руководитель – Н. В. Юрковец

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

АВИАЦИОННЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

К первичным источникам электроэнергии на воздушных судах относятся генераторы переменного и постоянного тока, стартеры-генераторы.

Основным недостатком генераторов постоянного тока является ненадежный наружный контакт между токосъемными щетками и коллектором якоря. Интенсивное искрение между ними, особенно при полетах на больших высотах, вызывает сопутствующие помехи радиосвязного и другого электронного оборудования.

Более высокая удельная генерируемая мощность, отсутствие щеточно-коллекторных узлов, повышенная высотность, надежная эксплуатация, простота преобразования рода тока и величины напряжения позволили широко применять на самолетах в качестве основной систему переменного тока.

В авиации преимущественно используют синхронные генераторы с электромагнитным возбуждением и явно выраженными полюсами [1]. Синхронный генератор состоит из двух основных узлов: рото-

ра и статора. Якорная обмотка обычно монтируется в роторе, а индуктор – в статоре. Такая конструкция позволяет использовать корпус генератора в качестве магнитопровода. Переменный ток обычно снимается с ротора при помощи щеточного токосъемного устройства. При полетах на больших высотах токосъемные устройства работают ненадежно. Чтобы исключить это у мощных генераторов (более 15 кВт) якорные обмотки размещаются в статоре, а индуктором служит ротор, тем самым получая обращенную конструкцию. Для авиационных систем электроснабжения изготавливаются синхронные генераторы трехфазного и однофазного тока.

Генераторы переменного тока, используемые в смешанных системах электроснабжения, могут иметь следующие системы возбуждения:

- независимое возбуждение от бортовой сети постоянного тока;

- с возбуждением от специального возбудителя, находящегося на одном валу с основным генератором.

Принципиальная схема возбуждения генератора переменного тока при питании обмотки возбуждения от сети (рис. 1) содержит: якорь генератора (Г) – 1, обмотку возбуждения (ОВ) – 2 и сопротивление регулятора напряжения – 3.

К недостаткам такой системы относятся: необходимость в постоянном источнике постоянного тока; большие затраты энергии на регулирование выходной мощности; большой вес регулятора, т. к. регулировке подлежат значительные токи возбуждения. Поэтому такая система возбуждения предназначена для генераторов относительно небольшой мощности 7,5...30 кВ×А. Для генераторов с мощностью более 30 кВ×А в основном применяют специальные возбудители.

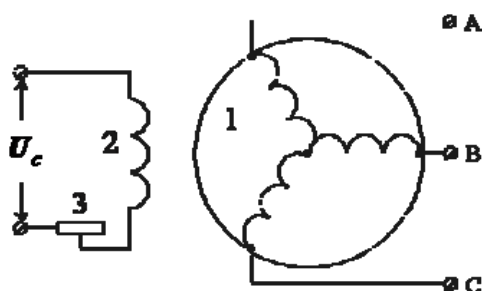


Рис. 1. Принципиальная схема генератора с питанием обмотки возбуждения от бортовой сети
1 – якорь генератора (Г); 2 – обмотка возбуждения (ОВ); 3 – сопротивление регулятора напряжения

Принципиальная схема возбуждения генератора переменного тока при питании обмотки возбуждения от возбудителя имеет следующий вид (рис. 2).

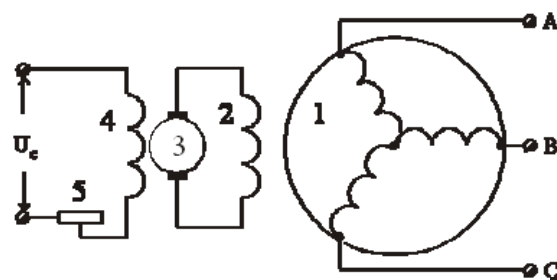


Рис. 2. Принципиальная схема генератора переменного тока при питании обмотки возбуждения от возбудителя
1 – якорь генератора (Г); 2 – обмотка возбуждения (ОВ); 3 – возбудитель (В); 4 – обмотка возбуждения возбудителя (ОВВ); 5 – сопротивление регулятора напряжения

Преимуществом такой системы возбуждения является независимость от других источников [2]. Для этих целей возбудитель выполняют по схеме с независимым (параллельным) возбуждением. Недостаток системы – увеличение массы и габаритов.

Можно заметить, что в электрических машинах надежность и срок службы определяются в основном тремя факторами: качеством электрической изоляции; качеством подшипников; надежностью щеточно-контактных устройств. Первые два фактора зависят от уровня развития отраслей смежных с машиностроением. Третий фактор может быть исключен путем разработки бесконтактных генераторов.

Библиографические ссылки

1. Майоров А. В., Мусин С. М., Янковский Б. Ф. *Выявление причин отказов авиационного оборудования : справочник*. М. : Транспорт, 1996. 256 с.
2. *Электрооборудование воздушных судов* / С. А. Решетов, С. П. Кононов, Н. В. Максимов и др. / под ред. С. А. Решетова. М. : Транспорт, 1991. 319 с.

© Савина М. Г., 2012

УДК 621.396.932.1

С. В. Сафонов

Научный руководитель – В. М. Мусонов

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

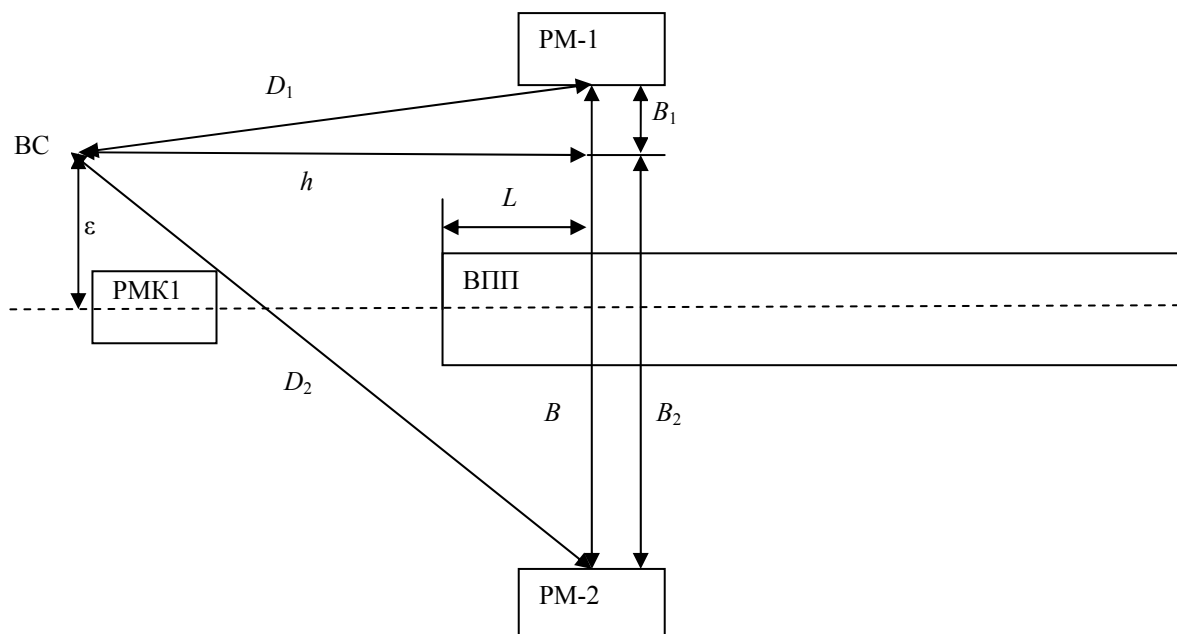
ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ РАДИОДАЛЬНОМЕРНОЙ ПОСАДОЧНОЙ АППАРАТУРЫ

Приводится оценка погрешностей разностно-дальномерной системы посадки на основе двух дальномерных радиомаяков.

Введение и постановка задачи. В состав аппаратуры посадки ILS стандарта ICAO входят [1] курсовой, глиссадный и маркерный радиомаяки (РМ). Высокая стоимость установки и эксплуатации аппаратуры затрудняют ее использование в аэропортах с малой интенсивностью движения воздушных судов (ВС). Альтернативные варианты, основанные на использовании дифференциальных спутниковых систем в настоящее время в России не получили необходимого практического развития. В ближней радионавигации ВС наиболее распространенной является угломерно-дальномерная система VOR/DME, однако более точным является

дальномерный метод местоопределения по двум радиодальномерным маякам DME, или DME/P. К сожалению, использование данных РМ в режиме посадки не представляется возможным в связи с низкой точностью определения дальности. В настоящей работе дана оценка погрешности дальномерных РМ [2; 3] в случае их использования в режиме посадки ВС.

На рисунке приводится один из вариантов размещения радиомаячной системы симметрично относительно осевой линии ВПП с расстоянием между излучающими антеннами (базой) В и расстоянием между точкой пересечения базы с осевой линией и началом ВПП – L.



Исходя из геометрического построения, можно получить следующее выражение для отклонения ϵ BC от продолжения осевой линии ВПП

$$\epsilon = - (D_1^2 - D_2^2) / 2B, \quad (1)$$

где D_1 , D_2 – дальность от BC до первого и второго РМ.

Значение отклонения ϵ от осевой линии ВПП определяется косвенным путем по результатам измерений дальности D_1 и D_2 . Погрешность установки базы B радиомаяков РМ-1 и РМ-2 носит систематический характер и может быть учтена внесением соответствующей поправки. Результирующая погрешность будет складываться из погрешностей определения дальности D_1 и D_2 . Абсолютная погрешность

$$\Delta \epsilon = \frac{\sqrt{(2D_1 \Delta D_1)^2 + (2D_2 \Delta D_2)^2}}{B}. \quad (2)$$

Полученное выражение показывает, что погрешность $\Delta \epsilon$ зависит от дальности D_1 и D_2 и обратно пропорционально от базы B . Для случая $\Delta D_1 \approx \Delta D_2$ и вблизи продолжения осевой линии, когда $D_1 \approx D_2$ значение погрешности $\Delta \epsilon$ стремится к нулю.

Дальности D_1 и D_2 определяются на основе выражений $D_1 = 0.5c(t_1 - t_{\text{за1}})$ и $D_2 = 0.5c(t_2 - t_{\text{за2}})$, где t_1 и t_2 – время распространения сигнала «запрос-ответ», $t_{\text{за1}}$ и $t_{\text{за2}}$ время аппаратной задержки радиомаяков РМ-1 и РМ-2.

Полагая время аппаратной задержки постоянным, непрерывно контролируемым с помощью контрольного радиомаяка КРМ-1, погрешность измерения дальности линейно связана с погрешностью измерения временных интервалов t_1 и t_2

$$\Delta D_1 = 0.5c\Delta t_1 \text{ и } \Delta D_2 = 0.5c\Delta t_2. \quad (3)$$

После подстановки (3) во (2) получим

$$\Delta \epsilon = \frac{\sqrt{(D_1 c \Delta t_1)^2 + (D_2 c \Delta t_2)^2}}{B}. \quad (4)$$

Полагая для самого неблагоприятного случая $\Delta t_1 = -\Delta t_2 = \Delta t$, получим

$$\Delta \epsilon = \frac{2D_1 c \Delta t}{B}. \quad (5)$$

Для заданного значения $\Delta \epsilon$ можно оценить значение допустимой погрешности измерения времени задержки сигнала «запрос-ответ»

$$\Delta t = \frac{\Delta \epsilon B}{2D_1 c}. \quad (6)$$

Для РМ, расположенных симметрично относительно опорной точки, полагая $2D \approx B$, погрешность $\Delta t \approx \Delta \epsilon / c$. Например, для $\Delta \epsilon = 7,5$ м (вторая категория системы посадки) получим $\Delta t = 25$ нс. Исходя из этого, можно сформулировать требования к выбору рабочей частоты и длительности зондирующих импульсов.

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.
2. Кондрашов Я. В., Филкина Т. С., Хоменко Д. С. *Мобильные многопозиционные дальномерные и разно-отно-дальномерные радиосистемы посадки летательных аппаратов. Электроника та системи управління. 2008. № 2(16). С. 77–84.*
3. Сафонов С. В. *Цифровой посадочный радиодальномер // Актуальные проблемы авиации и космонавтики : материалы V Научно-практической конференции творческой молодежи.*

УДК 621.396.932.1

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

ВНЕДРЕНИЕ VOICE FLIGHT VFS101 В УПРАВЛЕНИЕ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ НА БОРТУ САМОЛЕТОВ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Представлен обзор системы Voice Flight VFS101, способной управлять пилотажно-навигационным комплексом посредством голоса.

Голосовое управление устройствами на сегодняшний день имеет большее значение, как в авиации, так и в других отраслях. Голосовое управление работает по принципу распознавания речи – процесс преобразования речевого сигнала в текстовый поток.

Первый продукт распознавания речи от компании Voice Flight Systems. VFS101, представляет собой прорыв в авиационной технологии распознавания речи. Система позволяет пилотам быстро вводить навигационные данные, используя свой голос. Voice Flight VFS101 обеспечивает точное распознавание речи и мгновенную реакцию на действие пилотов. Система Voice Flight VFS101 позволяет пилоту, используя голосовое управление, вводить сложные данные в бортовой компьютер примерно в десять раз быстрее, чем при ручной записи информации.

VFS101 отвечает строгим требованиям безопасности FAA сертификации. Ручное управление системой

GPS всегда доступно, на случай возникновения трудностей и неисправностей с VFS101.



Рис. 1. Внешний вид VFS101

VFS101 является первым и пока единственным устройством распознавания речи на борту воздушных судов гражданской авиации [1].

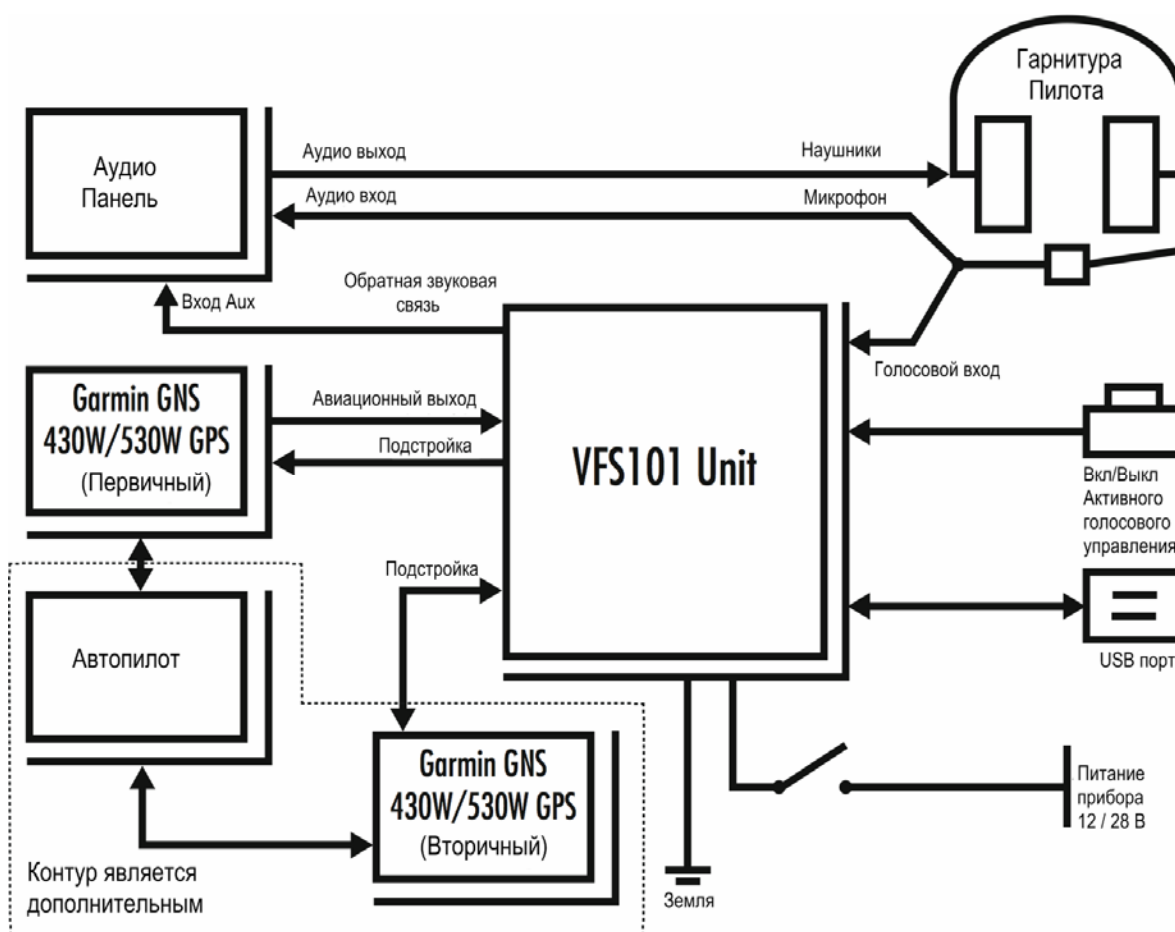


Рис. 2. Схема подключения VFS101

VFS101 использует стандартный фонетический алфавит ИКАО в авиационной отрасли. Фонетический алфавит — это стандартизированный (для данного языка и/или организации) способ прочтения букв алфавита. Применяется в радиосвязи при передаче написания сложных для восприятия на слух слов, сокращений, позывных, адресов электронной почты и т. п. с целью уменьшения количества ошибок [2].

Достоинства прибора:

- Высокая эффективность речевого интерфейса для Garmin GNS 430W и 530W
- Введение данных до десяти раз быстрее, чем ручным методом записи
- Первая сертифицированная система распознавания речи
- Точное и мгновенное распознавание
- Решает проблемы, связанные с ручным вводом данных в условиях турбулентности
- Экономит много времени при вводе плана полёта
- Обновление базы данных VFS101 выполняется совместно с навигационными данными (картами).

VFS101 взаимодействует с Garmin GNS 430W и 530W — это многофункциональный навигационный прибор. Он совмещает в себе GPS приемник с системой связи. Огромная специализированная авиационная база данных Jeppesen может быть обновлена при

помощи картриджей, загружаемых с лицевой стороны прибора. Она содержит подробную информацию обо всех аэропортах, пересечениях воздушных путей, частотах связи с диспетчерскими службами, о заходах на посадку и др. [3]. Имеет TFT LCD дисплей [4].

Пилоты имеют возможность проверить и подтвердить все команды отображаемые на экране Garmin GNS 430W/530W, прежде чем они будут отданы в систему GPS.

Варианты монтажа: VFS101 может быть установлен за приборной панели или в отсеке авионики, в зависимости от свободного пространства.

Библиографические ссылки

1. URL: <http://www.voiceflight.com/content/products>.
2. Осуществление радиосвязи в воздушном пространстве Российской Федерации : федеральные авиационные правила.
3. URL: <http://buy.garmin.com/shop/shop.do?pid=8052&ra=true>.
4. Мухин И. А. Развитие жидкокристаллических мониторов. Телевидение и радиовещание. 2005. Ч. 1. № 2(46). С. 55–56; 2005. Ч. 2. № 4(48). С. 71–73.

© Суворов Ф. А., 2012

УДК 629.73.07

А. И. Таранов

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

ЛОКАЛЬНЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОДСИСТЕМЫ СПУТНИКОВЫХ РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Локальные ДПС СРНС имеют максимальные дальности действия от контрольно-корректирующей станции (ККС) до 50-200км. ЛДПС чаще всего включают в свой состав одну ККС, аппаратуру управления и контроля (в том числе, контроля целостности) и средства передачи данных. Существует три основных класса ЛДПС: морские, геодезические и авиационные. О последнем упомянутом классе далее и пойдет речь.

К настоящему времени разработано несколько типов авиационных ЛДПС посадки (спутниковых систем посадки). Эти системы отличаются несколькими достоинствами:

- сравнительно небольшой состав оборудования позволяет снизить издержки при улучшенных операциях в сложных метеоусловиях;
- позволяют в условиях I-й и потенциально более сложных категорий обеспечить возможность работы для начальных участков всех взлетно-посадочных полос (ВПП) со стороны захода на посадку, располагающихся в радиусе 55 км, что делает эту систему экономически более эффективной, чем другие средства, которые, как правило, предназначаются для одной ВПП;
- позволяют оборудовать местные авиалинии;
- отличаются гибкостью, позволяющей реализовать траектории захода с переменной геометрией, минимизирующие время полета и обеспечивающие борьбу с помехами [1].

Для того чтобы удовлетворять жестким требованиям посадки самолетов, ЛДПС имеет в своем составе

монитор целостности со следующими функциями:

- обнаружение и исключение аномальных сигналов и ошибок, влияющих на измерительные каналы;
- аттестация дифференциальных ошибок определения дальности потребителя посредством сравнения некоррелированных показаний приемников;
- обнаружение и исключение перескоков фазы при слежении за фазой несущей;
- контроль передаваемых сообщений перед и после их излучения в эфир.

В качестве одного из примеров авиационной ЛДПС можно привести системы D920/D930 фирмы DASA (ФРГ) [2; 3], работающие по принципу GPS. Аппаратура D920 сертифицирована в соответствии со специальной категорией I, система D930 в состоянии удовлетворить требованиям I-й и II-й категорий ICAO. Радиус действия данных систем достигает 37 км. Система D920 включает ККС с монитором спутниковой радионавигационной системы (СРНС), ультракоротковолновую (УКВ) ЛПД с монитором (стандарт RTCA/DO-217 [3]), а также общий монитор для контроля и управления.

Требования к точному заходу на посадку и их реализация

Параметры	Стандарт RTCA/DO-217	SLS-1000, SLS-2000
Точность определения псевдодальности, м	1,1	<0,9
Целостность	$3 \cdot e^{-8}$ /заход	$1 \cdot e^{-8}$ /заход
Непрерывность	$3,8 \cdot e^{-5}$ /заход	$1,15 \cdot e^{-7}$ /заход
Эксплуатационная доступность, %	98	99
Время задержки сигнала, с	<3,0	<1,0
Время захвата, с	300	75
Критичность программного обеспечения	RTCA/DO-178B уровень B	
Дальность действия ЛПД, км	≥ 37	37...55
Периодичность сигналов дифференциальных коррекций, с	3,0	0,5
Вид модуляции	фазовая манипуляция D8PSK согласно RTCA/DO-217, приложение F, изменение 1	
Вид сообщения	RTCA/DO-178, приложение A, тип 1 (1 и 4 для SLS)	

Другими яркими примерами являются системы SLS-1000 и SLS-2000, разработанные фирмами Honeywell и Pelorus. Состав оборудования обеих систем аналогичен составу D920/D930. Система SLS-1000 имеет средства самопроверки, которые при возникновении отказа оповещают об этом потребителей (операторов управления воздушного движения и самолеты в зоне действия). Система SLS-2000 представляет собой отказоустойчивую конструкцию, которая продолжает выполнять свои функции при отказах определенных блоков в то время, когда могут осуществляться мероприятия по ремонту техники.

В таблице приведены требуемые и реализуемые характеристики вышеуказанных систем.

В работе [4] приведены результаты экспериментальных исследований демонстрационного варианта (демоверсия) SLS-2000, использующего сигналы GPS с P(Y)-кодом. Проведены исследования характеристик двух режимов захода на посадку: использующего только сигнал с P(Y)-кодом на ККС и на борту самолета-лаборатории Boeing-707 и режима, использующего имитацию сигнала с C/A-кодом на ККС и сигнал с P(Y)-кодом на бортовой аппаратуре GPS. Последний режим позволяет оценить предварительные характеристики использования военной авиацией гражданских аэродромов, ЛДПС которых работают по сигналу с C/A-кодом. На борту использовалась 12-канальная автономная аппаратура GPS Trimble «Force-12», а также сильносвязанная спутниковая инерциальная система EGI на базе БИНС Honeywell H764G и 5-канального приемного модуля Collins GEM-III. В качестве эталонных контрольных средств на земле и на борту использовалась прецизионная аппаратура GPS Trimble 4000 SSI.

Проведенные исследования подтвердили удовлетворение точностных требований к обеспечению посадки по I-й категории во всех режимах (СКО определения высоты находились в пределах от 0,5 до 1,5 м), а также возможность использования гражданских ЛДПС военными самолетами с приемниками, работающими с сигналами GPS по коду P(Y). Полученные данные не выявили преимуществ сигнала с кодом P(Y) перед сигналом с C/A-кодом при работе в условиях слабой многолучевости.

В течение 24 заходов была проведена летная оценка точного захода на посадку по данным ЛДПС до высоты 60 м. Для сравнения использовались данные инструментальной системы посадки ILS. Оценка летного состава возможностей ЛДПС оказалась вполне положительной и близкой к оценке, которая давалась при использовании ILS.

Библиографические ссылки

1. Соловьев Ю. А. Спутниковые системы навигации. М.: Эко-Трендз, 2000.
2. Blumenhofer H., Mattiseek A. The New DASA-NFS Ground Station Family for use in Civil Aviation, Proc. Of DSNS-96, Add. Vol.1, St.Petersburg, 1996.
3. Differential GNSS for Safe and Accurate Landings, рекламная брошюра фирмы DASA, 1996.
4. Hartman R., Johnson D. Demonstration of a P(Y)-code Differential GPS Precision Approach System, Navigation (USA), 1998.
5. Спутниковая система посадки, рекламная брошюра фирмы Honeywell, Honeywell inc., 1997.

© Таранов А. И., 2012

УДК 621.396.932

Д. В. Твердохлебов
Научный руководитель – Л. А. Семенова
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИНДЕКСАЦИЯ АВИАГОРИЗОНТА

Предложена схема индексации авиагоризонта, позволяющая повысить безопасность пилотирования.

Падение «Боинга-747» компании «Аэрофлот-норд» в Перми в 2008 году случилось по официальной версии из-за ошибки пилотов в результате неправильного толкования показаний авиагоризонта [1].

Авиагоризонт – прибор, помогающий пилоту ориентироваться в пространстве при плохой видимости. Его функции – обеспечивать не только пилотирование, но и пространственную ориентировку вне видимости Земли. Основу лицевой части авиагоризонта составляет изображение линии искусственного горизонта, силуэта самолета и шкалы тангажа.

Существует два основных типа индикации авиагоризонта: 1. Вид с Воздушного судна (ВсВС); 2. Вид с Земли (ВсЗ). Индексация этих типов отличается отображением крена. В первом приборе горизонт движется относительно фигурки самолета так, как мы бы видели это из окна, во втором – фигурка самолета движется относительно горизонта так, как мы бы видели это с Земли. Тангаж изображается одинаково – так, как мы бы видели его из окна. Проблема состоит в том, что пилот представляет не как горизонт движется относительно самолета, а как самолет движется относительно земли. Прибор ВсЗ считается более понятным, но проблема с отображением тангажа остается нерешенной.

Используемый более 50 лет прибор с подвижной линией горизонта и подвижным силуэтом самолета многие специалисты считают недостаточно пригодным для индикации пространственного положения самолета [2]. Были попытки изменить индексацию, но почти за 50 лет образ прибора прочно засел в сознании авиаторов [3]. Поэтому в новой индексации дви-

жения основных частей друг относительно друга должны сохраниться. Это одно из важнейших условий.

В предложенной индексации целый образ прибора становится подвижной частью и упрощается. Отображение крена остается таким же, как у ВсЗ. Для решения проблемы с отображением тангажа предлагается раздвинуть рамки прибора, что даст возможность передвигаться основной части. Индикация становится абсолютно прямой. При изменении тангажа на большие углы движение основной части прибора плавно переходит в движение «горизонта». Это условие соблюдается для всех положений. Все детали индексации движутся относительно основной части так же, как на стандартном ВсЗ; показания прибора полностью соответствуют представлению пилотом о линии горизонта, тангаже и крене.

Новая индексация авиагоризонта позволит обеспечивать пилоту в кабине полную визуализацию воздушной обстановки и наземных ориентиров в самых неблагоприятных метеоусловиях и повысить безопасность полета.

Библиографические ссылки

1. Крупнейшие авиакатастрофы мира [Электронный ресурс].
2. Бездетное Н. Тип индикации. Какой лучше? // *Авиация и космонавтика*. 1976. № 10. С. 20–21.
3. URL: <http://works.tarefer.ru/70/100565/index.html>.

© Твердохлебов Д. В., 2012

УДК 621.396.932.1

Д. А. Харитонов
Научный руководитель – А. В. Кацура
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПУЛЬТ ПРОВЕРКИ КАНАЛА ВИБРАЦИИ СИСТЕМЫ БСКД 90 ДЛЯ ИЛ-96-300

Рассматривается контрольно-проверочная аппаратура (КПА) для системы БСКД-90 двигателя ПС-90А, но так как БСКД-90 отслеживает большое количество параметров работы двигателя, то рассматривается КПА измерителя вибрации.

Бортовая система контроля двигателя БСКД-90 предназначена для оперативного контроля и диагностирования состояния двигателя ПС-90А [1], локализации неисправностей отдельных узлов, систем и агрегатов на всех этапах его эксплуатации со стороны экипажа и наземного персонала, подготовки и выдачи

в систему регистрации и документирования информации о состоянии двигателя для эксплуатационных служб для углубления наземной обработки и долгосрочного диагностирования, повышения эффективности обслуживания двигателя с целью его технической эксплуатации по состоянию.



Функциональная схема устройства сопряжения

Система выполняет следующие функции:

- прием, преобразование аналоговых параметров, дискретных сигналов от датчиков, сигнализаторов двигателя и самолета, а также параметров в кодовом виде с электронного регулятора РЭД-90, их фильтрацию, осреднение и выдачу в кодовом виде по мультиплексному каналу информации об измеренных текущих значениях параметров и сигналов в комплексную информационную систему сигнализации (КИСС), систему автономной сигнализации (САС), многоканальную систему регистрации параметров полета (МСРП-А-02) и другие системы самолета (ВСС-85, КТЦ2-1, СУИТ8-4);
- допусковый контроль измеренных параметров по фиксированным и «плавающим» пределам и выдачу в системы индикации регистрации самолета сигналов типа «событие» при достижении параметрами предельных значений;
- контроль работы механизации компрессора (ЗПВ ПС, КПВ КВД, ВНА);
- контроль положения элементов реверсивного устройства (распределительного крана, замков, створок);
- расчет и хранение информации о различных видах наработки двигателя (суммарной и эквивалентной наработке, наработке на номинальном и максимальном режимах, числе полетных циклов) и выдача результатов расчета после окончания полета в системы регистрации и индикации;
- контроль часового расхода масла за полет;
- контроль уровня масла при заправке и выдача информации на индикатор ИЦС5-1;
- контроль времени запуска двигателя;
- контроль времени выбега роторов вентилятора и КВД;
- формирование признака работающего и неработающего двигателя;
- контроль переключения отбора воздуха на ПОС и сдув вихря с 13-й на 6-ую ступень КВД;
- анализ тенденций изменения основных параметров двигателя в течение одного полета;

– контроль системы охлаждения турбины [2].

В статье рассмотрена система для проверки имитатора тахометра, имитатора датчика вибрации и приемного устройства. Имитатор тахометра – мульти-вибратор на операционном усилителе (ОУ), вырабатывающий сигнал меандр частотой от 400 до 2000 Гц. Имитатор датчика вибрации широкополосный РС генератор с мостом Вина, работающий в том же диапазоне. Приемная часть состоит из платы сопряжения, принимающая сигналы от вычислителя вибрации и передающая их в компьютер. Сигналы с БСКД-90 передаются по одной линии (уровни вибростойкости в зонах РК и ЗП, отказы каналов преобразования вибрации, уровни повышения вибрации в зонах РК и ЗП, сигналы о повышенных и опасных вибрациях в зонах РК и ЗП). Микропроцессорная система (МПС), взаимодействующая с компьютером через порт для приема сигналов из БСКД-90 по стандарту ARINC-429 состоит из приемника и микроконтроллера. Выбран микроконтроллер ATTINY2313 компании Atmel. Для связи микроконтроллера с компьютером используется usb-port.

Для проверки подключаем наши имитаторы вместо: датчика вибрации в зоне ЗП, МВ-06-1; датчика вибрации в зоне РК, МВ-06-1; датчика частоты вращения ротора КВД, ДЧВ-2500.

Затем, подключаем приемное устройство на линию связи между «Блоком электронного контроля вибрации (БЭ-45)» и «Блоком преобразования параметров двигателя (БПДЗ-1)», к приемнику подключаем ПК.

Задаем через 100 Гц скорость вращения двигателя и на всех частотах смотрим вычисленные пороговые значения «ОПАСНАЯ ВИБРАЦИЯ» и «ПОВЫШЕННАЯ ВИБРАЦИЯ», которые должны соответствовать техническим условиям (ТУ). Вторым проходом через 200 Гц на каждой частоте вращения двигателя устанавливаем имитатор датчика вибрации на ту же частоту, определяя это по максимуму сигнала. Изменяем амплитуду вибрации, проверяем

работу индикаторов на КИСС и проверяем срабатывание по «ОПАСНАЯ ВИБРАЦИЯ» и «ПОВЫШЕННАЯ ВИБРАЦИЯ». Затем смещаем частоту имитатора датчика вибрации, проверяя тем самым настройку фильтра и вычислителя.

Библиографические ссылки

1. Ил-96М/Т // Самолёты мира. 1997. № 1–2. С. 34.
2. Руководство по технической эксплуатации системы БСКД-90.

© Харитонов Д. А., 2012

УДК 629.19

Д. С. Чепашев

Научный руководитель – В. М. Мусонов
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ САМОЛЁТОМ В СРЕДЕ MATLAB

Технический прогресс в области систем автоматического управления (САУ) полетом потребовал нового подхода к изучению авиационных приборов. Это и послужило причиной создания модели имитирующей работу САУ самолётом.

В любом процессе управления участвуют объект и субъект управления. В режиме ручного управления самолётом субъектом управления является пилот. В режиме автоматизированного управления самолётом субъекты управления – пилот и комплекс автоматизированных средств улучшения устойчивости и управляемости. В режиме автоматического управления самолётом субъектами управления являются система автоматического управления и пилотажно-навигационный комплекс. Современные САУ работают во всех трех режимах для повышения устойчивости и управляемости. Принцип автоматического управления угловым положением основан на сравнении текущего и требуемого положения самолёта [1; 2]. Если появляется рассогласование, то САУ формирует управляющий сигнал на рычаги управления.

Предлагаемая модель является упрощенной моделью, имитирующей режим автоматического управления на маршруте, путем создания блоков и систем, описывающих различные режимы автоматического управления: стабилизация и управление угловым положением, управление траекторным движением на маршруте, при заходе на посадку, на взлете и при посадке [3]. Структура модели представляет собой совокупность смоделированных и готовых блоков из библиотеки, взаимодействующих между собой.

Основными блоками приведенной на рисунке функциональной схемы являются нелинейная математическая модель самолёта, системы продольного и поперечного управления, блок выдерживания заданной высоты, блок стабилизации скорости, блок следования сигналам маяка VOR/DME, блок автоматической посадки по сигналам ILS, блок автоматического управления выравниванием.

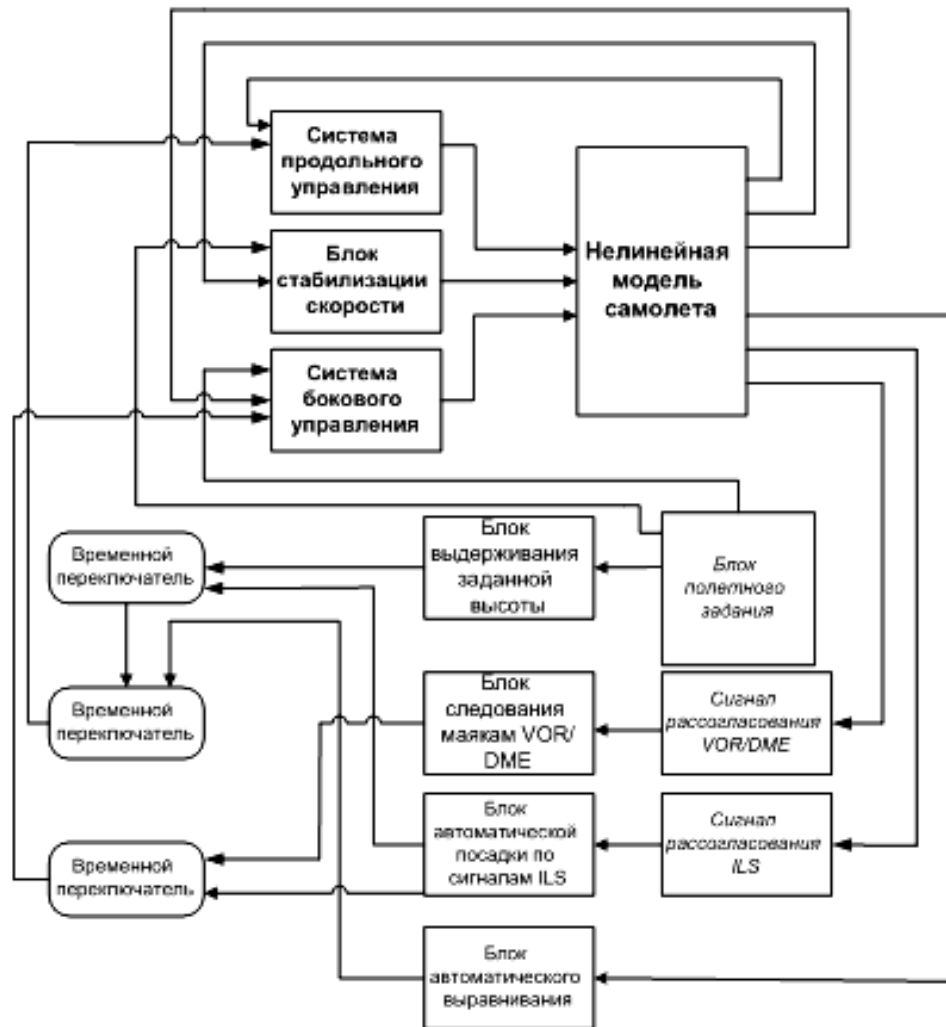
Математическая нелинейная модель самолёта [4] представляет собой вычисления продольного и бокового движения. Входными сигналами являются управляющие сигналы рулей управления, а выходными данные об угловых отклонениях, скоростях, координатах и ускорениях.

Система бокового управления используется для управления боковым движением самолёта. Блок состоит из демпфера рыскания, демпфер крена, автопилот угла поворота, автомат координированного поворота и система стабилизации курса. Демпфер рыскания обеспечивает демпфирование колебаний самолёта по рысканию путем отклонения руля направления при возникновении угловой скорости рыскания. Система выдерживания угла поворота выдерживает заданный угол крена входным сигналом, которой является сигнал с датчика угла крена, а выходным – управляющее воздействие на элероны. Автомат координированного поворота сохраняет угол сноса равным нулю путем управления рулем направления по сигналам датчика угла сноса. Система стабилизации курса обеспечивает стабилизацию и управление боковым траекторным движением в крейсерском полете и во время предпосадочного маневра путем отклонения элеронов при возникновении отклонения от заданного курса.

Система продольного управления содержит в себе функции демпфера тангажа, а также выдерживания заданного угла тангажа. Работа демпфера тангажа аналогична работе демпфера рыскания. Разница заключается в том, что в качестве рычага управления используется руль высоты, а в качестве входного сигнала используется датчик угловой скорости по тангажу. Выдерживание заданного угла тангажа осуществляется за счет управления рулем высоты.

Блок выдерживания заданной высоты используется для выдерживания высоты в крейсерском режиме. Входным сигналом служит текущая барометрическая высота, а выходным управляющее воздействие на руль высоты. В данном режиме измеряется разница между текущей и заданной высотой. При отсутствии ошибки по высоте угол тангажа должен быть равен нулю.

Блок стабилизации скорости используется для выдерживания заданной скорости путем управления тягой двигателя.



Функциональная схема имитационной модели САУ самолетом

Блок следования сигналам маяка VOR/DME имитирует работу САУ в режиме управления отклонением от заданного азимута. Для упрощения схемы, используется блок VOR, имитирующий сигнал азимутальной ошибки между самолетом и маяком и сигнал наклонной дальности до маяка. Сигнал азимутальной ошибки включен в контур обратной связи и должен быть равен нулю.

Блок автоматической посадки по сигналам ILS имитирует работу САУ в режиме инструментального захода на посадку и самой посадки по каналу курса и глиссады. Для данного блока так же используется блок ILS имитирующий сигнал ошибки по курсу и глиссаде. Самолет следует сигналам курсового маяка, используя при этом систему бокового управления. Для выдерживания канала глиссады используется система продольного управления.

Блок автоматического управления выравниванием обеспечивает управление продольным траекторным движением самолета по достижению высоты принятия решения вплоть до точки приземления на ВПП путем воздействия на рули высоты при отклонении от заданной траектории посадки. Данная траектория имеет экспоненциальную форму. Сама же математическая модель траектории посадки заложена внутри данного блока.

Для имитации самого полета было смоделировано полетное задание, которому самолет должен следовать. Данное полетное задание состоит из горизонтальной и вертикальной части. Для каждого временного промежутка были определены контрольные точки, на которых самолет должен иметь требуемую скорость, высоту и курс. Для осуществления переключения режимов работы САУ были добавлены временные переключатели, которые работают согласно полетному заданию.

В перспективе планируется добавить визуализацию полета, используя видео-симулятор Flight-Gear.

Библиографические ссылки

1. Turevskiy A., Gage S., Buhr C. *Model-Based Design of a New Light-weight Aircraft// AIAA Modelling and Simulation Technologies Conference and Exhibit*, 2007.
2. Stevens B. L., Lewis F. L. *Aircraft control and simulation*. USA: John Wiley and Sons inc., 1992.
3. *Automatic Flight Control Summary [electronic source]* URL: <http://aerostudents.com/files/automaticFlightControl/automaticFlightControlFullVersion.pdf>.
4. Воробьев В.Г., Кузнецов С.В. *Автоматическое управление полетом самолетов*. М. : Транспорт, 1995.

Г. В. Шкляев

Научный руководитель – А. В. Кацура
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнёва, Красноярск

ОПЕРАТИВНОЕ ОБНОВЛЕНИЕ БАЗ ДАННЫХ ПО СПУТНИКОВЫМ КАНАЛАМ СВЯЗИ

Рассматриваются методы оперативного обновления баз данных по спутниковым каналам связи в рамках концепции CNS/ATM.

ICAO рассматривает связь, навигацию и наблюдение как основные функции для обеспечения систем организации воздушного движения.

В современной интерпретации, глобальная система с функциями связи, навигации, наблюдения, 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 [1].

Концепция FANS, получившая название «Системы CNS/ATM» есть сочетание спутниковых технологий и систем прямой видимости, в совокупности обеспечивающих оптимальные характеристики аэронавигационного обеспечения с технической и экономической точки зрения.

Принципиальными особенностями системы ATM являются следующие:

1. Вместо разделения на обособленные наземные и бортовые функции ATM, функции и процедуры для производства полетов будут цельной функциональной частью системы ATM. Отсюда следует, что бортовую и наземную аппаратуру нужно рассматривать как единое целое и взаимно увязывать их характеристики в соответствии с требуемыми навигационными характеристиками RNP.

2. К новым основным требованиям, предъявляемым к элементам системы ATM следует отнести:

– в связи – применение высокоскоростных линий передачи данных со специальным видом модуляции;

– в навигации – широкое применение глобальной системы спутниковой навигации GNSS для всех стадий полета, с целью осуществления главного экономического преимущества системы GNS/ATM, а именно, вывода из эксплуатации материалоемкой части существующей навигационной системы;

– в наблюдении- оптимизация РЛС и ADS (автоматизированного зависимого наблюдения) по критериям оптимальной пропускной способности;

– в планировании инфраструктуры: организация воздушного пространства (А8М) будет ориентирована

на внедрение требуемых навигационных характеристик (RNP) методов зональной навигации (RNAV), в том числе и методами моделирования;

– в производстве полетов: главная ориентация на оценку эффективности полетов с учетом всех этапов, т. е. от «перрона до перрона»;

– в использовании воздушного пространства – гибкое, скоординированное, а не регламентируемое использование воздушного пространства с учетом всех пользователей, включая военных;

– в планировании полетов – внедрение и применение интерактивных и автоматизированных средств;

– в обслуживании воздушного движения (ОВД) – унификация систем обработки данных с целью последующей интеграции в региональные и глобальные сети;

– в организации потока воздушного движения (ОПВД): внедрение методов многопараметрического моделирования с использованием комплексных баз данных и бортовых автоматизированных систем управления полетами.

В системе CNS/ATM спутниковая навигация имеет следующие составляющие:

1. Спутниковые навигационные приемники, устанавливаемые на борту воздушных судов.

2. Спутниковые системы функционального дополнения наземного и космического базирования.

3. Радиоканалы передачи данных между бортовыми навигационными приемниками и функциональными дополнениями.

Использование перечисленных аппаратурных средств позволяет реализовать следующие навигационные функции:

1. Навигация на маршруте.

2. Посадка воздушного судна по 1 категории метеоминимума (в перспективе до 2010 года по II и III категориям).

3. Наблюдение за летным полем.

Библиографическая ссылка

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.

© Шкляев Г. В., 2012

А. А. Щербинин
 Научный руководитель – В. М. Мусонов
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПОГРЕШНОСТИ ФАЗОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ АЗИМУТАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ VOR

Информативным параметром азимутальной системы VOR является фазовый сдвиг между напряжениями опорной и переменной фазы на частоте 30 Гц. Рассмотрены амплитудно-фазовая, низкочастотная и высокочастотная погрешности.

Полное выражение для погрешности местоопределения азимутально-дальномерной системы имеет вид

$$\sigma = \sqrt{\sigma_D^2 + (D_0 \sigma_\alpha)^2} \quad (1)$$

Абсолютная погрешность измерения дальности ($2\sigma_D$) в обычных условиях эксплуатации обычно не превышает 0,4...0,5 км. Точность измерения азимута определяется погрешностью σ_α и зависит от дальности D_0 до радиомаяка. В системе VOR/DME азимутальная погрешность является определяющей при определении навигационных параметров воздушных судов, поэтому зачастую выражение для полной погрешности местоопределения приводят в упрощенном виде

$$\sigma \approx D_0 \sigma_\alpha \quad (2)$$

В частности, при $\sigma_\alpha = 1^\circ$ и дальности $D_0 = 1$ км получим $\sigma \approx 5$ км. Таким образом, для повышения точности местоопределения ВС требуется повышение точности измерения азимутальной (фазовой) составляющей навигационных параметров.

Погрешности измерения разности фаз фазометрической аппаратуры обстоятельно исследованы российскими специалистами [1; 2]. Они определяются рядом общих метрологических факторов и специфических, присущих конкретной фазометрической аппаратуре.

В бортовом измерителе азимута Курс-МП70 [3] используется измеритель фазы компенсационного типа, в котором применяются электромеханические фазовращатели. Погрешность индикации канала VOR (2б) составляет 1° . Альтернативным вариантом такому измерителю может служить электронный фазометр с аналоговым, или цифровым выходом. Метод электронного измерения азимута нашел применение в зарубежной радиостанции ближней связи Icom IC-A23, которая помимо функций радиосвязи имеет функцию навигации азимутального канала VOR. Некоторые варианты построения электронных измерителей разности фаз рассмотрены в [4, 5]. Из них наиболее широкое распространение получили цифровые фазометры с промежуточным преобразованием измеряемой разности фаз во временной интервал. Рассмотрим некоторые погрешности, присущие таким измерителям. К ним относятся амплитудно-фазовая, низкочастотная и высокочастотная погрешности.

Амплитудно-фазовая погрешность, обусловлена смещением уровня перехода через нуль гармонического сигнала. В качестве устройств, фиксирующих

момент перехода через нуль исследуемого сигнала, служат усилители-ограничители (УО) и компараторы напряжения. Фазовая погрешность смещения нуля-перехода напряжения $U_{вх}$ на ΔU : $\Delta\varphi_0 = \arcsin(\Delta U/U_{вх})$. Аналогичная погрешность смещения при фазе сигнала 180° : $\Delta\varphi_{180} = -\arcsin(\Delta U/U_{вх})$. Фиксируя переходы через нуль гармонического сигнала в положительном и отрицательном направлении, удается скомпенсировать амплитудно-фазовую погрешность.

В общем случае напряжения на входах измерителя разности фаз могут изменяться в достаточно больших пределах. Например, на один вход поступает напряжение $U_{вх1} = 10$ мВ, а на второй – $U_{вх2} = 10$ В. Прежде, чем подать эти сигналы на компаратор, их нужно привести к одному уровню. Это накладывает высокие требования к фазочастотным характеристикам и идентичности входных УО. Если в одном канале УО фаза сдвигается на величину ψ_1 , а во втором на ψ_2 , то погрешность составит $\Delta\psi = \psi_1 - \psi_2$. Наряду с этим, следует учитывать взаимную связь между каналами через источники питания и электромагнитные поля. С учетом изложенного, амплитудно-фазовая погрешность примет вид

$$\Delta\varphi = \psi_1 - \psi_2 + k [(U_{вх1}/U_{нм2}) + (U_{нм2}/U_{вх1})] \sin\varphi, \quad (4)$$

где φ – значение фазового сдвига между сигналами, а k – коэффициент связи.

Для снижения фазового сдвига следует выполнять УО с идентичными амплитудно-фазовыми характеристиками и стремиться свести к минимуму паразитные связи между ними. Коэффициент связи k должен иметь значения, не превышающие 0,01 % при уровнях входных напряжений, различающихся на 30 дБ.

Низкочастотная погрешность преобразования обусловлена некрatностью времени измерения и периода измеряемого сигнала. Для ее минимизации требуется, чтобы время измерения равнялось целому числу периодов сигнала N . Учитывая, что за время измерения должно поступать количество счетных импульсов, равное $n = 36 \cdot 10^n$, то в приборе следует использовать генератор с ФАПЧ, частота которого подстраивается под измерительный интервал, обеспечивающий требуемое значение n .

Высокочастотная погрешность связана с дискретным характером преобразования временного интервала в цифровой код. При плавном изменении разности фаз показания цифрового прибора меняются дискретно в пределах единицы младшего разряда. Как было отмечено, в фазометрах с времяимпульсным преобра-

зованием измерение проводится за некоторое, целое число периодов измеряемого сигнала N . В двухполупериодном фазометре за время измерения преобразуются в цифровой код $2N$ временных интервалов с периодом следования, равным удвоенной частоте входного сигнала. При этом среднеквадратическое значение высокочастотной погрешности составит [1]

$$\sigma_{\varphi} = \frac{360^\circ \cdot 0,4 \sqrt{2Nf\theta}}{n_n}, \quad (5)$$

где n_n – общее число импульсов в «пачке»; θ – время измерения.

Как показали расчеты данную погрешность при правильном выборе частоты квантования можно снизить до $0,01^\circ$.

Библиографические ссылки

1. Смирнов. П. Т. Цифровые фазометры. Л. : Энергия, 1974. 144 с.
2. Чмых М. К. Цифровая фазометрия. М. : Радио и связь, 1993. 184 с.
3. 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.
4. Мусонов В. М., Чижиков В. А. Электрорадиоизмерения ; СибГАУ. Красноярск, 2005, 256 с.
5. Мусонов В. М., Щербинин А. А. Разработка стенда фазоизмерителя азимутального канала VOR // Актуальные проблемы авиации и космонавтики : материалы V Науч.-практ. конф. творческой молодежи ; СибГАУ. Красноярск, 2011.

© Щербинин А. А., 2012

УДК 829.7.017.2

М. Ж. Анаров

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

АНАЛИЗ ДАННЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАГРУЖЕННОСТИ САМОЛЁТОВ Ту-154

Перегрузка в центре тяжести самолёта является случайной функцией времени, и ее изменение в каждом полете определяется реализацией случайного процесса. Из теории случайных процессов известно, что они могут быть стационарными и нестационарными.

На практике при измерении и вычислении характеристик случайных процессов исходят из того, что никакая вероятностная характеристика случайного процесса не может быть определена единичной выборкой, последняя дает лишь реализацию случайной величины – значения случайного процесса в момент выборки. Измерение вероятностной характеристики даже по одной реализации проводится на интервале, во много раз большем интервала корреляции процесса. Если при этом в распоряжении исследователя имеется ансамбль реализаций, то следует позаботиться о выборе «представительной» реализации. В основе этого лежат предположения о допустимости эргодической гипотезы, согласно которой характер изменения корреляционной функции с ростом ее аргумента не изменяется, и о нормальном распределении вероятностей исследуемого процесса. Измерение вероятностной характеристики случайного процесса требует предварительного отнесения анализируемого процесса к некоторому классу, а также получения представления о виде определяемой характеристики, для чего необходимы соответствующие априорные данные, на основе которых строится модель исследуемого случайного процесса [1].

Она может быть математической, представляющей собой строгое (формальное) аналитическое идеализированное определение процесса, или упрощенной физической. Несоответствие реального случайного процесса приписываемой ему модели служит источником погрешности измерений, относящейся к группе субъективных погрешностей и называемой погрешностью классификации.

Измерение любой вероятностной характеристики связано с операцией усреднения, а это означает, что подобные измерения могут быть достоверными лишь при достаточно большом объеме статистического материала. Заметим, что измерения параметров детерминированных сигналов также базируются на определенной априорной информации, например, информация о роде электрического напряжения (постоянное, гармоническое, импульсное...).

С учётом вышесказанного, сформулирована модель процесса перегрузки следующим образом. Перегрузка – это случайный стационарный, достаточно узкополосный процесс с нормальным распределением мгновенных значений в пределах одной зоны турбулентности.

В процессе полёта может встретиться несколько турбулентных зон различной интенсивности, т. е. в пределах одного полёта процесс является нестационарным по дисперсии. Если предположить, что за время срока службы самолёт выполняет свыше 10 000 полётов и за один полёт самолёт встречает в среднем не более одной зоны турбулентности, то и в этом случае число реализаций с нормальным распределением мгновенных значений достаточно 92 [1].

Известно, что сумма даже двух нормальных случайных процессов даёт также нормальный случайный процесс. Исходя из этого, следует предположение о нормальном распределении мгновенных значений перегрузки по совокупности всех полётов. Основной задачей обработки записей «канала перегрузки» является получение зависимости интегральной повторяемости перегрузки в центре тяжести самолета, а также оценка результатов.

Выводы.

1. На основании обработки совокупности записей МСРП канала «перегрузки», выполненных в 417 256 полетах, уточнена зависимость интегральной повторяемости перегрузки в центре тяжести самолета Ту-154.

2. Спектр повторных нагрузок, вызывающий усталостные повреждения конструкции, лежит в пределах зон слабой и умеренной интенсивности турбулентности атмосферы.

Библиографическая ссылка

1. Бендат Дж., Пирсол А. Измерение и анализ случайных процессов. М.: Мир, 1967.

© Анаров М. Ж., 2012

УДК 629.7.036.34

В. Ю. Афанасьев
Научный руководитель – П. Р. Чирков
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБТЕКАНИЯ ЛОПАТОК ТУРБИНЫ АВИАЦИОННОГО ТУРБОРЕАКТИВНОГО ДВИГАТЕЛЯ В УПРОЩЕННОЙ ПОСТАНОВКЕ ЗАДАЧИ В СРЕДЕ САПР SOLIDWORKS/COSMOSWORKS

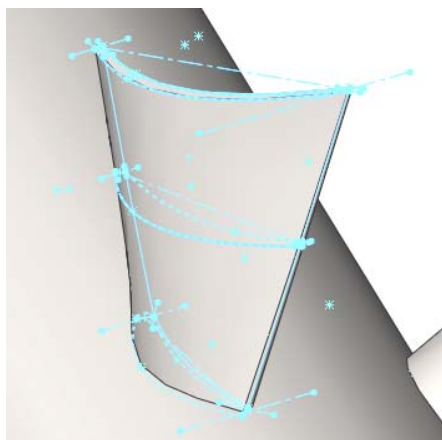
Рассматривается использование САПР SolidWorks для моделирования газодинамических характеристик обтекания лопаток турбины ТРД двигателя.

Системы автоматизированного проектирования (САПР) прочно входят в производственный процесс и научную деятельность. В настоящее время одним основных направлений совершенствования производственного процесса является сокращение издержек при получении экспериментальных данных. Этому способствует использование различного рода САПР. В результате анализа САПР для данной работы был выбран программный пакет SolidWorks. К SolidWorks помимо возможностей трехмерного моделирования работы механизмов возможно подключение пакетов для кинематического и динамического анализа механизмов, моделирования течения жидкостей и газов основанных на методе конечных элементов.

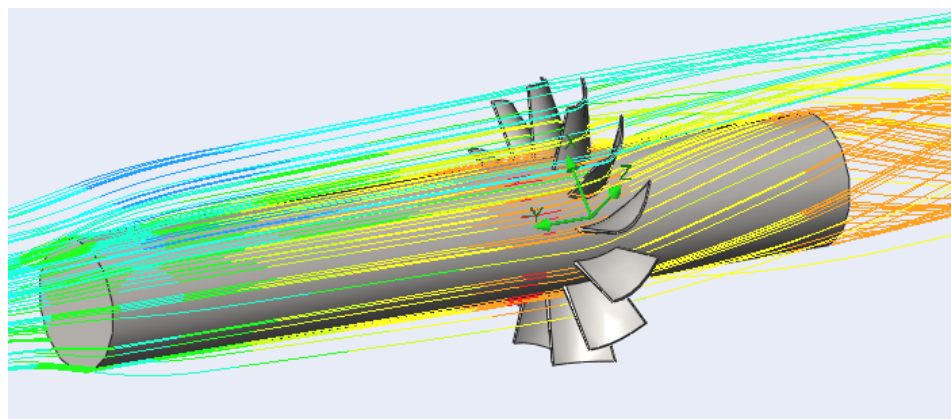
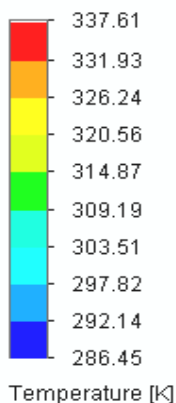
Объект исследования: оценка и расчет аэродинамических характеристик лопаток турбо-реактивного

двигателя (ТРД) с использованием программного пакета трехмерного моделирования SolidWorks с расчетным приложением CosmosFloWorks.

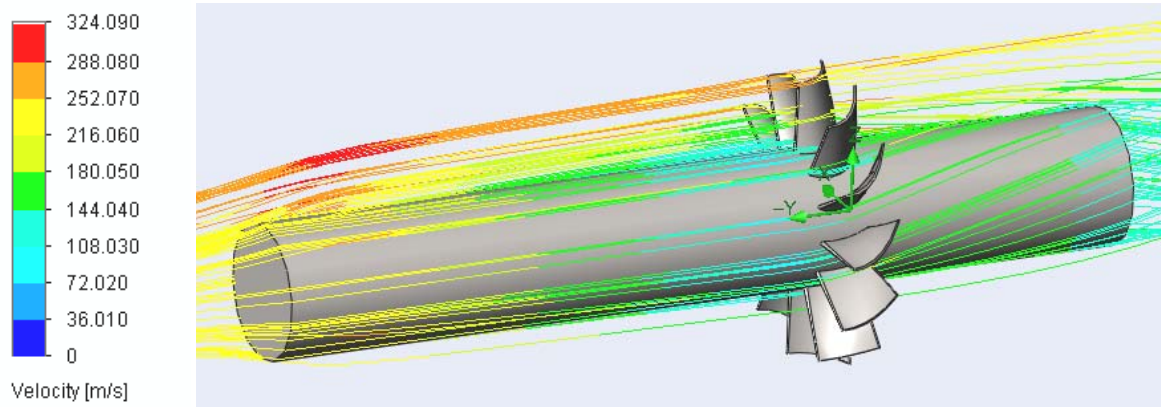
Уровень процесса исследования: проведена работа по изучению SolidWorks и пакета COSMOSFloWorks, изучены принципы работы программы, метод конечных элементов. Проведена работа по построению профиля лопатки и лопатки турбины ТРД. Сделаны расчеты обтекания лопатки в составе турбины, найдены распределения давления, плотности, скорости, температуры потока. Результаты рассчитаны и визуализированы с помощью приложения COSMOSFloWorks. В дальнейшем будет проведено: полное 3D моделирование ГТД; прочностной и термодинамический расчет турбины двигателя.



Лопатка турбины



Распределение температур



Распределение скоростей

Область их применения: Построенные 3D модели и расчеты можно будет применять на производстве при проектировании ТРД и в учебном процессе для

углубленного изучения и наглядности конструкции, ресурса и процессов, протекающих при работе ТРД.

© Афанасьев В. Ю., 2012

УДК

А. А. Вдовенко, С. А. Растопчин

Научный руководитель – А. С. Лушников

Ульяновское высшее авиационное училище гражданской авиации (Институт), Ульяновск

ИЗМЕРЕНИЕ ВЫСОТЫ ВОЗДУШНОГО СУДНА И СНИЖЕНИЕ РИСКА АВИАЦИОННЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ ПО КАТЕГОРИИ CFIT

Рассмотрены причины авиационных происшествий по категории CFIT, связанных со столкновением исправных ВС с наземными препятствиями. Особое внимание уделено методам установки уровня давления в барометрических высотомерах. Рассмотрены технические и организационные мероприятия для снижения вероятности авиационных происшествий по категории CFIT.

Понятие CFIT важно в обеспечении безопасности полетов. CFIT-термин, которым обозначают происшествия, связанные со столкновением ВС с поверхностью земли, искусственными препятствиями или водой в тех случаях, когда экипаж не мог контролировать ВС по направлению и скорости. Каковы же причины происшествий категории CFIT?

Причины CFIT:

- неправильная установка уровня давления в барометрических высотомерах;
- отсутствие осведомленности экипажа о профиле земной поверхности и об искусственных препятствиях;
- навигационные ошибки (потеря ориентировки, выбор неверного навигационного средства и т. п.);
- особо опасные метеорологические условия, такие как сдвиг ветра.

В докладе рассматривается одна из наиболее частых причин происшествий категории CFIT в гражданской авиации, а именно различие установки уровня давления в баровысотомерах – QNH и по давлению QFE, уделяется внимание принципам установки того или иного уровня давления в барометрических высотомерах, а также рассмотрены преимущества и недостатки выставления давления на измерения относительной и абсолютной давления барометрической высоты при заходе на посадку и посадке ВС. Для этого следует объяснить понятия QNH и QFE.

- QFE означает атмосферное давление на уровне аэродрома, когда высотомеры ВС на земле показывают «ноль». Высотомеры измеряют относительную высоту;

- QNH означает установку уровня давления, приведенного к уровню моря по условиям стандартной атмосферы, когда высотомеры ВС на земле показывают превышение аэродрома над условным уровнем моря. Высотомеры измеряют абсолютную высоту.

Таким образом, разница между измеренными значениями высот и есть превышение аэродрома над уровнем моря, которое для горных аэродромов имеет значительную величину.

Простота восприятия относительной высоты является единственным преимуществом установки уровня давления QFE. Больше преимуществ не отмечено.

Причины использования QNH при полетах на иностранных ВС (применительно к B-737):

- В гражданской авиации всего мира (за исключением Монголии и России) при заходе на посадку используется установка барометрических высотомеров по QNH.

- Базы данных систем управления полетом самолетов иностранного производства (FMS) и систем раннего предупреждения о близости земли (EGPWS) содержат высоты, основанные на применении QNH.

- Для обеспечения безопасности при полетах по QFE на ВС, например, Boeing-737 от экипажа требуется больше внимания, чем при полетах по QNH, так как экипаж не может в полной мере использовать средства автоматизации (FMS) и систему предупреждения об опасной близости земли (EGPWS).

- Разница между установкой высотомеров по стандартному давлению (1013,2 ГПа) и QNH не столь значительна, как в случае установки давления QFE, а, значит, и меньше вероятность ошибок экипажа, связанных с измерением высоты при заходе на посадку, а также меньше вероятность столкновений с наземными препятствиями.

Пути снижения вероятности происшествий по категории CFIT:

- первый путь – это применение бортовых средств. Для обеспечения безопасности полетов при приближении к земной поверхности издавна применялись бортовые системы оценки близости земли. Первые версии систем предупреждения о приближении к земле применялись в середине 70-х годов. Примером таких систем являются аналоговые SSCOC – системы сигнализации опасной скорости сближения с землей и цифровые СППЗ – системы предупреждения приближения земли или в терминологии ICAO – GPWS (Ground Proximity Warning System). В современных системах EGPWS (TAWS), имеющих функцию оценки рельефа местности в направлении полета значительно расширены технические возможности за счет использования информации спутниковой системы навигации и цифровых баз данных о рельефе и препятствиях в районе аэродрома.

- второй путь – это совершенствование законодательной базы, связанной с правилами захода на посадку на отечественных и зарубежных ВС и использованием высотомеров. В настоящее время в нормативных документах РФ имеются противоречия.

С одной стороны, основные нормативные документы, определяющие правила полетов, дают право выполнять полеты как по QFE, так и по QNH. Однако в AIP RUSSIA AND CIS на стр. 1.7.1 в пункте 1, который определяет порядок установки высотомеров в РФ, записано: «...высоты полета ниже эшелона пере- хода задаются диспетчером УВД по давлению отно- сительно уровня порога ВПП (QFE)». Это противоре- чит как п. 2.1.3. b) самого же AIP RUSSIA AND CIS. С другой стороны, персонал УВД считает, что если ино- странным экипажам нельзя задавать высоты по QNH, то это относится и к российским экипажам, летающим на ВС иностранного производства.

Для того чтобы приступить к решению проблемы QFE/QNH, необходимо:

а) Отменить норму п. 1 Раздела ENR 1.7.1.-1 AIP RUSSIA AND CIS в части назначения высот диспет- черами УВД только по давлению относительно поро- га ВПП (QFE).

б) Внести поправку в Технологии работы диспет- черов ДПК и КДП по использованию на практике ус- тановки давления QNH (по запросу экипажа), задавая при этом соответствующие высоты экипажам ВС.

в) В связи с переходом в воздушном пространстве РФ с 2011 года на новые нормы эшелонирования RVSM, предусмотреть также переход на футо- млевую систему.

Указанные мероприятия по нашему мнению при- ведут к гармонизации воздушного пространства РФ с остальным миром и к снижению происшествий cate- гории CFIT на наиболее ответственных этапах полета ВС в районе аэродрома.

Библиографические ссылки

1. Человеческий фактор в системе мер безопас- ности гражданской авиации : Док. 9808 AN/765. Изд. 1-е. Монреаль : ИКАО. 2002.
2. Об оснащении воздушных судов системами пре- дупреждения о близости земли с функцией оценки релье- фа местности в направлении полета : приказ ГСГА Минтранса России от 29.11.2002 № 24.6.23-625 ГА.
3. Липин А. Полеты ниже «нижнего». Проблемы перехода в России к полетам по QNH и пути их реше- ния // Новости аэронавигации. 2003. № 1. С. 24.
4. Лушиников А. С. Бортовые радиоэлектронные системы обеспечения безопасности полетов воздуш- ных судов : учеб. пособие. Ульяновск : УВАУ ГА(И). 2009. 144 с.

© Вдовенко А. А., Растопчин С. А., 2012

УДК 621.431.75

С. И. Дунецкая

Научный руководитель – В. В. Лукасов

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

АНАЛИЗ РАБОТЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ САМОЛЕТОВ АН-26 НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ ОТКАЗОВ И НЕИСПРАВНОСТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ

Оценивается уровень надежности отказавших агрегатов самолетов АН-26 компании «КрасАвиа» с помо- щью метода логических схем за период с 2008 по 2010 гг.

Тема данной диссертационной работы – «Анализ работы и определение влияния элементов топливной системы самолетов АН-26 на возникновение отказов и неисправностей с использованием метода логиче- ских схем». Работа находится под руководством до- цента кафедры ТЭЛАД, кандидата технических наук – Лукасова Виктора Васильевича.

ских схем». Работа находится под руководством до- цента кафедры ТЭЛАД, кандидата технических наук – Лукасова Виктора Васильевича.

Актуальность темы заключается в необходимости проведения исследований часто встречающихся отказов и неисправностей топливной системы АН-26.

Цель диссертационной работы заключается в расчете надежности системы с использованием метода логических схем.

Для реализации поставленной цели необходимо решение ряда задач: анализ работы топливной системы самолетов АН-26 за рассматриваемый период с 2008 по 2010 год; выявление наиболее часто отказывающих агрегатов данной функциональной системы; определение вероятности безотказной работы системы, с использованием анализа надежности функциональных систем методом логических схем.

Метод логических схем является одним из нескольких методов анализа надежности функциональных систем.

Он выполняется в следующем порядке:

- определяется условие безотказности системы в зависимости от сочетания возможных отказов элементов или звеньев;
- строится логическая схема условий безотказности системы с цепочкой логических связей работоспособности системы и допустимых отказов отдельных элементов;

• составляется алгебраическое уравнение событий безотказности системы и расчетное уравнение ее вероятности безотказной работы с использованием операций алгебры и логики;

• подготавливаются исходные данные о безотказности элементов системы;

• определяются вероятности безотказной работы системы по данным о безотказности элементов системы.

Надежность системы зависит от надежности ее элементов и способов их соединения. Известно, что удобнее и проще спроектировать надежную систему из высоконадежных элементов. В этом случае можно ограничиться включением в схему минимально необходимого количества элементов. Функциональная система является достаточно сложным объектом. Отказы или сочетания отказов ее элементов могут привести к одному из функциональных отказов, заключающихся в невыполнении хотя бы одной целевой функции системы. Поэтому так необходимо оценивать влияние отказов и неисправностей элементов системы и анализировать надежность системы.

© Дунецкая С. И., 2012

УДК 625.681.5

В. В. Завадский

Научный руководитель – А. Г. Зосимов

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ПО СПЕЦПРОГРАММЕ ДЛЯ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОДЛЕНИЯ МЕЖРЕМОНТНОГО РЕСУРСА НА ПРИМЕРЕ ДВИГАТЕЛЯ РТ6А-114

Для обеспечения надежной эксплуатации авиационной техники в современных условиях, а так же для увеличения межремонтного ресурса двигателей необходимо осваивать и внедрять в техническое обслуживание и ремонт специальные методики.

Актуальность темы обусловлена тем, что в настоящее время большинство российских авиапредприятий активно переходит на эксплуатацию авиационной техники зарубежного производства. Но подходы к организации технического обслуживания должны быть современными. Для реализации и применения новых норм необходимо учитывать опыт эксплуатации воздушных судов зарубежными коллегами, применяя методики, разработанные и постоянно дорабатываемые разработчиками и производителями летательных аппаратов и авиационных двигателей.

Целью работы является исследование технического обслуживания двигателя РТ6А-114 (РТ6А-114А) по одной из спецпрограмм, предлагаемых PRATT & WHITNEY CANADA (1) для возможности продления межремонтного ресурса.

Для достижения цели решаются следующие задачи:

- оценка существующего способа проведения технического обслуживания;

– выбор оптимального из возможных способов для конкретного авиапредприятия;

– исследовать возможность внедрения выбранного способа в эксплуатацию

В данной работе рассматриваются два варианта предложенных PRATT & WHITNEY CANADA программ для увеличения межремонтного ресурса.

Первый, Опцион А предназначен для производителя имеющего парк однотипных самолетов. Он позволяет, отправляя один из двигателей оператора как образец для контроля производителем, увеличить межремонтный ресурс на 500 часов для всего парка эксплуатируемого по этой же программе. По истечению этого срока, как образец, отправляется другой двигатель и ресурс увеличивается еще на 500 часов. Максимальный межремонтный ресурс по этой программе 10 000 часов.

Второй, Опцион В предназначен для операторов имеющих малое количество однотипных самолетов. Он позволяет повысить межремонтный ресурс для конкретного Двигателя с 3600 до 6 000 часов.

Библиографическая ссылка

1. Pratt & Whitney Canada Service Bulletin No. PT6A-72-1703, Rev. No. 6, dated Jan 29/2010 (P&WC S. B. No. 1703R6) OPERATING TIME BETWEEN

OVERHAULS AND HOT SECTION INSPECTION FREQUENCY.

© Завадский В. В., 2012

УДК 656.7:656.8

А. В. Маренков, Е. А. Сеножацкий
Научный руководитель – С. Г. Косачевский

Ульяновское высшее авиационное училище гражданской авиации (институт), Ульяновск

ОСОБЕННОСТИ ВЕДЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРИЕНТИРОВКИ ПИЛОТАМИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АВИАГОРИЗОНТОВ ПРЯМОЙ И ОБРАТНОЙ ИНДИКАЦИИ

Представлены результаты исследования влияния смены типа индикации авиагоризонта на правильность определения пространственного положения самолета пилотами, также рассматривается возможность разработки специального комплекса упражнений для улучшения адаптации к новому типу авиагоризонта.

Одной из важных задач профессиональной подготовки летного состава гражданской авиации является отработка действий экипажа по выводу самолета из сложного пространственного положения. То, что проблема пространственной ориентировки пилота остается нерешенной подтверждается статистикой авиационных происшествий, согласно которой удельный вес потери пространственной ориентировки среди причин авиационных происшествий в мировой гражданской авиации составляет 20 %, и эта величина остается практически неизменной на протяжении нескольких десятилетий. При этом наибольшую сложность для летного состава создает вывод самолета из сложных пространственных положений, характеризующихся сочетанием больших углов тангажа и крена.

Результаты расследования катастрофы самолета Boeing-737 авиакомпании «Аэрофлот – Норд» 14.09.2008 в районе аэропорта г. Пермь свидетельствуют, что причиной ее по заключению комиссии «явилась потеря пространственной ориентировки экипажем... Фактором, способствующим потере пространственной ориентировки и неспособности к ее восстановлению, явился недостаточный уровень профессиональной подготовки экипажа в части техники пилотирования и приобретения навыков по выводу из сложных пространственных положений самолета с прямой индикацией авиагоризонтов...» [1]

Практика эксплуатации современных воздушных судов показывает, что у летного состава, имеющего опыт полетов на самолетах отечественного производства с авиагоризонтами обратной индикации, возникают трудности при определении пространственного положения самолета с авиагоризонтами прямой индикации [1].

Для изучения этой проблемы были проведены экспериментальные исследования, направленные на выявление способа определения пространственного положения самолета с авиагоризонтами прямой индикации и влияние опыта работы с авиагоризонтами обратной индикации. Для проведения эксперимента были сформированы две группы. Первая группа состояла из курсантов, имеющих первоначальный навык

работы с авиагоризонтом обратной индикации. Во вторую группу были включены пилоты, имевшие опыт работы как с авиагоризонтами как прямой, так и с обратной индикации.

На первом этапе с использованием тестовой программы оценивалась правильность определения пространственного положения самолета по показаниям авиагоризонта с прямой индикацией [2]. В группе курсантов количество ошибок составило 7 % от общего количества предъявлений, а среднее время выполнения теста – 6,9 с, тогда как в группе пилотов количество ошибок и время выполнения теста были значительно выше – 50–65 % и 9,4 с, соответственно.

На втором этапе исследований, который проводился на процедурном тренажере самолета Boeing 737-400, необходимо было вывести самолет из сложного пространственного положения в горизонтальный полет. При этом фиксировалось как время выполнения тестового задания, так и правильность действий. Результаты группы курсантов на этом этапе также оказались лучше, чем в группе пилотов.

Результаты проведенных исследований, которые могут рассматриваться только как предварительные из-за малого количества участников эксперимента, позволяют предположить, что для формирования правильных навыков работы с авиагоризонтами прямой индикации у пилотов, имеющих опыт полетов на самолетах с авиагоризонтами обратной индикации, требуется дополнительная подготовка с использованием специально разработанных упражнений.

Библиографические ссылки

1. Коваленко П. А. Психологическое «дорасследование» влияния «прямой» индикации в авиагоризонтах на катастрофу самолета Boeing-737 под Пермью // Проблемы безопасности полетов. 2011. № 2. С. 9–28; № 3. С. 11–28; № 4. С. 10–28; № 5. С. 9–28.

2. Коваленко П. А., Пономаренко В. А., Чунтул А. В. Учение об иллюзиях полета. Основы авиационной де-
лиалогии. М.: 2007. 461 с.

© Маренков А. В., Сеножацкий Е. А., 2012

Ю. С. Полина, Ж. Е. Копылова
Научный руководитель – О. Г. Бойко
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ И ОБЛАСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Надежность летательных аппаратов закладывается при проектировании, обеспечивается при производстве и поддерживается при эксплуатации. В связи с этим, методам оценки надежности в научной литературе и учебном процессе уделяется большое внимание.

Главным назначением расчетов надежности следует считать:

- сравнительный анализ различных конструктивных (схемных) вариантов изделия на стадии его проектирования для обоснованного выбора комплектующих элементов, общей структурной схемы, способов резервирования, методов контроля и обслуживания;
- ориентировочная, прогнозируемая оценка надежности изделия на этапе утверждения технического проекта для обоснования вывода о том, что проектируемое изделие может быть изготовлено удовлетворяющим требованиям по надежности;
- ориентировочная, прогнозируемая оценка надежности сложного изделия на этапе отработки опытного образца для обоснования распределения требований к надежности частей изделия и обоснованного, хотя и ориентировочного, определения состава и количества запасных частей и сроков обслуживания.

Для расчета надежности используются следующие основные методы [1]:

- Табличный метод
- Метод логических схем
- Метод структурных схем

Табличный метод позволяет учесть виды, последовательность возникновения и зависимость видов отказов элементов. При использовании этого метода за счет упорядоченного перебора видов отказов элементов обеспечивается полнота анализа видов отказов системы.

При использовании табличного метода составляется таблица несовместимых состояний системы, возникающих при видах отказов элементов, и приводится анализ совокупности выходных характеристик системы в этих состояниях.

Метод логических схем применяется, когда виды отказов элементов независимы, их последовательность не влияет на виды отказов системы. При этом виды отказов системы могут быть определены заранее, и структура системы достаточно проста [2].

Метод логических схем заключается в определении событий и условий безотказной работы или событий и условий возникновения определенных видов отказов системы в зависимости от безотказности или видов отказов элементов, словесном описании этих условий и последующем формализованном представлении данного описания с помощью алгебры логики.

Метод структурных схем, этот метод применяется для простых систем при следующих условиях [3; 4]:

- элементы систем рассматриваются как одноотказные;
- система представляется в виде единой структурной схемы, состоящей из суммы последовательных и параллельных соединений элементов, подсистем;
- в структурной схеме одно и то же событие должно представляться в виде одного элемента, подсистемы, то есть должна соблюдаться ординарность.

Методика построения структурной схемы включает следующие основные этапы: составление на основе изучения конструкции функциональной системы принципиальной схемы системы; составление текстовой формулировки условий безотказности системы; составление структурной схемы, на которой прямоугольником обозначается событие безотказной работы элемента, а соединяющая линия обозначает связь – последовательность реализации событий безотказной работы системы в целом (последовательное или параллельное соединение); составляется уравнение для оценки вероятности безотказной работы системы.

Таким образом, для оценки надежности изделий авиационной техники применяются различные методы в зависимости от поставленных целей численного исследования.

В работе рассмотрены и показаны некорректности применения традиционного подхода в оценках надежности именно для функциональных систем самолетов гражданской авиации.

Биографические ссылки

1. ОСТ 1 00132-97 «Надежность изделий авиационной техники».
2. Рябинин И. А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем. СПб. : Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2007. 276 с.
3. Бойко О. Г. Надежность функциональных систем самолетов гражданской авиации: монография // Избранные труды Российской школы по проблемам науки и технологий. РАН. М., 2009. 119 с.
4. Бойко О. Г., Шаймарданов Л. Г. Проблемы и перспективы методов расчета надежности сложных функциональных систем // Проблемы и перспективы развития авиации, наземного транспорта и энергетики «АНТЭ-2011» : материалы VI Междунар. науч.-техн. конф. Т. 1. Казань : Каз.ГТУ-КАИ, 2011. С. 24–30.

© Полина Ю. С., Копылова Ж. Е., 2012

И. А. Усманов, П. А. Левищев
Научный руководитель – Н. Н. Васицкая

Ульяновское высшее авиационное училище гражданской авиации (институт), Ульяновск

ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В ЛЕТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. ПОТЕРЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРИЕНТИРОВКИ. ЛЁТНЫЕ ИЛЛЮЗИИ

Понятия пространственной ориентировки и иллюзий. Опасность потери пространственной ориентировки и появление иллюзий в полете и причины их возникновения. Факторы, способствующие их появлению. Принципы и правила пространственной ориентировки.

Летная деятельность предъявляет высокие требования к профессиональной надежности специалиста. Главный компонент авиационной системы – пилот. В основном он обеспечивает безопасность полета. Однако надежность деятельности пилота весьма уязвима. На его работоспособность оказывают влияние многочисленные факторы. В условиях полета у любого нормального и здорового человека в результате дополнительных и патогенных факторов возникает дополнительная необычная пространственная ориентировка, что является важной особенностью летного труда, особенно при полетах в сложных метеорологических условиях или ночью. В обычных условиях (на земле) пространственная ориентировка осуществляется благодаря деятельности системы анализаторов: зрительного, вестибулярного, проприоцептивного, тактильного, интероцептивного. В полете часто возникают условия, при которых затрудняется нормальное функционирование одного или нескольких анализаторов. В результате органы чувств человека могут давать искаженную информацию, что приводит к иллюзиям и к дезориентации пилота относительно его положения в пространстве [1].

Нарушение пространственной ориентировки – это ошибочное ощущение летчиком своего пространственного положения и движения относительно плоскости земной поверхности.

Иллюзии – процесс ошибочной переработки и анализа впечатлений, не соответствующих реальной действительности. Иллюзии могут возникнуть в ходе раздражения любого из анализаторов человека и свойственны любому из людей. Отобразить в авиацию лиц, совершенно не подверженных иллюзиям невозможно, так как таких людей нет. При этом нет ни одного этапа визуального полета, при выполнении которого не могло бы возникнуть зрительных иллюзий. В авиационно-космической психологии учение о пространственной ориентировке, иллюзиях воспринимаемого летательного аппарата в пространстве, об «образе полета» всегда рассматривалось в контексте безопасности полета. Так среди причин летных происшествий обусловленных ошибками пилотов, нарушения и потеря пространственной ориентировки составляет 5–12 %. Удельный вес потери пространственной ориентировки среди причин летных катастроф оказывается еще выше и достигает 20 %. Отмечается, что в течение десятилетий эта цифра не уменьшается [2]. Количество так называемых грубых посадок в гражданской авиации фиксируется ежегодно большее количество. Можно со всей определенностью предпо-

ложить (и это подтверждается результатами анализа целого ряда иллюзий), что именно иллюзии являются одной из главных причин грубых посадок, что зачастую приводит к выкатываниям и даже поломкам авиатехники. Следует также подчеркнуть, что, несмотря на серьезность такого явления, как иллюзии, в гражданской авиации практически отсутствуют методы и средства обучения пилотов действиям при возникновении иллюзий пространственного положения и движения. На сегодняшний день известно около 200 иллюзий [2]. Иллюзии подразделяются на: зрительные, вестибулярные, зрительно-вестибулярные, тактильные, ошибки суждения (неправильная интерпретация правильно принятых сигналов).

Примеры зрительных иллюзий: впечатление наличия крена из-за его наклоненной линии тени на переднем лобовом стекле; кажущиеся движения (колебание) и последующая остановка линии горизонта при переходе с приборного полета на визуальный; впечатление захода на посадку под углом при фактическом правильном заходе и правильности захода при фактическом заходе под углом из-за конусности капота самолета; ощущение крена ВС при визуальном контакте с ВПП, наклоненной влево или вправо (иллюзия крена ВС при «наклонении» ВПП).

Примеры вестибулярных иллюзий: ощущение горизонтального полета при полете с малыми кренами; ощущение перевернутого полета (вверх ногами) при полете днем в облаках; впечатление поднятости носа ВС при разгоне в горизонтальном полете и при наборе высоты; эффект пикирования при падении скорости самолета; ощущение поворота в противоположном направлении при выведении самолета после крутого набора высоты в вираже.

Примеры зрительно-вестибулярных иллюзий: впечатление, что самолет находится выше или ниже глиссады, правее и левее осевой линии ВПП при нахождении его в равноточной зоне; впечатление изменения положения самолета по высоте в приборном полете при отвлечении от указателя высоты на другие приборы или действия; впечатление крена в комбинации с кабрированием и разворотом при выполнении горизонтального полета.

Тактильные иллюзии: при неправильном расположении летчика в кресле, неравномерная затяжка привязных ремней приводит к тому, что неравномерно нагруженные сенсоры в мышцах и суставах создадут впечатление о крене в какую-либо сторону.

Ошибки суждения: принятие огней на антеннах или на радиовышках за навигационные огни.

Факторы, оказывающие негативное влияние на стабильность функциональной системы анализаторов: факторы психического и психофизиологического характера, факторы снижающие выносливость; факторы обусловленные уровнем летной подготовки (недостаток знания в области полетных иллюзий, неправильное распределение внимания); факторы обусловленные компоновкой приборного оборудования кабины пилотов и его конструкцией. Принципы и правила пространственной ориентировки. Постоянное поддержание образа своего пространственного положения, движения, состояния и динамики пилотажно-навигационных параметров, характеризующих это положение и движение. Отбор, тренировка и использование экономных и эффективных способов считывания информации с пилотажно-навигационных приборов, индикаторов, управляющих поверхностей и других средств индикации, сигнализации и органов

управления. Совершенствование глазомера для визуального полета. Постоянный сознательный контроль параметров полета. Плановость ведения ориентировки. Особое внимание необходимо уделять рациональному сочетанию инструментальной информации, воспринимаемой визуально, и не инструментальной (ускорения, перегрузки, шум двигателя, вибрации и т. д.), воспринимаемой внутренними органами чувств. Индивидуальная подготовка.

Библиографические ссылки

1. Руководство по авиационной медицине / под ред. Н. А. Разсолова. М. : Экон- Информ, 2006. 588 с.
2. Коваленко П. А., Пономаренко В. А., Чунтул А. В. Учение об иллюзиях полета: Основы авиационной диалогии. М. : 2007. 461 с.

© Усманов И. А., Левищев П. А., 2012

УДК 669.713.7

Е. А. Фурманова, О. Г. Бойко
Научный руководитель – Л. Г. Шаймарданов
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ АНАЛИЗА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ОТКАЗОВ СИСТЕМ САМОЛЕТОВ И ВЕРТОЛЕТОВ

Кратко изложен методологический подход к расчету функциональных отказов систем, основанный на использовании суммарного параметра потока отказов системы.

В авиационном стандарте ОСТ 100132-97 Надежность изделий авиационной техники «Методы количественного анализа безотказности функциональных систем при проектировании самолетов и вертолетов» большое внимание уделяется расчетам вероятностей функциональных отказов систем, вызванных отказами в полете одного и более агрегатов.

В случае отказа одного агрегата расчет строится следующим образом:

- задается отказавший агрегат и вид его отказа;
- определяется нарушение функций системы, вызванное отказом рассматриваемого агрегата;
- принимается, что вероятность нарушений функциональной системы определяется вероятностью отказа агрегата.

В случае отказа более одного агрегата в полете задача расчета вероятности функционального отказа системы решается следующим образом:

- задается одновременный отказ в системе нескольких агрегатов;
- определяется нарушение функций системы, вызванное одновременным отказом рассматриваемых агрегатов;
- определяется вероятность функционального отказа системы, как произведение вероятностей отказов рассматриваемых агрегатов.

Такой подход к решению задачи о вероятности функционального отказа системы, вызванного отказами агрегатов, содержит ряд некорректностей, связанных с игнорированием вероятностного характера задачи.

Прежде всего, рассмотрим первую задачу о вероятности функционального отказа, вызванного отказом одного заранее выбранного агрегата.

Поскольку авиационные системы являются восстанавливаемыми системами, стационарные потоки отказов их однотипных агрегатов являются пуассоновскими. Также потоки отказов могут быть представлены на оси времени потоками точек (отказов), удовлетворяющими ограничениям, наложенным на пуассоновский поток точек на оси времени.

Поскольку система содержит N агрегатов, поток отказов в ней может быть представлен в виде N потоков отказов каждого из агрегатов, а также суммарным потоком с расположением точек отказов всех N агрегатов на одной оси. Здесь следует иметь в виду, что потоки отказов одинаковых агрегатов смещены друг относительно друга случайным образом, а точка начала отсчета времени $t = 0$ также произвольно расположена по оси t .

В этих условиях вероятность отказа первого агрегата в системе будет определяться не плотностью потока точек какого-либо отдельного агрегата, а плотностью суммарного потока отказов N агрегатов системы. Но какой конкретный агрегат откажет первым, заранее не известно. В связи с этим для определения вероятности отказа заранее заданного агрегата необходимо разработать статистическое разрешающее правило.

Отказ первого агрегата в системе, в зависимости от схемы соединения агрегатов в системе, приведет к

уменьшению числа работающих в ней агрегатов на некоторое число m . Суммарный поток отказов $N-m$ агрегатов работоспособной части определит вероятность отказа второго агрегата, но какой именно агрегат откажет вторым также останется неизвестным. И здесь необходимо использовать статистическое решающее правило для определения вероятности отказа вторым наперед заданного агрегата. Продолжая процедуру можно определить вероятности отказов агрегатов в заданной последовательности. Но это будут вероятности, определенные для невосстанавливаемой системы.

В ОСТ 1001 32-97 предлагается процедуру восстановления агрегатов в системе учитывать введением коэффициента K , который «в случае восстановления

полной исправности всех элементов системы, зависит только от продолжительности этапов полета», как

$$K = \frac{t_i}{t_n}, \quad K = \frac{t_i}{t_n}.$$

где t_i – продолжительность i -го этапа полета; t_n – продолжительность полета.

Но коэффициент K , определенный в предложенном виде есть не что иное, как относительная продолжительность полета. Она не имеет ни какого отношения к влиянию восстановления на надежность.

Для окончательного решения задачи расчета надежности восстанавливаемых систем необходимо решить эту задачу в вероятностной постановке.

© Фурманова Е. А., Бойко О. Г., 2012

УДК 656.13.502.5

*М. Ж. Анаров

**Научный руководитель – А. Г. Кучкин

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

*Национальное космическое агентство Республики Казахстан, Казахстан, Астана

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ПУСКОВ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ С КОСМОДРОМА «БАЙКОНУР»

Рассмотрены организационные и технологические аспекты экологического обеспечения пусков ракет с космодрома «Байконур». Это является составной частью комплексного подхода позволяющего своевременно выявить признаки неблагоприятного воздействия ракетно-космической деятельности на окружающую среду и здоровье населения.

В настоящее время экологическое сопровождение пусков ракет с космодрома «Байконур» осуществляется Республикой Казахстан совместно с Россией в соответствии с взаимно согласованной нормативной базой [1]. От Казахстанской стороны по организации работ экологического сопровождения пусков ракет-носителей и МБР с космодрома «Байконур» головным исполнителем является РГП «НИЦ «Ғарыш-Экология»

В результате такой совместной деятельности в соответствии с [2] получены фактические данные для оценки влияния пусков ракет-носителей с космодрома «Байконур» на окружающую среду районов падения отделяющихся частей ракет-носителей (РП ОЧ РН), а так же осуществляются мероприятия по устранению или уменьшения нанесенного ущерба.

Количественный химический анализ проб объектов окружающей среды выполняются по методикам выполнения измерений, аттестованным в государственной системе технического регулирования Казахстана и Госстандарта России, на определение содержания:

в атмосферном воздухе – несимметричного диметилгидразина (НДМГ);

в почве, снеге, воде и донных отложениях – НДМГ, нитрозодиметиламина (НДМА), тетраметилтетразена (ТМТ), нитрат- и нитрит-ионов, формальдегида, определение pH;

в растительности – НДМГ и НДМА.

В рамках Плана проведения совместного экологического сопровождения пусков РН и МБР с космодрома «Байконур» на 2011 г. проведены экологические сопровождения 16-ти пусков ракет, в том числе 9-ти пусков РН «Протон-М», одного пуска МБР РС-18, 2-х пусков РН «Союз-2», 4-х пусков РКН «Зенит» и одного пуска МБР РС-20 из позиционного района «Домбаровский».

По результатам экспресс-анализа, на местах обнаружения превышения предельно допустимой концентрации НДМГ и продуктов его трансформации, силами Российской стороны проводится детоксикация почв, и в последующем данные участки берется на контроль.

Работы по экологическому сопровождению пусков состоят из следующих этапов.

1. Выезд совместной рабочей группы в район падения.

2. За 1–2 дня до пуска отбор фоновых проб объектов окружающей среды в районе падения и на сопредельной территории.

3. Послепусковое экологическое обследование района падения, включающего:

- описание мест падения (рельеф, почва, растительность, наличие водотоков и водоемов, наличие жилых построек, пространственное расположение фрагментов отделяющихся частей ракеты-носителя, наличие пролива компонентов ракетного топлива, площадь возгорания растительного покрова, степень нарушения и загрязнения почвенно-растительного покрова при падении), измерение метеопараметров (направление и скорость ветра, температура воздуха, погодные условия);

- составление ситуационной схемы места падения, определение точек отбора проб, определение географических координат мест и точек обследования;

- измерения концентрации НДМГ в приземном слое атмосферного воздуха в месте падения;

- отбор проб почвы/снега, растительности (весенне-летний период) на месте падения, при наличии – поверхностных вод из открытых водоемов и водотоков, грунтовой воды из колодцев и скважин, донных отложений в РП и на сопредельных территориях с целью определения загрязнений объектов окружающей среды компонентами ракетного топлива и продуктами их распада и трансформации.

Отбор и маркировка проб почвы/снега с места падения первой ступени РН «Протон-М» проводился по следующей схеме:

- в эпицентре места удара ступени о землю (2 пробы);

- в местах падения двигательных установок (10–12 проб);

- в местах падения центрального бака и боковых блоков и их фрагментов (порядка 12–14 проб);

- в местах пролива КРТ;
- по направлению ветра, присутствующего на момент падения на удалении 1000 м (4–5 проб);
- фоновая проба с наветренной стороны на расстоянии 500 м.

Отбор проб с мест падений фрагментов второй ступени РН «Протон-М» осуществлялся отбор по 2 пробы почвы/снега с места обнаружения каждого фрагмента ступени.

Отбор проб растений осуществляется в точках опробования почвы.

Вес одной пробы почвы – 500 грамм, воды – не менее 1 л, которая разделялась на две части (одна для физико-химических анализов, вторая для определения КРТ консервировалась, добавлением серной кислоты с концентрацией 1 моль/л из расчета 10 мл кислоты на 1 л пробы), снега – 4–5 л (с последующим переводом в талое состояние), растений – 200 грамм сухого вещества.

Координаты точек отбора проб объектов окружающей среды, мест падения фрагментов отделяющихся частей определялись с использованием глобальной системы спутникового позиционирования GPS.

В процессе транспортировки, хранения и анализе проб обеспечивались условия их хранения.

Обработка результатов полевых и лабораторных исследований проводилась с использованием ГИС-технологий.

Отчеты по экологическому сопровождению пусков представлялись заказчикам и представлялись на рассмотрение Научно-технического совета экологических программ экологической безопасности деятельности космодрома «Байконур». Это позволяет оперативно

совершенствовать схему отбора проб в районах и местах падения, определить перечень контролируемых загрязняющих веществ и показателей состояния окружающей среды.

Экологическое сопровождение пусков ракет-носителей является лишь частью проблемы экологической безопасности ракетно-космической деятельности комплекса «Байконур». Без проведения социально-гигиенической оценки среды обитания и состояния здоровья населения, оценки рисков цель обеспечения экологической безопасности не достигается и входит в противоречие с экологическим законодательством РК.

Комплексный подход к обеспечению экологической безопасности позволит своевременно выявить признаки неблагоприятного воздействия ракетно-космической деятельности на окружающую среду и здоровье населения и принять управленческие решения по их недопущению.

Библиографические ссылки

1. Порядок организации работ по экологическому сопровождению пусков ракет-носителей и МБР с космодрома «Байконур»: утв. Министерством охраны окружающей среды Республики Казахстан, Казкосмосом и Роскосмосом в 2009 г.

2. Методические рекомендации по проведению ОВОС в районах падения отделяющихся частей ракет-носителей. Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Казахстан. Республиканский нормативный документ. Экологические нормативы. Кокшетау 2002.

© Анаров М. Ж., 2012

УДК 669

З. С. Вербицкая

Научный руководитель – Л. А. Герасимова
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА ОАЭ

Целью работы является рассмотрение структуры промышленности ОАЭ, оценка экологической ситуации и выявление путей решения установленных проблем с точки зрения «области прикладной экологии, которая изучает воздействия промышленности окружающую среду человека, разрабатывает средства регламентации этих воздействий и защиты от них окружающей среды» [1]. В ОАЭ на 2000 г. на долю промышленности приходилось около 46 % ВВП и отмечался рост промышленного производства на 4 % от года к году. [2]. В 2011 году показатель роста производства составил 3,3 %. [3].

ОАЭ – это динамично развивающаяся страна в юго-западной Азии площадью 83 600 км² с населением 8,26 млн человек на состояние 2011 г. с ВВП на душу населения 57 400 \$. [4]. Эта страна согласно экспертам Международного валютного фонда является третьей богатейшей страной в мире. Интересно заметить, что страна получила свою независимость от Великобритании только в 1973 году, и за 40 лет своего существования смогла стать из песка, моря и солнца многоуровневым комплексом. Единственные вопросы, которые возникают в таком случае: создают

ли ее стремительные темпы развития угрозы окружающей природе, и чем представлена эта промышленность в стране?

Экономика ОАЭ держится на нефти и газе, алюминии, цементе. «Эмираты являются третьими по величине добытчиками нефти в Персидском заливе с оценёнными разведанными запасами нефти 98 млрд баррелей добычи нефти в день, т. е. примерно 1/10 мировых запасов, со средним показателем около 2,66 млрд баррелей добычи нефти в день. Запасы природного газа в ОАЭ составляют 5 600 млрд куб. м (4 % от

мировых запасов газа 150 трлн куб. м)». [5]. Алюминий является вторым по значимости экспортным продуктом. DUBAL – является седьмым по величине заводом в мире по производству первичного алюминия (мощностью 400 тыс. т. в год). В настоящее время заводы производят более 8 млн. тонн цемента, одним из крупнейших является TebaCementFactoryLLC, расположенный в столице ОАЭ – Абу-Даби. Наряду с этим, в «стране работают заводы по производству строительной арматуры, производя ежегодно 100 тысяч тонн высококачественного стального прута из металлолома, заводы по производству сталеπροката, труб ПВХ и красок (130 тыс. т.), строительных блоков, черепицы и кафеля, резервуаров для воды, сборных бассейнов, мраморных плит и т. д.» [6], что позволяет ОАЭ воздвигать многоэтажные сооружения. История высотного строительства началась с 39-этажного Дубайского Всемирного торгового центра в 149 метров, построенного в 1979 году. После чего начался настоящий высотный строительный бум. По состоянию на июнь 2011 года в Дубае – 38 построенных высотных зданий выше 120 метров, а также 19 строящихся и неопределённое количество запланированных к строительству. [7]. Кроме того, ОАЭ строит объекты не только на суше, но и в море, засыпая его определённые ограждённые территории камнями и песком. Свидетельством такого строительного новшества является всемирно известный семизвёздочный отель Парус – Burj Al Arab и район The Palm, что представляет собой «второе рукотворное сооружение на Земле (после Великой Китайской стены), которое можно увидеть невооружённым глазом с Луны. Проект представляет собой два огромных искусственных архипелага диаметром 6 км, отсыпанных в море» [8].

Таким образом, из вышеперечисленного можно отметить, во-первых, проблему загрязнения воздуха из-за работы множества заводов на незначительной по площади территории. Более того, страна ввиду отсутствия растительности, испытывает недостаток в кислороде. Далее проблема загрязнения воды, которое частично происходит из-за выбросов производственных отходов в море или иногда появления нефтяных пятен при ее неправильной эксплуатации во время экспорта. И что самое важное, так это изменение естественной природной структуры – водных границ.

Правительство страны не только строит стратегии улучшения жизни своей территории, но и план решения возникающих проблем и пресечения возможных в будущем при воплощении этих стратегий. К мерам предотвращения экологической катастрофы можно отнести: ввод штрафов за загрязнение окружающей среды, создание заводов по переработке мусора, строительство парков и искусственное озеленение страны, создание свободных промышленных зон. «Правительство Дубая выделило ряд промышленных районов и предоставило им все необходимые условия: внутренние дороги, электроэнергию, воду, телекоммуникационные услуги и другие объекты. Местное правительство предлагает различные стимулы для бизнеса и участия в индустриальных проектах. Они включают в себя освобождение от таможенных пошлин на ввоз предметов для использования в про-

мышленных проектах, таких как сырьё, машин и оборудования» [9]. Важной задачей является создание биотоплива. 3 сентября 2008 года, «как сообщает BiofuelDigest, компания AboutEmiratesBiodieselLLC (EmBio) объявила о строительстве первого в ОАЭ и странах Персидского залива завода по производству биодизеля. Сырьём для биодизеля будут служить различные виды растительных масел» [10]. Уже 21 января 2012 авиакомпания Etihad Airways, национальный перевозчик Арабских Эмиратов впервые на Ближнем Востоке выполнила дебютный полёт Сигл – Абу-Даби на биотопливе. «Это важная веха на нашем большом пути по полному замещению углеродного топлива природным, которое планируется в долгосрочной перспективе. Мы будем стремиться обеспечить устойчивое потребление топлива нового поколения в Абу-Даби, на Ближнем Востоке и во всем мире», – сказал Джеймс Хоган, президент и главный исполнительный директор компании Etihad Airways» [11]. С точки зрения инвесторов проекта «производство альтернативных видов топлива в Ближневосточном регионе считается перспективным с точки зрения экологии, а также с учётом долгосрочной перспективы развития данного региона, являющегося на данный момент крупнейшим экспортёром невозобновляемых ресурсов, в частности нефти» [12].

Таким образом, ОАЭ – промышленно развивающаяся страна, которая беспощадно черпает природные ресурсы, но которая стремится наряду со своими инновационными промышленными проектами разрабатывать не менее инновационные стратегии защиты окружающей среды, предотвращая угрозу экологической катастрофы ввиду своих действий.

Библиографические ссылки

1. Кузьмина А. П. Экология. Природа – Человек – Техника. М. : Юнити-Дана, 2001. 11 с.
2. URL: <http://www.stranz.ru/str/179-oe/361-oe.html>.
3. URL: <http://chatru.com/uae/index.php/topic,169048.0.html>.
4. URL: <http://invisibleon.ru/8593>.
5. Larimi Invest Group, PEST анализ ОАЭ. 2010. Ноябрь.
6. Larimi Invest Group, PEST анализ ОАЭ. 2010. Декабрь.
7. URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Список_самых_высоких_зданий_Дубая.
8. Броше П. К. Путеводитель. Дубай. М. : Авангард, 2007.
9. URL: <http://www.tury.ru/resort/info.php?cid=99109>.
10. Larimi Invest Group, PEST анализ ОАЭ. 2010. Октябрь.
11. URL: http://oe.grandtour.ru/oe54_4_55_59615.html.
12. Larimi Invest Group, PEST анализ ОАЭ. 2010. Сентябрь. 6 с.

УДК 54.064

В. М. Геворгян, Э. Г. Норекиян
Научный руководитель – О. В. Кемер

Ульяновское высшее авиационное училище гражданской авиации (институт), Ульяновск

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ АЭРОДРОМНОГО КОМПЛЕКСА «УЛЬЯНОВСК – БАРАТАЕВКА» ТВЕРДЫМИ ЧАСТИЦАМИ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ И ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Исследуются выбросы неорганических веществ, в том числе тяжелых металлов, их миграция в период максимального воздействия технических средств эксплуатации аэродромного комплекса «Ульяновск – Баратаевка».

На современном этапе развития авиации и накопления знаний в сфере воздействия человека на окружающую среду ясно, что вред, наносимый биосфере транспортом в целом и воздушным транспортом в частности, заключается в выбросах загрязняющих веществ двигателями при эксплуатации конкретных транспортных средств. В аэропортах передвижные источники загрязнения, к которым относятся воздушные суда, спецмашины и автотранспорт (как принадлежащий аэропорту, так и прибывающий в него) вносят основной вклад в химическое загрязнение аэродромного комплекса [1].

Актуальность работы в том, что в связи с интенсивным развитием авиации возникают специфические проблемы по определению уровня загрязнения территории аэродрома от суммарного воздействия авиационной техники и средств аэродромно-технического обеспечения полетов. Одной из них является оценка загрязнения аэродромного комплекса твердыми частицами неорганических веществ и тяжелыми металлами.

Существующие методики оценки валовых выбросов загрязняющих веществ при эксплуатации воздушного транспорта позволяют определить уровень загрязнения участков с учетом воздействия твердых частиц неорганических веществ и тяжелых металлов.

Для объективной и всесторонней оценки уровня загрязнения территории необходимо исследование дисперсного, элементного и количественного состава загрязнения твердыми частицами поверхностного стока аэродромного комплекса, с учетом метеорологических, климатических и физико-географических характеристик местности [2].

Целью работы является оценка уровня загрязнения поверхностного стока аэродромного комплекса «Ульяновск – Баратаевка» твердыми частицами неорганических веществ, в том числе тяжелыми металлами от суммарного воздействия авиационной техники и средств аэродромно-технического обеспечения полетов.

Достижение поставленной цели связывается с решением следующих задач:

- определением влияния метеорологических факторов, климатических и физико-географических характеристик на уровень загрязнения летного поля аэродрома твердыми частицами;
- оценкой дисперсного, элементного и количественного состава загрязнения в микрообъемах твердыми частицами неорганических веществ и тяжелых

металлов поверхности летного поля аэродрома и приаэродромных земель;

- составлением уравнений зависимости элементного и количественного состава загрязнения, различных участков поверхности летного поля аэродрома и приаэродромных земель твердыми частицами неорганических веществ, в том числе тяжелыми металлами в период максимального воздействия технических средств эксплуатации;

- разработкой модели и алгоритма расчета концентраций загрязнения, поверхностного стока летного поля аэродрома взвешенными твердыми частицами и тяжелыми металлами.

Предметом исследования является уровень загрязнения территории аэродромного комплекса «Ульяновск – Баратаевка» твердыми частицами неорганических веществ и тяжелых металлов.

Исследован дисперсный, элементный и количественный состав загрязнения поверхностного стока летного поля аэродрома твердыми частицами неорганических веществ методами аналитической химии. Составлены зависимости элементного и количественного состава загрязнения, различных участков поверхности летного поля аэродрома твердыми частицами неорганических веществ, в период максимального воздействия технических средств эксплуатации.

Выводы по проделанной работе:

1. Удалось предварительно оценить максимальный уровень загрязнения летного поля аэродрома «Ульяновск – Баратаевка» и приаэродромных земель твердыми частицами неорганических веществ и тяжелыми металлами в зависимости от частоты полетов.

2. Точность полученных результатов находится в пределах 5–10 %, что соответствует погрешностям современных физико-химических методов исследования.

Библиографические ссылки

1. Николайкина Н. Е., Николайкин Н. И., Матягина А. М. Промышленная экология. М. : Академкнига, 2006. 239с.
2. Салогуб А. Л. Геоэкологическая оценка загрязнения поверхностного стока летного поля аэродрома твердыми частицами неорганических веществ : автореф. дис. ... канд. географ. наук. Воронеж, 2004. 132 с.

© Геворгян В. М., Норекиян Э. Г., 2012

УДК 632.08

Э. С. Елчуева
 Научный руководитель – Л. А. Герасимова
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ТЕПЛОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ РЕК. ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

Рассматриваются вопросы теплового загрязнения рек, в том числе Енисея. Анализ сложившейся ситуации и современные предложения по ее разрешению.

...Видел прелесть я земную
 И поэтому пишу.
 Берегите, люди, землю,
 Я об этом вас молю!
Янис Чибисов

Самоочищение воды происходит очень медленно из-за низкой температуры воды. Большое количество сточных вод, нефтепродуктов и даже жидкие радиоактивные отходы поступают в реки и озера различных регионов мира. В системе АО «Мосэнерго» выбросы СОТВ на ТЭЦ Москвы составляют 45–50 млн Гкал в год, что равносильно потере 7,2–8 млн т УТ/год [1]. Основные источники сброса сточных вод в водные объекты (5,4 км³, или 68 %) – Красноярский край [2].

Как отмечает Ю. В. Новиков, по суммарным выбросам вредных веществ в атмосферу теплоэнергетика занимает первое место среди отраслей промышленности. Сточные воды в объеме до 1302,6 млн м³ сбрасываются в поверхностные водные объекты и на рельеф выбрасывают российские предприятия. К сточным водам ТЭС, относятся:

- сбросные воды систем охлаждения различных аппаратов: конденсаторов турбин, масло- и воздухоохладителей, движущихся механизмов и т.д., составляющие основную часть воды (более 90 %), расходуемой на ТЭС;
- сбросные воды систем гидрозолаулавливания;
- отработавшие растворы после химических промывок теплосилового оборудования;
- регенерационные и шламовые воды от водоочистительных установок;
- нефтезагрязненные стоки, возникающие при обмывах наружных поверхностей нагрева, главным образом, воздухоподогревателей и водяных экономайзеров котлов, сжигающих сернистый мазут.

В водные объекты края сбрасывается 480 млн м³ жидких отходов [3]. ТЭЦ нашего города после охлаждения конденсаторов паровых турбин сбрасывают до 25 тысяч кубических метров в час теплой воды с температурой до 25 градусов в Енисей, тем самым увеличивая тепловое загрязнение реки.

Красноярская ГЭС вносит свой вклад в тепловое загрязнение р. Енисей. Из-за выгодного извлечения энергии, сильно пострадал климат приенисейских районов. Повысились средние температуры и уровень влажности, изменение температур привели к изменению флоры и фауны реки.

Сибирское отделение РАН в лице Института теплофизики СО РАН и его партнеров производят технику способную вовлекать в полезное использование

низкопотенциальное тепло естественного и техногенного происхождения. Это осуществляется с помощью тепловых насосов различной мощности. Принцип работы как у холодильника, в котором хранятся продукты. «В холодильнике через охлаждение снимается тепло с продуктов питания и выбрасывается в атмосферу через радиатор на задней стенке. В тепловом насосе наоборот: снятая тепловая энергия не выбрасывается в атмосферу, а греет в конденсаторе воду для системы отопления или горячего водоснабжения. Источником (сырьем) для работы теплового насоса может служить любая проточная вода с температурой от 5 до 40 градусов. При этом, естественно, для работы теплового насоса используется внешняя энергия от электропривода или двигателя внутреннего сгорания» [4]. Особый интерес для института теплофизики представляет Дивногорск – город строителей Красноярской ГЭС. Сейчас он полностью отапливается электротеплоцентрами с суммарной мощностью около 100 Гкал/час [5]. Если для его отопления использовать тепло вод Енисея, незамерзающего круглый год, то экономия может составить около миллиарда рублей в год, высвобождая при этом до 3 % мощности Красноярской ГЭС и снижается выброс теплой воды в реку.

Таким образом, в результате антропогенного вмешательства происходят отклонения от нормы некоторых параметров среды, зачастую выходят за пределы, отвечающие нормам реакции организмов на эти параметры. Поэтому загрязнения очень сильно влияют на экосистему и очень часто приводят к болезням и летальному исходу. В результате сброса горячих стоков с промышленных предприятий быстро устанавливается новый температурный режим, времени для акклиматизации не хватает, живые организмы получают тепловой шок и погибают. Так же у рыб усиливается скорость обмена веществ при повышении температуры и они потребляют больше кислорода, нехватка кислорода вызывает стресс.

Библиографические ссылки

1. Чаховский В. М. Опыт применения энергосберегающей теплонаносной технологии в системе городского теплоснабжения // РСЭ ИНФОРМ. 1999. № 2.
2. www.geo.1september.ru.
3. www.nolimitikbezjupf.
4. www.nsc.ru.
5. www-sbras.nsc.ru.

© Елчуева Э. С., 2012

УДК 379.85+908+502.4

Е. Е. Карповская
Научный руководитель – Л. А. Герасимова
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАЗРАБОТКА КАРТЫ ТУРИСТИЧЕСКОГО МАРШРУТА ПО ОСОБО ОХРАНЯЕМЫМ ПРИРОДНЫМ ТЕРРИТОРИЯМ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

От экотуризма неотделимо экологическое просвещение. Познавая природу, туристы проникаются необходимостью бережного отношения к ней. Вклад экотуризма в формирование экологической культуры поистине неocenim. Кроме того, из-за меньшего объема необходимой туристической инфраструктуры (отелей, ресторанов, увеселительных заведений) из расчета на одного туриста и на каждый доллар прибыли, данный туризм характеризуется меньшей ресурсоемкостью. Значит, это не только полезно, но и выгодно.

Принято считать, что развитие промышленности в регионе – залог его успешного экономического роста. Однако, для многих государств, туризм представляет собой, чуть ли не основную статью дохода регионального бюджета. Для Красноярского края, богатого уникальными природными территориями, особое значение может сыграть экологический туризм.

Экологический туризм – особый сектор туристической отрасли, который подразумевает стремление в первую очередь к общению с природой, познанию ее объектов и явлений, активному отдыху на природе (<http://www.sibterra.ru>).

Актуальность данной работы заключается в том, что при условии грамотного развития экологический туризм может сыграть свою роль в разрешении современного социально-экологического кризиса. Он содействует охране природы и традиционных культур. Возрастающий спрос в этом секторе туризма приводит к созданию новых особо охраняемых природных территорий, в первую очередь национальных и природных парков. Экологический туризм приносит существенный доход в государственный бюджет.

В данной работе рассмотрим основные охраняемые территории Красноярского края, с целью разработки карты туристического просветительского маршрута по Красноярскому краю.

Создание карты экологического маршрута, имеет следующие задачи: Прежде всего, **образовательные**, так как с привлечением туристов в край способствует тому, что:

- гости края узнают особенности нашего региона и знакомятся с охраняемыми территориями;
- знакомятся с культурой, обычаями малых народов.

Кроме этого, можно выделить **экономические** задачи:

- это источник пополнения краевого бюджета;
- экономическое развитие регионов малых народностей за счет производства и реализации товаров местных мастеров, развитие национальных ремесел.

Также еще одна задача – это **формирование имиджа**, трансформирующего стереотипы о Сибири и Красноярском крае в целом, например, у гостей из-

за границы, а также повышение статуса среди жителей других регионов Российской Федерации.

Разработка карты туристического маршрута будет первым шагом по трансформации имиджа.

Разработана карта туристического маршрута, который был разработан с учетом месторасположения и интересов для туристов.

Помимо, экологического тура, мы хотим предложить активным туристам спелеотур по следующим, особо охраняемым природным территориям: пещера «Караульная», Государственный биосферный заповедник Столбы, пещера «Майская», пещера «Кубинская», Мининские столбы, Дендросад в районе Старого скита, пещера «Баджейская», пещера «Большая Орешная».

В заключение хотелось бы добавить, что данный маршрут будет интересен не только гостям края, но и жителям края, поскольку это поможет лучше узнать про родные места, сохранять и передавать знания об уникальных природных территориях.

Положение экотуризма в нашей стране и в нашем регионе нужно активизировать. На многих территориях экологический туризм может стать, отраслью специализации, представляя конкурентоспособную альтернативу разрушающей природу хозяйственной деятельности. Наша страна обладает обширными территориями с нетронутой природой. К сожалению, до последнего времени развитие экотуризма в России шло преимущественно на самостоятельном уровне. Сейчас мы наблюдаем тенденцию на развитие этого сектора туристской отрасли. Развитие экологического туризма поможет сохранить природную красоту уникальных территорий Сибири. И в этом деле очень важно не опоздать.

Основной источник при создании карты: Экологический паспорт Красноярского края за 2010 г. *Подготовку паспорта осуществил комитет по природным ресурсам и лесному комплексу Молодежного правительства дублеров Красноярского края с Министерством природных ресурсов и лесного комплекса Красноярского края.*

© Карповская Е. Е., 2012

УДК 669.713.7

Е. В. Коваленко
Научный руководитель – Герасимова Л.А.
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАДОН И КРАСНОЯРСК

Везде и повсюду нас окружает атмосферный воздух. Из чего он состоит? Радон образуется при радиоактивном распаде радия и в ничтожных количествах встречается в содержащих уран материалах, а также в некоторых природных водах.

Проблема: сильно завышенные концентрации радона обнаружались не только в подземных выработках (например, шахты для добычи радиоактивного сырья), но и в жилых домах, в конторах и офисах, в городской и сельской местности

Актуальность: Актуальность данного доклада такова: по данным Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ), Научного комитета по действию атомной радиации (НКДАР) ООН наибольшая часть дозы облучения (около 80 % от общей), получаемой населением в обычных условиях, связана именно с природными источниками радиации. Более половины этой дозы обусловлено присутствием газа радона и его дочерних продуктов распада (ДПР) в воздухе зданий, в которых человек проводит более 70 % времени

Целебные свойства радона: О целебных свойствах радоновых ванн люди знали задолго до открытия радиоактивности. Они замечали, что после купания в некоторых источниках и пребывания в пещерах у них прибавлялось сил и отступали болезни. Радоновые ванны назначаются в зависимости от заболеваний и общего состояния пациента и только в том случае, когда получаемое полезное действие будет существенно превышать ущерб от воздействия α -излучения, возникающего при распаде атомов радона. Более того, ввиду невозможности внешнего проникновения α -частиц, излучаемых радоном, сквозь внешний слой кожного покрова человека (роговой слой эпидермиса, не содержащий живых клеток), единственным возможным эффективным воздействием радона на организм человека является его распад внутри тела или в непосредственной близости от слизистых покровов. К сожалению, по большей части эффективный распад радона из воздуха происходит в лёгких человека, что способствует протеканию процессов, приводящих к раку легких. Данный факт в основном определяет противопоказания к процедурам.

Негативные свойства радона: хорошо растворяется в крови и лимфе, и поэтому содержание его в единице объема человеческого тела достигает примерно 50 % от содержания в окружающем воздухе. Радон проникает в легкие и разносится кровотоком по всему организму человеческого тела и концентрируется в некоторых жизненно важных органах.

Радон и Красноярск: На сегодняшний день Красноярск является одним из наиболее изученных по радону городов России. По числу выполненных измерений концентрации радона в воздухе помещений Красноярск занимает второе место в стране, уступая только Москве. По уровню радиоопасности Красноярск относится к населенным пунктам первой, наиболее опасной группы. Согласованность данных о геологическом строении, регистрируемых уровнях радона и распределения заболеваний злокачественными опухолями на территории города показывает, что вклад радона в общий риск для здоровья жителей города является значительным, а доля внутреннего облучения в суммарной годовой дозе – основной.

Меры предосторожности: Уровень концентрации радона в воздухе внутри помещений можно снизить несколькими способами – от заделывания щелей в полах и стенах до повышения интенсивности вентиляции зданий. Ниже перечислены пять основных способов снижения количества накапливаемого в доме радона:

- улучшение вентиляции дома и предотвращение проникновения радона из подвальных помещений в жилые комнаты;
- усиление вентиляции между этажами;
- установка системы для удаления радона в подвальных помещениях;
- герметизация полов и стен, а также
- установка вентиляционной системы с положительным давлением или приточной вентиляционной системы.

При строительстве новых домов необходимо учитывать радоноопасность, особенно в районах с высокой концентрацией радона. В Европе и США принятие защитных мер при строительстве новых зданий стало общепринятой практикой для некоторых строительных компаний, а в некоторых странах это стало обязательной процедурой

Выводы: При правильном применении, мерах предосторожности и пр. радиации возможно избежать. Однако здесь возникает уже следующий вопрос: действительно ли делается всё, чтобы оградить нас, граждан от опасности быть зараженными?

© Коваленко Е. В., 2012

П. А. Колесов
Научный руководитель – А. Г. Кучкин
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АНАЛИЗ СПОСОБОВ БОРЬБЫ С ОБЛЕДЕНЕНИЕМ КРЫШ

Рассмотрены наиболее распространенные способы борьбы с обледенением. Предложены критерии эффективности технологий борьбы с обледенением. Методом экспертных оценок определена количественно их комплексная эффективность и направления преимущественного применения.

В России в осенне-зимний и зимне-весенний периоды, наряду с частыми осадками, наблюдаются суточные колебания температур от плюсовых к минусовым, что способствует образованию ледяных наростов (сосулек) на свесах крыш, имеющих скат наружу. Вес таких сосулек может достигать десятки, а то и сотни килограмм, что представляет серьезную проблему для городского хозяйства и непосредственно для находящихся поблизости людей. В частности из-за того, что обрушение их происходит, как правило, неожиданно для окружающих.

Существуют различные методы и технологии борьбы с обледенением свесов крыш:

Фактические, удаляющие образующиеся на свесах кровли сосульки и наледи куда входят

Механический (скалывание ручное или механизированное с помощью отбойного инструмента, фрез, ультразвукового или электроимпульсного воздействия и т. д.);

Тепловой (с помощью перегретого пара, электроподогрева, горячего воздуха или воды);

Физико-химический (с помощью веществ растворяющих лед спиртов, гликолей и т. д.);

Профилактические (обустройство крыш элементами препятствующими образованию наледи и сосулек: теплоизоляция чердаков и кровель; достаточная теплоизолированная верхняя разводка отопления; герметичная вентиляция здания; применение антиобледенительных покрытий кровель; отсутствие иных источников тепла).

В настоящее время известна практическая реализация указанных способов [1–3], что позволяет оценить их слабые и сильные стороны. В качестве критериев

качества применяемых технологий были выбраны безопасность технологий по направлениям (монтаж, эксплуатация, экологическая), а также безопасность обслуживающего персонала и жителей. Затраты на оборудование, его обслуживание и эксплуатацию. Затраты на расходные материалы и энергию, а также антивандальные свойства.

Количественная оценка производилась по пятибальной шкале: 0 – отрицательная; 1 – среднеотрицательная; 2 – посредственная; 3 – среднеположительная; 4 – положительная. Результаты представлены в таблице.

Приведенные результаты показывают, что для городских застроек наихудшим является использование физико-химических методов из-за использования химреактивов и затрат на их приобретение и применение. Все остальные способы показали результат достаточно близкий, тем не менее, для городских застроек старого типа со скатом крыш наружу можно рекомендовать ручное и механизированное скалывание с соблюдением правил техники безопасности. Применение технологий с электроподогревом в данных условиях не представляется возможным в России в первую очередь из-за вандалоопасности. Данные технологии весьма успешно применяются во многих европейских странах. В настоящее время данные технологии считаются наиболее технически продвинутыми, разработаны специальные кабели, адаптированные для работы со снегом и льдом, а также автоматика и элементы регулирования. В Российских условиях применение такой технологии возможно в охраняемых территориях.

	Технология обработки	Безопасность монтажа	Безопасность эксплуатации	Безопасность жителей	Экологическая безопасность	Потребление энергии	Расходные материалы	Антивандальные свойства	Стоимость оборудования	Стоимость обслуживания	Стоимость эксплуатации	Воздействие на крышу	Сумма оценок
1	Ручное скалывание	4	1	3	3	4	4	4	4	4	1	1	33
2	Механизированное скалывание помощью электроинструмента	3	2	3	3	3	4	4	3	4	2	1	32
3	Тепловая перегретым паром	1	3	3	4	1	2	3	2	3	3	3	28
4	Тепловая горячей водой	1	3	3	4	2	2	2	2	3	3	3	28
5	Тепловая электроподогревом	3	4	4	4	0	4	0	1	4	4	4	32
6	Физико-химический	2	2	3	1	1	0	2	2	2	3	3	21

Библиографические ссылки

1. Анисимов Г. И., Кокосадзе А. З., Ярошенко Д. Г. Устройство для удаления льда с карнизов крыши зданий и сооружений : описание изобретения к патенту RU 2169245 C2 20.06.2001.

2. Беляев В. В. Устройство для удаления снега и льда с карнизного свеса крыши : описание изобретения к патенту RU 2044851 C1 12.07.1993.

3. Мозер С. П. Устройство для удаления льда с водостоков крыши зданий и сооружений : описание изобретения к патенту RU 2400608 C1 27.09.2009.

© Колесов П. А., 2012

УДК 669.713.7

М. В. Кольяк, К. А. Майорова, Е. И. Руденко, Я. Ш. Шарифуллина
Научные руководители – Л. А. Герасимова, Е. Н. Князев
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА СМЕРТНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ Г. ЖЕЛЕЗНОГОРСКА

Определение средней продолжительности жизни, выявление причин смертности населения г. Железногорска в 1996–1997 гг., влияния экологически вредных выбросов на автодорогах на смертность населения.

В экономически развитых странах, где государство заботится о своих гражданах, средняя продолжительность плодотворной жизни достигла уровня 70 и более лет. В Японии и Китае масса примеров долгожителей. В России же мужчина живет в среднем 59 лет, женщина – 73 года. По уровню жизни Россия занимает 134-е место в мире, уступая странам с неразвитой экономикой, даже Украине и Балканским странам. Страдаем мы теми же заболеваниями, что европейцы и американцы. Только смертность от этих заболеваний у нас гораздо выше. Данные городского отдела ЗАГСа нам помогли составить рейтинг заболеваний, характерный для Железногорска. Именно они в конечном итоге приводят к летальному исходу.

На первом месте оказалась смертность от заболеваний сердечнососудистой системы. Кстати, эти заболевания стоят на первом месте во всем мире. Сегодня примерно каждый седьмой-восьмой страдает сердечнососудистыми заболеваниями. Самые распространенные – артериальная гипертензия, ишемическая болезнь сердца, инфаркт миокарда. Чаще всего умирают от инсультов, инфарктов, ишемической болезни сердца, цереброваскулярных болезней. Существует ряд факторов риска, которые могут привести к инфаркту или инсульту: в первую очередь стрессы и психоэмоциональные нагрузки, образ жизни, питание, условия труда и отдыха, возраст от сорока лет, курение, повышенное давление, наличие сахарного диабета. Два из перечисленных фактора риска повышают возможность возникновения инфаркта или инсульта на 5–10 процентов [1].

На втором месте в нашем рейтинге заболеваний, приводящих к смертности, – саркома, рак, меланома и прочее, что медики называют новообразованиями, т. е. онкологические заболевания. Не везде, в сравнении с другими городами, раковые заболевания выходят на второе место, как у нас. В Железногорске преобладает так называемая пылевая патология. Среди новообразований у нас лидирует рак легких и верхних дыхательных путей. С чем это связано? Любое промышленное предприятие производит выбросы в окружающую среду. В нашем городе находится такое

предприятие – Горно-химический комбинат (ГХК). При производстве в воздух попадает определенное количество выбросов. Прибавим к этому выхлопы автотранспорта. Вся эта таблица Менделеева осаждается, становится пылью, которой мы дышим.

На третьем месте – отравления и асфиксия. К объективным причинам, определяющим рост числа отравлений, относят напряженность современных условий жизни, вызывающих у некоторых людей потребность в постоянном приеме успокаивающих средств. Особое место отводят хроническому алкоголизму и токсикоманиям [2]. К числу других причин относится самолечение, а также употребление токсических доз лекарств или химических препаратов, использование токсических веществ с целью убийства. К причинам асфиксии относятся: острые сосудистые расстройства (тромбоэмболии в церебральные сосуды, инсульты, отек головного мозга); травмы головного мозга; интоксикации лекарственными препаратами, действующими на дыхательный центр (наркотические препараты, барбитураты и др.); нарушения проходимости дыхательных путей; механические препятствия доступу воздуха при сдавлении извне (повышение, удушье); аллергические отеки гортани; приступы бронхиальной астмы; острые пневмонии [1].

Также умирают не только от болезней. Смерть может стать результатом ДТП, убийства, несчастных случаев на воде, а также самоубийства. Если объединить все это, от внешних причин погибают почти такое же количество горожан, как и уходят из жизни от сердечнососудистых заболеваний.

Проанализировав среднюю продолжительность жизни, мы выяснили, что мужчины умирают в гораздо более раннем возрасте, чем женщины. Причины: 1) стрессы: жизнь мужчин насыщена стрессовыми ситуациями намного больше, чем женская, мужчины реже жалуются, часто не придавая должного значения накопившимся проблемам, эти проблемы быстро перерастают в инфаркты и инсульты, опухоли в поздних стадиях и прочие болячки. 2) вредные привычки: большинство мужчин курят и неумеренно употребляют спиртные напитки, следствием этого являются

онкологические заболевания, травмы, связанные с обильными возлияниями, отравления некачественным алкоголем, цирроз печени... 3) сердечнососудистые заболевания. Какой фактор является первопричиной ишемии сердца? На первом месте холестерольный обмен, на втором – курение. Далее – наследственность, вес. У женщин до наступления менопаузы высоко производство эстрогена, который предупреждает нарушения холестеролового баланса и развития ишемии. Только после климакса женщины начинают страдать сердечнососудистыми заболеваниями с такой же частотой, что и мужчины. У мужчин же закупорку просвета сосудов находят, начиная с 40 лет, а при плохой наследственности с 25 лет.

Также мы проанализировали концентрацию экологически вредных выбросов на автодорогах. Выброс загрязняющего вещества учитывался на примере СО и NO автотранспортным потоком на главных магистральных улицах города. Вредные вещества, при эксплуатации автотранспорта, попадают в воздух с выхлопными газами, испарениями из топливных систем, а также во время заправки автомобиля топливом. На выбросы оксидов углерода (углекислый газ и угарный газ) влияет также рельеф дороги, режим и скорость движения автомобиля. Например, если увеличивать скорость авто и резко уменьшать ее во время торможения, то в выхлопных газах количество оксидов углерода увеличивается в 8 раз [3]. Минимальное коли-

чество оксидов углерода выделяется при равномерной скорости автомобиля 60 км/ч. Превышение норм ПДК на ряде улиц г. Железнодорожска приводит к тому, что население, проживающее вблизи автодорог, испытывает вредное воздействие высоких концентраций токсических веществ, выбрасываемых в атмосферу транспортом. Это приводит к развитию широкого спектра заболеваний, в том числе повышается риск развития онкологических заболеваний.

Полученные данные позволяют предположить некую взаимосвязь смертности населения в г. Железнодорожске с неблагоприятным влиянием факторов окружающей среды, прежде всего атмосферного воздуха, в зависимости от зоны их проживания.

Библиографические ссылки

1. Медицинский справочник. URL: <http://www.medical-enc.ru/>
2. Россия в окружающем мире: 2000 (Аналитический ежегодник) ; отв. ред. Н. Н. Марфенин / под общ. ред. Н. Н. Моисеева, С. А. Степанова. М. : Изд-во МНЭПУ, 2000. С. 128.
3. О состоянии окружающей природной среды РФ в 1997 г. : государственный доклад. URL: <http://www.ecocom.ru>.

© Кольяк М. В., Майорова К. А., Руденко Е. И.,
Шарифуллина Я. Ш., 2012

УДК 669.713.7

А. А. Осина, Я. В. Татаринова
Научный руководитель – Л. А. Герасимова
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОЩАДИ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ПО Г. КРАСНОЯРСКУ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 20 ЛЕТ

Важным показателем состояния комфортности урбанизированных территорий является обеспеченность жителей озелененными территориями всех категорий, благодаря которым складывается интегральный средозащитный и эстетический эффект. Интенсивное жилое строительство в ряде микрорайонов на окраинах и «перегрузка» центральной деловой части города торгово-развлекательными комплексами и деловыми центрами при сокращении «зеленых» зон привело к ухудшению экологической обстановки и негативным последствиям в области транспортной инфраструктуры.

Размещение в плане города различных категорий насаждений находится в прямой зависимости от их функции: для создания условий отдыха городского населения, для защиты города от сильных ветров или защиты жилых районов от отходов промышленных предприятий, для улучшения микроклиматических условий, для украшения городских улиц, площадей и кварталов.

Насаждения общего пользования внутри города должны быть размещены равномерно по отдельным районам, пропорционально плотности населения в каждом из них, на расстоянии от жилья, позволяющем всему населению пользоваться ими при минимальной затрате времени на передвижение до этих насаждений.

Для равномерной обеспеченности города насаждениями недостаточно создать примерно равные по пло-

щади зеленые массивы с определенными интервалами, так как различные районы города имеют далеко не одинаковую плотность населения, а площадь насаждений должна быть прямо пропорциональна количеству населения в данном районе. Кроме того, в некоторых районах города обычно сосредоточены крупные учреждения, промышленные предприятия, вокзалы, большие магазины и т. д. В связи с этим в таких районах скапливается большое количество людей, значительно превышающее число постоянных жителей.

Важным показателем состояния комфортности урбанизированных территорий является обеспеченность жителей озелененными территориями всех категорий, благодаря которым складывается интегральный средозащитный и эстетический эффект. Анализ исследований и результаты практической апробации показа-

ли, что достичь желаемого уровня комфортности в промышленных городах Сибири возможно при общей площади зеленых насаждений не менее 30% от площади городских земель.

Основной состав древесных растений в озеленении города в настоящее время представлен ограниченным числом видов: тополь бальзамический составляет 42; яблоня сибирская – 11, вяза (мелколистный, приземистый, перистоветвистый) – 8, лиственница сибирская – 11, береза повислая – 8, клен ясенелистный – 6, ели сибирская и европейская – 5, липа мелколистная – 5 и прочие виды – 4 %. При этом анализ видового состава зеленых насаждений показал, что с учетом коллекций ботанических садов и дендрариев ассортимент древесных растений в озеленении города представлен достаточно разнообразно (более 400 видов и разновидностей).

В первом десятилетии XXI века облик исторической части города значительно изменился и частично пострадал от плотной бесконтрольной «точечной» застройки многочисленными офисными и жилыми зданиями.

Особую роль в жизни города играют древесные насаждения, которые помогают очищать город от пыли и насыщать воздух кислородом. В городе на данный момент идет работа по высаживанию цветов, клумб, цветочно-растительных фигур, газонов, которые в действительности не дают необходимого экологического эффекта.

Кустарники закатывают под асфальт при расширении дорог, деревья срубают при постройке новых

зданий. Например, район Взлетки и Северного на данный момент полностью застроен по сравнению с 1990 и 2000 годами, когда там еще находились деревья и кустарники. Опрос жителей разных районов показал, что растительность по городу значительно уменьшилась, особенно за последнее десятилетие. Особо «пострадали» районы, где был произведен снос деревянных зданий с прилегающими садами и застройка площадей торговыми центрами и жилыми комплексами – Северный, Взлетка, Центральный районы. Также повсеместное расширение дорог за счет газона и деревьев рядом с проезжей частью значительно уменьшило количество зеленых объектов на карте города.

Исследование показывает, что в настоящее время озелененность территории города составляет 60 % от оптимального соотношения площади застроенных и «зеленых» территорий. Недостаток озеленения общего пользования составляет 67 % от существующих и 75 % от перспективных нормативов. Требуется проведение работ по расширению озелененных территорий общего пользования дополнительно на 2,0 тыс. га.

Анализ развития и современного состояния озеленения Красноярска показал, что зеленые насаждения города представляют собой не систему озеленения, а лишь совокупность парковых, линейных, дворовых, санитарно-защитных территорий, не обеспечивающих формирование благоприятной экологической обстановки в различных зонах города.

© Осина А. А., Татаринова Я. В., 2012

УДК 621.45.04.4

Н. Г. Останина

Научный руководитель – М. В. Кубриков

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

ВОЗДЕЙСТВИЕ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ НА ОЗОНОВЫЙ СЛОЙ

Описывается процесс разрушения озонового слоя. Влияние ракетно-космической техники на верхнюю атмосферу Земли.

Озоновый слой – это широкий атмосферный пояс, простирающийся на высоте от 10 до 50 км над поверхностью Земли. Химически озон – это молекула, состоящая из трех атомов кислорода (молекула кислорода содержит два атома). Вопросам разрушения озонового слоя Земли уделяется большое внимание. Озоновый слой, несмотря на малые размеры, играет огромную роль в сохранении жизни на Земле. Он поглощает наиболее жесткую и опасную часть ультрафиолетового излучения, которое губительно действует на все виды бактерий и планктон, т. е. на основании всей биологической пирамиды. Нарушение первичного элемента экопирамиды вызовет гибель морской флоры и фауны. Фитопланктон перерабатывает углекислый газ и высвобождает чистого кислорода больше, чем все леса планеты. Уменьшение фитопланктона приведет к тому, что в атмосфере будет оставаться лишний углекислый газ и Земля задохнется.

Кроме того, от воздействия ультрафиолетового излучения происходят мутации флоры и фауны, сельскохозяйственных культур и домашних животных, нарушается иммунная система человека, увеличивается рост раковых, инфекционных и вирусных заболеваний. Всё это происходит потому, что жизнь на планете адаптирована только к мягкому спектру ультрафиолетового излучения Солнца [1].

Уменьшение озонового слоя приведёт к увеличению нагрева Земли, усилению ветра, наступлению пустынь и резкому изменению климата.

Разрушение озонового слоя – это разрушение молекул озона, которое вызывают встречаемые в стратосфере вещества, разрушающие озоновый слой, возникающие в результате природных процессов (например, извержения вулканов) или эмитированные (высвобожденные) в результате деятельности человека, и содержащие хлор или бром; а также метан или оксид азота.

При запуске ракет в атмосферный газ выбрасывается большое количество молекул воды, они разрушают озоновый слой, а в ионосфере образуются дыры диаметром в сотни километров. Под озоновой дырой понимают пространство в ионосфере, характеризующееся понижением концентрации озона. Так как воды на больших высотах нет, то даже сам факт её появления в ионосфере становится фактом загрязнения природной среды и нарушением естественного равновесия. Могут возникнуть искусственные облака и зоны пониженной плотности, что вызывает нарушение связи.

Разрушение озонового слоя, при запусках космических ракет, образование озоновых дыр совпадает с началом полётов «Шаттлов». В результате полётов «Шаттла», стратосферных самолётов, запусков ракет и использования фреонов к настоящему времени произошло истощение озонового слоя на 8–9 %. Трёхсот запусков «Спейс Шаттла» достаточно, чтобы полностью уничтожить озоновый слой Земли.

Степень воздействия запусков ракет-носителей (РН) на приземную атмосферу и озоновый слой характеризуется следующими основными показателями:

- уменьшение стратосферного озона при пусках носителей на жидкостных ракетных двигателях (ЖРД) составляет в зависимости от класса носителя 0,00002–0,003 % по отношению к общему уровню его разрушения;

- доля оксидов азота, выбрасываемых при пусках ракет-носителей, весьма мала и составляет менее 0,01 %;

- выбросы в атмосферу углекислого газа составляют не более 0,00004% выбросов этого вещества другими антропогенными источниками.

Таким образом, воздействие продуктов сгорания ракетного топлива на нижние и средние слои атмосферы существенно ниже по сравнению с другими техногенными источниками загрязнения. Вместе с тем предприятия ракетно-космической промышленности продолжают работы, направленные на снижение негативного влияния пусков ракетной техники на приземную атмосферу [2].

Исследования показывают, что запуски ракет-носителей оказывают определенное воздействие на верхнюю атмосферу. При этом могут изменяться ее химический состав и проявляться динамические, тепловые, электромагнитные эффекты воздействия. Данные зондирования показывают, что после запуска ракеты-носителя в течение примерно 1 ч происходит частичная перестройка структуры ионосферы на расстояниях до 2 тыс. км, которая проявляется в возникновении волновых возмущений ионосферы различного масштаба.

В результате работы двигателей ракет «Протон» и «Шаттл» являются пары воды. Ракета «Протон» вы-

брасывает также значительное количество двуокиси углерода, а «Шаттл» – хлора и его соединений; на высотах более 100 км молекулы воды довольно быстро разлагаются, образуя водород, количество которого даже от одной ракеты сравнимо с его глобальным естественным содержанием; водород распространяется на расстояния в десятки тысяч километров, образуя грибовидное облако, в котором содержание атомов водорода превышает фоновое на проценты в случае полета ракеты «Протон» и на десятки процентов в случае полета ракеты «Шаттл» на 5 и 10 суток, соответственно; при периодически повторяющихся пусках ракет «Протон» с интервалом в пять суток устанавливается стационарный глобальный избыток антропогенного водорода порядка 5–10 %, при пусках ракет «Шаттл» в том же режиме избыток составляет 20–40 %.

Однако эта проблема существует не сама по себе, проблема сохранения озонового слоя органически связана с более общей проблемой сохранения верхней атмосферы. Несомненно, озон следует рассматривать как одну из составляющих верхней атмосферы, поведение которой прямо зависит от состояния среды в целом. Продукты выбросов ракет «Протон» и «Шаттл» показывает, что в результате работы ракетных двигателей образуются практически все те вещества, которые обуславливают гибель озона в естественных условиях. Однако наиболее важными из них являются окись азота и хлор с его соединениями. Последние образуются только в результате работы твердотопливных двигателей [3].

Полное исчезновение озонового слоя означало бы полное прекращение высших форм жизни на планете. Потому сохранение озонового слоя – глобальная задача человечества. Однако до сих пор действующих средств защиты озонового слоя от воздействия ракет-носителей, от выбросов продуктов сгорания ракетного топлива в атмосферу пока нет.

Библиографические ссылки:

1. Хотунцев Ю. Л. Разрушение озонового слоя // *Экология и экологическая безопасность : учеб. пособие. 2-е изд. М. : Изд. центр «Академия», 2004. С. 167–174.*
2. Черников В. Атмосфера требует покоя // *Природа и человек. Свет. 2006. № 9. С. 8–10.*
3. *Экологические проблемы и риски воздействия ракетно-космической техники на окружающую природную среду : справ. пособие / под общ. ред. В. В. Адушкина, С. И. Козлова и А. В. Петрова. М. : Изд. «Анкил», 2000. 640 с.*

© Останина Н. Г., 2012

УДК 54.064

В. А. Яманчев, Е. А. Шапка
 Научный руководитель – О. В. Кемер
 Ульяновское высшее авиационное училище гражданской авиации (институт), Ульяновск

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОЧВ АЭРОДРОМНЫХ КОМПЛЕКСОВ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

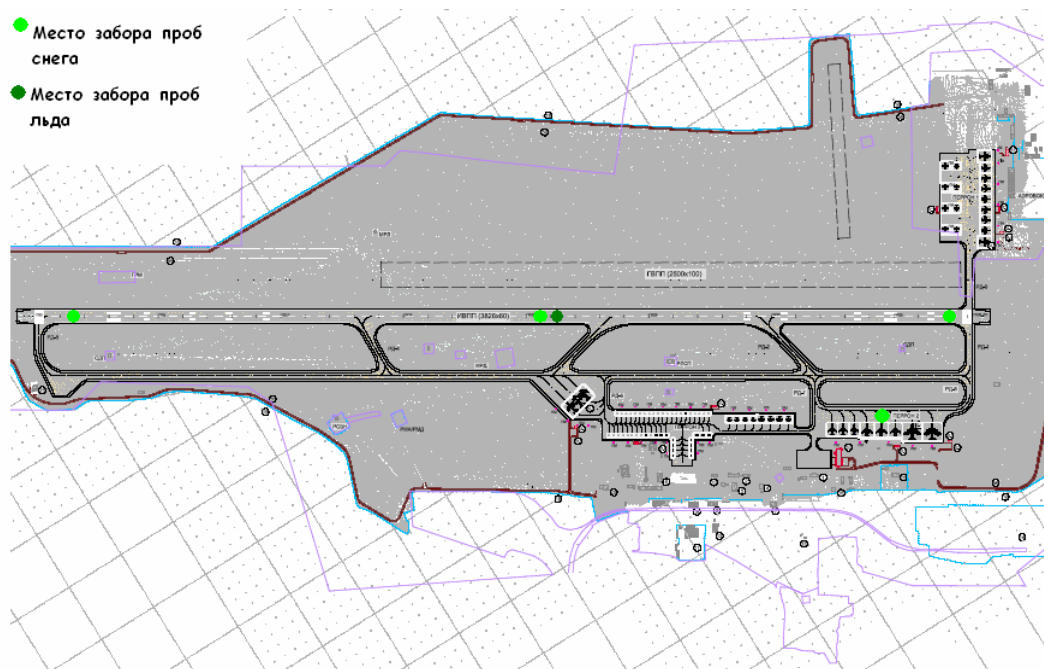
Представлены результаты анализа степени закисления (защелачивания) почв аэродромного комплекса Ульяновск-Баратаевка методами экологического мониторинга, экспресс-анализа и pH-метрии.

На рубеже XX и XXI столетий человечество осознало, что природные ресурсы планеты ограничены и усиление загрязнения окружающей среды вредит здоровью нынешнего поколения. Проблемы защиты атмосферы и Мирового океана от загрязнения, сохранения растительности как основного источника кислорода, рационального использования земельных и водных ресурсов, без которых невозможно существование человека на Земле, сегодня являются глобальными.

Химическое загрязнение почв авиатранспортом происходит вследствие работы двигателей (основных и вспомогательных), обеспечивающих эксплуатацию воздушных судов. В результате сжигания ископаемого топлива с целью получения энергии происходит выделение и выброс в атмосферу отработавших газов, которые через миграцию попадают в почву [1]. Обра-

зование и выделение загрязняющих веществ (ЗВ) в авиадвигателях всех типов, использующих углеводородное топливо, зависит от режима их работы. Выбросы CO_2 и SO_2 связаны с расходом углеводородного топлива двигателями на соответствующих режимах. Выбросы CO , C_nH_m , NO_x зависят от большого числа переменных, но общая зависимость определяется значением тяги.

Целесообразным представилось выполнение заборов проб снеговых отложений и почвенного покрова на территории аэродромного комплекса Ульяновск-Баратаевка (рисунок) и проведение качественного анализа почв и снегового покрова на основные загрязняющие вещества, выделяемые при горении авиационного топлива, а также качественного анализа на кислотность (pH) [2].



Места забора проб на ВПП аэродромного комплекса Ульяновск–Баратаевка

Для анализа кислотности почвы в почвенных пробах аэродрома и приаэродромного района, а также организации контроля почв аэродромного комплекса был использован pH-метр. Показания pH-метра выражаются величиной водородного показателя pH, который определяется как отрицательный логарифм активности ионов водорода. С помощью показателя pH можно определить кислотность почвы, воды, воздуха

и др. Значения показателя кислотности для различных видов почв показаны в таблице.

Анализ данных позволил сделать следующие выводы:

- Наибольшее количество загрязнений находится в нижней части снегового покрова, следовательно, количество загрязняющих веществ зависит от частоты полётов и обработки полосы противогололёдными средствами.

- Наибольшее количество загрязнений находится на концах ВПП.
- Количество загрязняющих веществ зависит от частоты полетов и типа авиадвигателя ВС.

Показатели кислотности для различных видов почв

Почвы	pH
Кислые:	4 и менее
– сильнокислые	4–5
– среднекислые	5–6
– слабокислые	6–7
Нейтральные:	7–8
Щелочные:	8–8,5
– слабощелочные	8,5 и более
– среднещелочные	
– сильнощелочные	

По полученным данным зависимости кислотности почв от количества загрязняющих веществ можно вычислить экономические составляющие для устранения загрязнения, а также предложить рекомендации по приведению кислотности почв к приемлемому уровню [3].

Библиографические ссылки

1. Николайкина Н. Е., Николайкин Н. И., Матягина А. М. Промышленная экология: Инженерная защита биосферы от воздействия воздушного транспорта : учеб. пособие. М. : Академкнига, 2006. 239 с.
2. Яманчев В. А. Исследование загрязненности почвы у аэропортов с применением метода экологического мониторинга pH-метрии // Гражданская авиация: XXI век : сб. материалов II Междунар. молодеж. науч. конф. 12–13 апреля 2010 г. / под общ. ред. Н. У. Ушакова. Ульяновск : УВАУ ГА(И), 2010. 245 с.
3. Яманчев В.А. Исследование загрязненности почвы у аэропортов с применением метода экологического мониторинга pH-метрии // Молодежный инновационный форум Приволжского федерального округа : сб. аннотаций проектов. Ульяновск : УлГТУ, 2010. 347 с.

© Яманчев В. А., Шапка Е. А., 2012

УДК 669.713.7

В. Н. Вальмиспилд
Научный руководитель – Н. Н. Шаталова
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ГАЛЬВАНОКОАГУЛЯЦИОННОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОАО «КРАСНОЯРСКИЙ ЗАВОД ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ»

С развитием промышленного сектора одним из актуальных является вопрос об очистке промышленных сточных вод. Ухудшающаяся экологическая ситуация вынуждает ужесточить требования к сбросу сточных вод предприятий. Таким образом, целью работы является анализ наиболее эффективного метода очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов, взвешенных веществ и ряда других загрязняющих веществ – ультразвукового гальванокоагуляционного комплекса, на примере предприятия ОАО «Красноярский завод цветных металлов».

В результате использования воды в технологических процессах на ОАО «Красцветмет» образуется огромное количество сточных вод, содержащих вредные примеси, которые необходимо удалять перед сбросом в водные объекты.

Решение этой задачи достигается путем использования ряда методов (механических, химических и физико-химических) с применением инновационного оборудования с высокой эффективностью очистки [1].

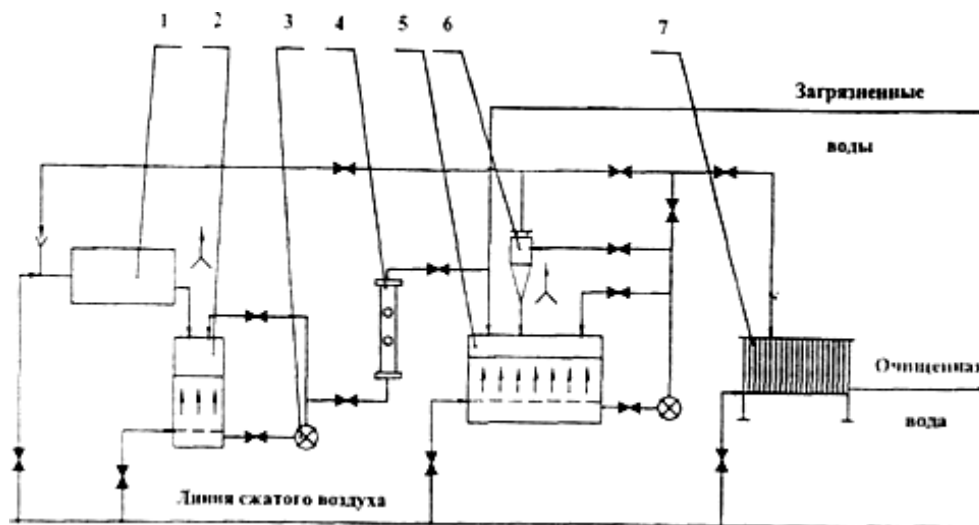
В последние годы, ведущие российские фирмы разработали, запатентовали и выпускают водоочистное оборудование новых конструкций, отличающиеся улучшенными характеристиками.

Ведущими российскими организациями являются Научно-производственная фирма «Эко-проект» (г. Екатеринбург), Научно-производственное предприятие «Машпром» (г. Екатеринбург), ЗАО «Уралставан-инжиниринг» и ряд других ведущих компаний, специализируемых на очистке сточных и оборотных вод, промышленных и ливневых сточных вод.

В результате проведенного литературного обзора широкое распространение в настоящее время (в соответствии с рекомендациями ЮНЭСКО) получил гальванокоагуляционный способ очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов, взвешенных веществ и других загрязняющих веществ.

Для реализации этого способа традиционно применяются проточные аппараты барабанного типа (гальванокоагуляторы), работающие в непрерывном режиме. В этих аппаратах использован метод микроферритизации с использованием магнетита, получаемого электрохимическим путем непосредственно во вращающихся барабанах. В основе процесса лежит принцип работы короткозамкнутого гальванического элемента «железо-медь» или «железо-кокс», помещенного в очищаемый раствор [2].

Применение ультразвукового гальванокоагуляционного комплекса (УГК) позволило увеличить степень очистки воды от ионов тяжелых металлов в 2,5–4 раза.



Технологическая схема УЗ гальванокоагуляционной очистки воды:

1 – гальванокоагулятор; 2 – скрапоуловитель; 3 – насосный блок; 4 – УЗ реактор;
5 – реакционная камера; 6 – гидроциклон; 7 – рамный фильтр-пресс

Экспериментально выявленное существенное повышение активности наработанных в гальванокоагуляторе кристаллов оксидных соединений при ультразвуковом (УЗ) воздействии позволило разработать новую технологию очистки значительных объемов загрязненных вод в специальных реакционных аппаратах [3]. При этом железосодержащий гальванокоагулянт (ГК), в основном магнетит, нарабатывается в результате работы гальванокоагулятора.

Результаты очистки сточных вод с помощью УЗ-гальванокоагуляционного комплекса

Компонент, подлежащий извлечению	Концентрация, мг/дм ³	
	исходная	конечная
Cr ³⁺	30,0	0,24
Cr ⁶⁺	200,0	0,1
Fe	5,2	0,1
Ni	0,3	0,03
Cu	0,6	0,02
Zn	1,75	0,1
F	60,0	1,5
Сульфаты	3015,0	120,0
Хлориды	1645,0	54,0

Принципиальная технологическая схема УЗ гальванокоагуляционной очистки воды от тяжелых металлов, взвешенных веществ и других органических загрязнений представлена на рисунке.

Внедрение данного метода позволит повысить существующую, крайне низкую эффективность очистки промстоков ОАО «Красцветмет» до 99 %.

Библиографические ссылки

1. Аксенов В. И., Галкин Ю. А., Ладыгичев М. Г., Ничкова И. И., Никулин В. А., Аксенов В. В. Водное хозяйство промышленных предприятий : справ. В 2-х кн. Кн. 2 / под ред. В. И. Аксенова. М. : Теплотехник, 2005. 432 с.
2. Очистка и контроль сточных вод предприятий цветной металлургии / М. Т. Баймаханов, К. Б. Лебедев, В. Н. Антонов, А. И. Озеров. М. : Металлургия, 1998.
3. Ультразвуковой гальванокоагуляционный комплекс очистки загрязненных сточных вод/ В. О. Абрамов, Г. Б. Векслер, М. С. Муллакаев и др. // Экология и промышленность России. 2009. С. 46–49.

© Вальмиспилд В. Н., 2012

УДК 669.713.7

М. И. Зырянский

Научные руководители – Н. Н. Шаталова, О. В. Тасейко
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ГАЛЬВАНОКОАГУЛЯЦИОННОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОАО «КРАСНОЯРСКИЙ ЗАВОД ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ»

Актуальность проблемы сохранения водных ресурсов в последнее время не вызывает сомнений. С этим напрямую связана проблема очистки сточных вод. Последним рубежом защиты водных объектов являются городские станции биологической очистки. Одна из основных причин их неудовлетворительной работы – неэффективная работа очистных сооружений, а также отсутствие оборудования для дезинфекции и обеззараживания воды, при которой удаляется значительное количество патогенных микроорганизмов.

Современные гигиенические нормативные документы в различных странах мира регламентируют чрезвычайно высокие требования к качеству питьевой воды. В тоже время применяемые технологические процессы и методы очистки воды, а также традиционные способы обеззараживания не всегда в состоянии обеспечить выполнение современных требований

к качеству питьевой воды и гарантированно защитить население от возбудителей инфекционных заболеваний. Следовательно, необходимо провести анализ методов обеззараживания воды с целью выявления наиболее высокоэффективного метода. В таблице приведен сравнительный анализ методов обеззараживания воды.

Сравнительный анализ методов обеззараживания воды

Способ обеззараживания воды	Суть метода	Достоинства	Недостатки
Хлорирование	Обработка воды хлором и его соединениями, основана на способности свободного хлора угнетать ферментные системы микробов, катализирующие окислительно-восстановительные процессы	Высокая микробиологическая безопасность. Широкий спектр бактерицидной эффективности, устойчивость, контроль над вкусовыми качествами и запахом. Доступность. Универсальность. Простота применения. Дешевизна	Недостаточная эффективность в отношении вирусов. Образование в воде под действием хлора высокотоксичных хлорорганических соединений, обладающих высокой канцерогенностью и мутагенностью
Озонирование	Механизм обеззараживания воды озоном основан на его	Озон обладает высоким вирулицидным действием.	Используется как дополнительный метод после хлорирования

	способности инактивировать сложные органические вещества белковой породы, содержащиеся в животных и растительных организмах. Благодаря сильной окислительной способности, озон разрушает окислительно-восстановительную систему бактерий и их протоплазму. Озон способен обезвреживать и спорообразующие виды бактерий	Высокая скорость обезвреживания	(с целью снижения количества сбрасываемых в водоем хлорорганических соединений) Не обладает длительным бактерицидным действием [1]. Образуются побочные продукты деструкции органических загрязнений. Технически сложный метод, Дорогостоящий. Высокие эксплуатационные расходы
УФ-обеззараживание	Воздействие УФ-излучения с длиной волны 200-300 нм приводит к биохимическим изменениям, летальным для патогенных организмов. Облученные микроорганизмы деактивируются и становятся непатогенными [2]	Высокая эффективность очистки, 99,99-100%. Отсутствие в обработанной ультрафиолетовым излучением воде токсичных и мутагенных соединений. Минимальные временные затраты на обеззараживание. Высокая степень надежности. Низкие эксплуатационные расходы. Компактность. Простота в эксплуатации	Имеются ограничения по качеству поступающей воды, к примеру, отсутствие в воде взвешенных веществ. Отсутствие последствия УФ воздействия

Из проведенного анализа можно сделать выводы, что из рассмотренных методов обеззараживания городских сточных вод в России УФ обеззараживание имеет преимущество как перед хлорированием, так и, особенно, перед озонированием.

Библиографические ссылки

1. Алексеева Л. П., Драгинский В. Л. Озонирование в технологии очистки природных вод // Водоснабжение и санитарная техника. 2007. № 4. С. 25–30.

2. Мочалов И. П., Родзиллер И. Д., Жук Е. Г. Очистка и обеззараживание сточных вод малых населённых мест: в условиях Крайнего Севера : учеб. пособие Л. : Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1991. 160 с.

© Зырянский М. И., 2012

УДК 669.713.7

С. А. Ильяшевич

Научные руководители – Н. Н. Шаталова, О. В. Тасейко
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТЕНДА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА

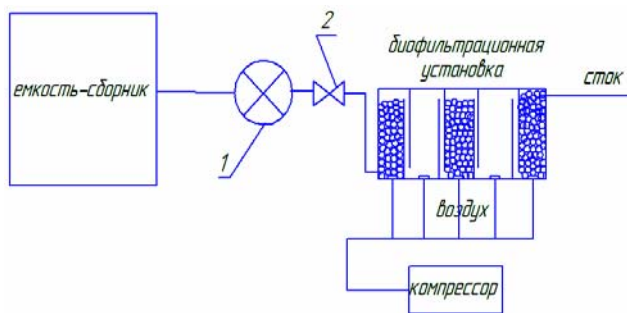
В ряду экологических проблем вопросы сохранности водных ресурсов имеют первостепенное значение. Сброс неочищенных и недостаточно очищенных сточных вод в поверхностные водные объекты ухудшает их состояние. Таким образом, целью данной работы является проектирование лабораторного стенда, с помощью которого возможно будет изучить конструкцию и работу очистного сооружения, а также проводить экспериментальные исследования по очистке воды.

Загрязнение поверхностных водных объектов биогенными элементами в результате антропогенной деятельности человека является одной из причин деградации естественных водотоков. К наиболее важным биогенным элементам относят соединения азота. Повышение количества азотсодержащих соединений вызывает эвтрофикацию водоемов, которая является следствием избыточного количества питательных элементов в поверхностных слоях воды, что в свою очередь вызывает усиленный рост водорослей и макрофитов. Данная водная растительность мешает прохождению света вглубь водоёма, потребляет растворённый кислород и приводит к разрушению фауны и полному исчезновению рыбы.

Соединения азота применяются как удобрение в с/х; в пищевой, стекольной, металлообрабатывающей промышленности; для получения взрывчатых веществ, ракетного топлива и пиротехнических смесей. В Красноярске источниками сброса сточных вод с повышенным содержанием соединений азота являются КрАЗ, Завод цветных металлов, КрасМаш.

Глубокое и всестороннее изучение вопроса удаления из воды биогенных элементов ведётся уже много лет различными специалистами в этой области наук многих стран мира [1]. Экологически чистые и эффективные методы биологической очистки требуют создания и внедрения новых очистных сооружений. Вопросы очистки сточной воды от данного биогенного

элемента изучены достаточно слабо, что обуславливает актуальность проектирования данного стенда по очистке воды от соединений азота, ХПК и БПК.



Технологическая схема экспериментальной биофильтрационной установки: 1 – насос; 2 – клапан

Для решения поставленной задачи наиболее эффективно использовать биофильтрационную установку. Установка представляет собой прямоугольный резервуар, разделенный на 5 последовательно расположенных вертикальных секций, оснащенных индивидуальными системами аэрации. Предлагаемая биофильтрационная установка представлена на рисунке.

В качестве загрузки используется керамзит, средний диаметр частиц которого составляет 10 мм, с нанесенной биопленкой. Большая удельная поверхность, наличие системы внутренних пор, доступность, низкая стоимость и биологическая нейтральность керамзита обуславливают распространение его использования в качестве материала для иммобилизации. Керамзитом заполняется первая, третья и пятая секции биофильтра, вторая и четвертая секции остаются незаполненными.

Таблица 1

Качество сточных вод до и после использования биофильтрационной установки

№	Вещество	Концентрация, мг/л		ПДК _{рх} , мг/л	Эффективность, %
		До очистки	После очистки		
1	БПК	73–250	5,5–8,8	66	96
2	ХПК	100–340	3–7,5	50	
3	Азот аммонийный	30–55,75	1,5–2,23	2	
4	Азот нитритов	1,5–5,5	0,05–0,14	1	
5	Азот нитратов	80–261,5	6,5–10,46	9	

Таблица 2

Анализ эффективности очистки сточных вод от соединений азота в биофильтрационной установке

Время пребывания воды в биофильтре, ч	Эффективность, %
3	26,4
6	96
8	66
12	60,5

Биопленка на поверхности керамзита образуется в результате добавления различных биопрепаратов. В данной работе предлагается использовать жидкий концентрат нитрифицирующих штаммов бактерий рода *Nitrosomonas* и *Nitrobacter* [1]. Эти бактерии снижают азотную токсичность сточных вод, активно расщепляя аммоний, функционируют в пределах pH 6,0–9,0 в диапазоне температур от 5 до 40 °C.

Время непрерывной работы составляет 70 суток. После чего керамзит извлекают, удаляют накопленную биомассу и утилизируют сжиганием. Далее керамзит промывают, и восстанавливают биопленку для повторного применения в биофильтре добавлением биоактиваторов [2]. Эффективность очистки зависит

от времени работы установки, и максимального значения 96 % достигает через 6 часов.

Библиографические ссылки

1. Лабораторные работы по экологии : учебное пособие / Н. А. Амиханова, В. В. Белоногов, Л. С. Беляева и др. Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. 2-е изд. перераб. и доп. Уфа, 2002.
2. Биофильтрация сточных вод для комплексного удаления органических веществ и аммонийного азота / Т. В. Кирилина, А. С. Сироткин, Г. И. Шагинурова, Л. И. Сейтбапова // Экология и промышленность России. 2010. № 9. С. 14–17.

© Ильяшевич С. А., 2012

УДК 574.24

*И. Г. Канашина

Научные руководители – **О. В. Тасейко, *Ю. Д. Иванова

*Сибирский федеральный университет

**Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск**ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА РАСЧЁТА РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА
(НА ПРИМЕРЕ Г. КРАСНОЯРСКА)**

Целью данной работы является разработка автоматизированного инструмента для оценки и управления рисками здоровью населения г. Красноярска от загрязнения атмосферного воздуха. Построены карты канцерогенных и неканцерогенных рисков от основных загрязняющих веществ, определяемых на постах государственной сети наблюдений. Показано, что при совместном действии загрязняющих веществ, обнаруживаемых в атмосфере Красноярска, большая часть города находится в зоне среднего риска.

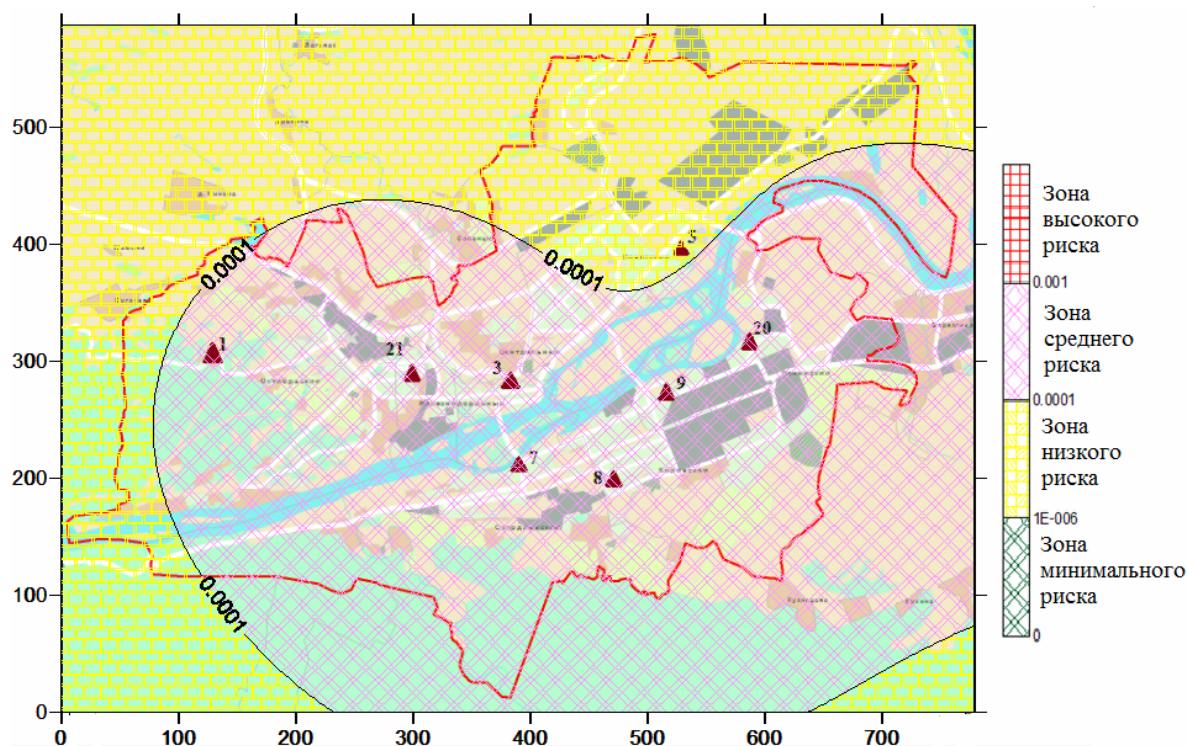
В настоящее время в большинстве стран мира в качестве главного механизма разработки и принятия управленческих решений на всех уровнях, начиная с международного и заканчивая отдельным производством или другим потенциальным источником загрязнения окружающей среды, рассматривается концепция оценки риска. Данная методология анализа рисков позволяет проводить оценки и сравнения воздействия на окружающую среду и здоровье человека неблагоприятных факторов. Методология оценки и сравнения рисков в настоящее время является официально признанным Министерством здравоохранения методом анализа, утверждённым в «руководстве по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» [1].

Для того чтобы правильно оценить риски для здоровья человека от загрязнений, необходимо учитывать информацию о множестве загрязнителей и путях поступления веществ в организм человека. Данная

информация позволит оценить соответствующие риски, отражающие экологические проблемы региона.

Оценка риска представляет собой процесс установления вероятности развития и степени выраженности неблагоприятных последствий для здоровья человека или здоровья будущих поколений, обусловленных воздействием факторов среды обитания.

В целом данный анализ проводится как для всех подвергшихся воздействию людей (популяционный риск), так и для отдельно взятого экспонируемого индивидуума (индивидуальный риск). Также известно, что некоторые из загрязнителей обладают канцерогенным эффектом, то есть способствуют появлению злокачественных новообразований. Проще говоря, определенные концентрации таких веществ, поступающих в организм тем или иным путем, могут привести к заболеванию раком или появлению опухолей. Величина популяционного риска – есть предполагаемый годовой уровень заболеваемости раком.



Распределение областей суммарного канцерогенного риска

В большинстве региональных проектов сравнительного анализа оцениваются как индивидуальные риски, так и для всего населения (популяционные), но в большинстве исследований больше доверяют оценкам популяционного риска в окончательном ранжировании проблем региона для канцерогенных рисков.

Для количественной оценки рисков использовались данные с 8 постов наблюдения за загрязнением атмосферы Красноярского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды с региональными функциями. На постах регистрируют 4 наименования веществ обладающих канцерогенным действием, и 12 – не обладающих канцерогенным действием.

Так как в воздухе содержится несколько загрязнителей одного типа, то и риск надо оценивать по совокупности всех веществ данного типа, например канцерогенов. Большая часть нашего города находится в зоне среднего риска, который является приемлемым только для рабочей зоны, но не для жилой (см. рисунок).

Но, к сожалению, так как такой подход к оценке качества воздуха используется мало, то соответствен-

но и специально предназначенных для решения такого рода задач программных средств не разрабатывалось. Поэтому, чтобы облегчить задачу специалистам занимающимся оценкой рисков, планируется разработать программное обеспечение, обладающее пользовательским интерфейсом, позволяющее автоматизировать процесс расчёта необходимых значений. Это программное обеспечение будет включать в себя базу данных, где будут храниться значения концентраций загрязняющих веществ в воздухе и их предельно-допустимые концентрации, а также сама программа, для расчета рисков. Данная программа позволит не только упростить процесс оценки качества воздуха с позиции здоровья человека, но и наглядно оценивать изменения показателей, как во времени, так и в пространстве.

Библиографические ссылки

1. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду.

© Канашина И. Г., 2012

УДК 504.054

И. В. Копытов, А. А. Полещук, Я. В. Бойкова
Научные руководители – М. В. Чижевская, В. А. Миронова
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ЗАГРЯЗНЕНИЕ НЕФТЕПРОДУКТАМИ ПОЧВ, ПОДВЕРЖЕННЫХ РЕГУЛЯРНОМУ ЗАТОПЛЕНИЮ

Проведен химический анализ почв прибрежных территорий г. Красноярска на присутствие нефтепродуктов (суммарная концентрация). Дана сравнительная оценка степени загрязнений береговой линии различных административных районов.

Загрязнение Енисея нефтепродуктами, попадающими в реку из промышленного ливневого коллектора, приводят к выбросу нефтепродуктов на береговую линию, и, как следствие, к вторичному загрязнению почвенного покрова. Такие загрязнения, имеющие, как правило, конкретный источник, создают значительную единовременную нагрузку на почву, воду, биологические объекты, нанося порой большой ущерб народному хозяйству и природе.

Предельно допустимые концентрации нефтяных загрязнений в почвах зависят от вида нефтепродуктов (НП) и составляет для почвы 0,1 мг/кг. Однако ПДК суммарного содержания нефтепродуктов в почве не стандартизовано.

Целью исследования являлось определение количества нефтепродуктов, как компонентов вторичного загрязнения в поверхностных слоях почвы.

Исследования проводились в четырех районах г. Красноярска. Почвенные образцы были отобраны с прибрежных территорий, подвергающихся ежегодному затоплению во время разливов р. Енисей. Отбор проб производился с шести площадок, расположенных вдоль берега Енисея: около парка ДК 1 Мая, район нефтебазы, ул. Крайняя, о. Татышева, о. Отдыха, около Центрального парка культуры и отдыха

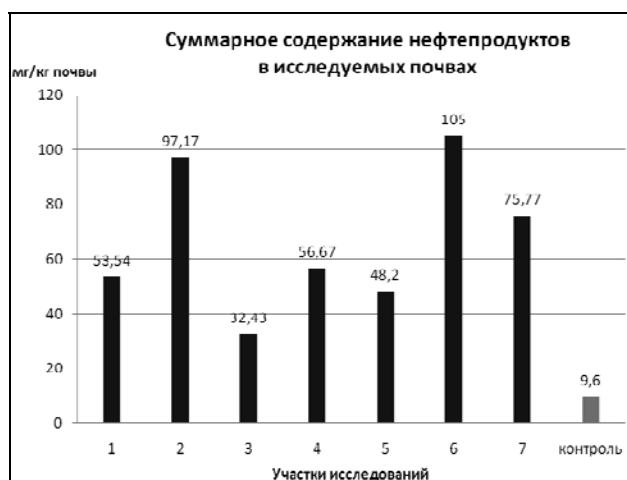
(ЦКПО). В качестве контроля была отобрана почва с территории ГПЗ «Столбы».

Для определения концентрации нефтепродуктов в почвах использовался флуориметрический метод измерения массовой доли нефтепродуктов в почве с помощью «Флюората – 02м».

Согласно нашим исследованиям, наибольшее содержание нефтепродуктов в почве наблюдается в районе ул. Крайняя – 105 мг/кг почвы (см. рисунок). Это обусловлено тем, что выше по течению располагается территория Нефтебазы. Так же рядом протекает крупная транспортная развязка, находится зона отдыха местных жителей и активная стройка нового микрорайона. В районе улицы Крайняя так же наблюдается географическое сужение реки Енисей, что тоже является причиной загрязнения прибрежной зоны.

На втором месте по уровню загрязнения находится о. Отдыха – 97,17 мг/кг почвы. Во-первых, через сам остров проходит транспортная развязка, ведущая в микрорайон Пашенный. Во-вторых, на Абаканской протоке была создана искусственная заводь, что привело к застоям воды. В-третьих, в искусственной заводи располагаются лодочная станция, городской пляж и место несанкционированного мытья машин горожан. И в-четвертых, на берегу заводи идет строи-

тельство двух новых микрорайонов Утиный плес и Белые росы, на территории которых постоянно работает тяжелая техника.



Суммарное содержание нефтепродуктов в исследуемых почвах (мг/кг почвы):

1 – ЦПКО; 2 – о. Татышева; 3 – о. Татышева; 4 – Стрелка; 5 – район Нефтебазы; 6 – ул. Крайняя; 7 – ДК 1 Мая; контроль – ГПЗ «Столбы»

На участках ЦПКО, о. Татышев, Стрелка и Нефтебаза были определены содержания нефтепродуктов в почве 53,54 мг/кг почвы, 32,43 мг/кг почвы, 56,67 мг/кг почвы, 48,2 мг/кг почвы, соответственно. Такие

показатели обусловлены тем, что рядом находятся крупные транспортные развязки, места несанкционированного мытья машин. На некоторых участках реки Енисей (возле ЦПКО и Стрелка) скорость течения гораздо ниже, чем по всей ее протяженности, что обуславливает застой воды.

Стоит отметить, что даже на территории заповедника «Столбы» выявлена суммарная концентрация нефтепродуктов, равная 9,6 мг/кг почвы. Это можно объяснить тем, что заповедник находится в черте города, а так же рядом с заповедником проходит федеральная трасса.

Наши исследования показали, что почвы береговой линии, подвергающиеся периодическому затоплению, загрязнены нефтепродуктами.

В почвах исследуемых участков суммарная концентрация нефтепродуктов варьирует от 32 до 105 мг/кг почвы.

Степень вторичного загрязнения данных участков нефтепродуктами связаны с такими факторами, как близкая расположенность к большим транспортным развязкам и предприятиям, использующим и транспортирующим ГСМ, несанкционированная мойка машин в р. Енисей, разовые утечки с мест хранения нефтепродуктов, застойность вод.

© Копытов И. В., Полещук А. А.,
Бойкова Я. В., 2012

УДК 658/562:621.396:681.5

В. В. Курчапов, Ю. С. Коннова, Д. И. Кузьминов
Научный руководитель – В. М. Ильин

Ульяновское высшее авиационное училище гражданской авиации (институт), Ульяновск

ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ

Рассмотрены ядерно-физические методы обнаружения взрывчатых веществ, используемые в современных рентгенотелевизионных установках. Определены положительные и отрицательные стороны данных методов. Предложена комплексная система выявления взрывчатых веществ.

Противодействие современному терроризму невозможно без оснащения соответствующих служб эффективными техническими средствами дистанционного обнаружения скрытых в различных объектах взрывных устройств.

Идея использования методов ядерной физики для обнаружения взрывчатых веществ (ВВ) была предложена в начале 60-х годов. Она базируется на том, что анализируя ядерные излучения можно дистанционно определить элементный состав исследуемого объекта. Уникальность такого анализа определена тем, что все ВВ имеют сочетание высоких концентраций атомов азота и кислорода [1–2].

Современные рентгенотелевизионные установки (РТУ), оснащенные соответствующими аппаратными и программными средствами обработки информации, рассматриваются в качестве доступного для пользователей оборудования и самых быстрых средств обнаружения ВВ. Привлекательность РТУ также связана с

тем, что кроме ВВ они могут обнаружить другие материалы и предметы, являющиеся объектом интереса служб безопасности, это холодное и огнестрельное оружие, наркотики и другие материалы и предметы, запрещенные к свободному перемещению через контролируемые зоны.

Мировыми лидерами в производстве РТУ являются американские компании EG&G Astrophysics Research Corp., American Science & Engineering Inc., Imatron Inc., Vivid Technologies Inc., Rapiscan Security Products, германская фирма Heimann. В России данные технические средства производят завод НПП «Дельта», НИЦ «Охрана», СНПО «Элерон», «Гротек», НИИИИ МНПО «Спектр», НПО «Код Безопасности», ООО «Диагностика-М» [1–2]. Ими используются различные подходы к решению проблемы обнаружения ВВ.

В настоящее время в РТУ в основном использует шесть ядерно-физических методов выявления ВВ [3]:

- рентгеновский контроль;
- обратное гамма-излучение;
- метод активации тепловыми нейтронами (TNA);
- использование пульсирующего пучка быстрых нейтронов (PFNA);
- ядерный квадрупольный резонанс (NQR, QRA);
- ядерный магнитный резонанс (ЯРМ).

Анализируя вышеперечисленные методы можно прийти к выводу, что ни один из них не может обеспечить полностью автоматизированного обнаружения ВВ со 100 % вероятностью и минимальным количеством ложных тревог. Поэтому, необходимо применять комплексную систему контроля багажа и ручной клади авиапассажиров на наличие ВВ, состоящую из нескольких последовательных барьеров.

1. Первый барьер оснащен РТУ, позволяющими с вероятностью 95 % обнаружить скрытые ВВ за время 6–10 с при допустимой вероятности ложных тревог не более 30 %.

2. Второй барьер предусматривает контроль лишь тех объектов, которые вызвали подозрение на наличие ВВ на первом барьере. Продолжительность контроля на втором барьере допускается до 20 с при вероятности ложных тревог не более 5 % и вероятности правильного обнаружения скрытых ВВ не менее

95 %. К таким установкам относятся, например, компьютерная томографическая системы СТХ-5000, разработанная компанией Invision, США.

3. Третий барьер включает в себя технические средства, способные при участии оператора, за 1–2 мин выявлять наличие ВВ с эффективностью не менее 99 % при вероятности ложных тревог не более 1 %. К таким средствам относятся газоаналитические приборы, способные обнаруживать пары или микрочастицы ВВ в пробах воздуха, отбираемых с помощью специальных приспособлений.

Библиографические ссылки

1. Ольшанский Ю. И. Методы выявления взрывчатых веществ // Системы безопасности, связи и коммуникаций. 1998. Июль–август. С. 49–54.
2. Ольшанский Ю. И. Ядерно-физические методы обнаружения ВВ // Системы безопасности, связи и коммуникаций. 1998. Май–июнь. С. 82–87.
3. Волынский-Басманов Ю. М. Авиационная безопасность : учеб. пособие. М. : НУЦ «АБИНТЕХ», 2009. С. 572–576.

© Курчавов В. В., Коннова Ю. С.,
Кузьминов Д. И., 2012

УДК 504.062.4

М. В. Мельников, К. В. Терещенко, Н. А. Неделин
Научные руководители – М. В. Чижевская, В. А. Миронова, Н. В. Фомина
Сибирский государственный аэрокосмический
университет им. академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

БИОРЕМЕДИАЦИЯ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЕПРОДУКТАМИ

Работа освещает вопросы, касающиеся биологической очистки почв. Проведены исследования, определяющие возможность использования биомассы почвенных водорослей и биопрепарата «Тамир» для биоремедиации (биологической очистки) почв, загрязненных нефтепродуктами.

Почвы вокруг больших городов и крупных предприятий на расстоянии в несколько десятков километров загрязнены многочисленными токсичными веществами. Нефть и нефтепродукты входят в список основных загрязнителей почвы. Загрязнение почв нефтью в местах ее добычи, переработки, транспортировки и распределения превышает фоновое в десятки раз.

Одним из методов очистки почв от загрязнений нефтепродуктов является биоремедиация – комплекс методов очистки вод, грунтов и атмосферы с использованием метаболического потенциала биологических объектов – растений, грибов, насекомых, червей и других организмов.

Целью наших исследований стало определение ремедиационных свойств биомассы почвенных водорослей и биопрепарата «Тамир».

Почвенные водоросли, являясь неотъемлемой частью эдафона (сообщества почвенных организмов), активно влияют на состав и свойства почв, способность почвы к самовосстановлению в результате антропогенных загрязнений.

Препарат «Тамир» – это живое сообщество 86 полезных почвенных микроорганизмов, известных в

мире как «ЕМ» (effective microorganisms), с усиленной способностью к переработке и ферментации органических отходов. Сфера применения препаратов этой серии весьма широка: от возрождения плодородия почвы и утилизации органических отходов до снижения падежа молодняка на животноводческих фермах. Однако, в качестве препарата для утилизации нефтезагрязнений в почве, «Тамир» применялся впервые.

В качестве участка исследований был выбран участок, используемый на протяжении 20 лет, для захоронения отработанного мазута (пос. Кедровый).

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].

Исследования проводили на изолированных почвенных субстратах. Почву, загрязненную нефтепродуктами помещали в стерильные чашки Петри. В первой повторности почвенные образцы (I, II, III) не подвергались никаким воздействиям. Во второй повторности почвенные образцы обрабатывались смешанной культурой почвенных водорослей («I + биомасса», «II + биомасса», «III + биомасса»). Почвенные образцы

третьей повторности подвергались обработке «Тамиром» («I + Тамир», «II+ Тамир», «III+ Тамир»).

На основании проведенного анализа, почвенные образцы ранжированы в зависимости от степени загрязненности нефтепродуктами (см. таблицу).

**Суммарное количество нефтепродуктов (НП)
в исследуемых почвах, мг/кг почвы**

	Контроль	I. «Слабо загрязненный»	II. «Средне загрязненный»	III. «Сильно загрязненный»
До использования биопрепаратов	следы	66,0	118,5	216,2
Применение биомассы почвенных водорослей	-	31,8	78,46	33,3
Применение «Тамира»	-	45,8	0	182,2

Химический анализ почв на суммарное содержание нефтепродуктов проводилось спустя месяц. Разрастания почвенных водорослей в большинстве из образцов были заметны невооруженным глазом.

В ходе нашего исследования, были получены результаты, подтверждающие эффективность использования биомассы почвенных водорослей и препарата «Тамир» для очистки почв от нефтепродуктов (табл.1).

Так, в почвенном субстрате I – «Слабо загрязненный» – при использовании биомассы почвенных водорослей суммарное количество нефтепродуктов снизилось на 51,8%; во II – «Средне загрязненный» – на 33,8 %; в III – «Сильно загрязненный» – на 84,6 %.

Использование «Тамира» также снижает содержание нефтепродуктов в почвах: на 15,7 % в «Сильно

загрязненном» субстрате (III), на 30,6 % – в «Слабо загрязненном» (I), на 100 % – в «Средне загрязненном» (II).

Подобное стимулирование почвенной микробиоты под действием нефти отмечалось ранее рядом исследователей и может быть обусловлено появлением дополнительного источника питания.

Очевидно, что результаты использования дополнительной биомассы и препарата «Тамир» совершенно различны, причина такого различия результатов заключается в первую очередь в различии условий развития почвенных микроорганизмов (агрохимические показатели, наличие почвенных альгофагов и проч.), способствующих биоремедиации загрязненных почв.

В ходе нашей работы, были получены результаты, свидетельствующие о том, что для нейтрализации нефтезагрязнений разного характера, необходимы разные подходы, так например «Тамир», практически полностью редуцировавший почву при среднем загрязнении, показал низкие результаты при более сильном загрязнении.

Исследования показали, что применение биопрепарата «Тамир» и биомассы почвенных водорослей, в качестве агентов биоремедиации целесообразно и имеет ряд преимуществ:

- степень разрушения нефтепродуктов в загрязненных почвах варьирует от 15,7 % до 100 % при использовании биомассы почвенных водорослей и «Тамира»;
- метод биоремедиации не загрязняет экосистему побочными продуктами, не нарушает экологическое равновесие;
- метод является экономически целесообразным.

© Мельников М. В., Терещенко К. В.,
Неделин Н. А., 2012

УДК: 504.75.05

В. С. Мозговой, В. В. Сапичев, В. А. Герасименко, Е. Н. Леонова
Научный руководитель – О. В. Тасейко
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИЗМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ В Г. КРАСНОЯРСКЕ ПОСЛЕ ВВОДА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ЕНИСЕЙСКОГО ЗАВОДА ФЕРРОСПЛАВОВ И ПУТИ ЕЁ НОРМАЛИЗАЦИИ

Дана оценка ингаляционного риска от воздействия выбросов Енисейского завода ферросплавов в атмосферный воздух на жителей города Красноярска.

Красноярск – современный крупный промышленный город, являющийся сложной многокомпонентной урбанизированной экологической системой. Последствия индустриализации привели к тому, что население города на протяжении десятков лет живет в кризисной экологической обстановке, что не может не отражаться на здоровье жителей.

В последнее время, СМИ и население города Красноярска «всколыхнуло» сообщение о строительстве компанией ЗАО «ЧЕК-СУ.ВК» Енисейского ферросплавного завода на площадке ООО «Крастьямаш» [1].

Первый класс опасности. Такая степень присвоена заводу, который построят возле Красноярска. Рядом с городом появится производство марганцевых ферросплавов. Компания «ЧЕК-СУ.ВК», созданная в 2002 году, как закрытое акционерное общество, реализует на территории трех субъектов РФ инвестиционный проект, который предусматривает разработку Усинского месторождения марганцевых руд в Кемеровской области, перевоз этой руды через Хакасию и создание производства ферросплавов на базе завода «Крастьямаш» в Емельяновском районе города Красноярска [1].

В работе были проведены расчеты по данным о загрязняющих веществах атмосферного воздуха г. Красноярска, полученные в Среднесибирском УГМС (Среднесибирское межрегиональное территориальное управление Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды) [2]. Поскольку проектные данные завода рассчитаны за 2010 год [4], была проанализирована ситуация в городе Красноярске за 2010 год без предполагаемых выбросов Енисейского завода и с выбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Оценка влияния загрязняющих веществ проводим согласно методике Руководства по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду [5].

При оценке реальной опасности вредных факторов вследствие хронического воздействия химических веществ опираются, в основном, на два типа возможных эффектов: канцерогенные и не канцерогенные [6].

Результаты оценки неканцерогенного риска.

В условиях однонаправленного суммарного действия загрязняющих химических веществ г. Красноярска, без учета дополнительного влияния выбросов Енисейского завода, **индекс опасности НИ** [5] развития хронических заболеваний органов дыхательной системы равен **5,48**; сердечно-сосудистой системы – **5,55**; ЦНС – **1,83**, ЖКТ – **0,472** за 2010 год. При расчете этих индексов учтен далеко не полный перечень веществ, обладающих неканцерогенным действием и оказывающих влияние на здоровье жителей города.

С учетом дополнительно выделяемых загрязняющих неканцерогенных веществ Енисейским заводом, индекс опасности **НИ** превышает полученные ранее значения и составляет: развития хронических заболеваний органов дыхательной системы равен **21,97**; сердечно-сосудистой системы – **8,49**; ЦНС – **2,242**, ЖКТ – **0,472**.

Результаты оценки канцерогенного риска.

Расчетный уровень индивидуального канцерогенного риска, формирующийся под влиянием выбросов как уже существующих в г. Красноярске заводах, так и после строительства нового, соответствует зоне условно приемлемого риска (индивидуальный риск в течение жизни более 1×10^{-6} , но менее 1×10^{-4}), согласно Руководству [5]. Такой уровень допустимого риска подлежит постоянному контролю и требует дополнительных мероприятий по его снижению [5].

На расчетное число дополнительных случаев возникновения онкологических заболеваний от вышеперечисленных канцерогенных веществ выбросы от строящегося завода не окажут существенного влияния. Как известно, структура заболеваемости за последние 200 лет существенно изменилась. До начала XIX в. доминирующими заболеваниями были острые инфекционные заболевания, травмы и несчастные случаи. В XX веке стала возрастать доля хронических

заболеваний, которые в настоящий момент преобладают [3]. Основанием для такого суждения служат строгая медицинская статистика, говорящая о тенденции к росту заболеваемости на загрязненных территориях и данные научных исследований, направленных на количественное определение связи между загрязнением окружающей среды и его влиянием на организм человека. Экологически-зависимые заболевания в настоящее время занимают лидирующие позиции в городе Красноярске [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]. Появление завода ферросплавов выведет эти показатели на более высокий уровень.

Таким образом, с появлением завода у жителей города Красноярска вероятность возникновения вредных эффектов неканцерогенного типа значительно возрастет, по сравнению с экологической обстановкой в городе Красноярске за 2010 год без влияния загрязняющих веществ Енисейского завода ферросплавов. Так индекс опасности развития болезней органов дыхания увеличится почти в 4 раза, при том, что количества болезней этого класса уже при существующих уровнях воздействия на порядок выше, чем других классов.

Библиографические ссылки

1. URL: <http://www.cheksu.ru/eniseyskiy-ferrosplavnyy-zavod>.
2. «Состояние загрязнения атмосферного воздуха городов на территории Красноярского края, республик Хакасия и Тыва в 2010 г.» : ежегодник. Красноярск, 2011. 119 с.
3. Меньшиков В. В. Концептуальные основы оценки экологического риска : учеб. пособие. М. : Изд-во МНЭПУ, 2001. 44 с.
4. Предпроектные проработки «Обоснование инвестиций в строительство объекта» 2070-ОИ.В-ОВОС. Т. 11. Оценка воздействия на окружающую среду. Редакция 1. Книга 1.1. Пояснительная записка. Новокузнецк, 2010. 277 с.
5. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду.
6. Риск воздействия химического загрязнения окружающей среды на здоровье населения: От оценки к практическим действиям / С. М. Новиков, Т. А. Шашина, И. Л. Абалкина, Н. С. Скворцова ; под ред. Ю. А. Рахманина. М. : Изд. товарищество «АдамантЪ», 2003. 84 с.
7. Статистический бюллетень «Здравоохранение и социальное обеспечение в городе Красноярске в 2010 году». Красноярск, 2011. 14 с.

© Мозговой В. С., Сапичев В. В., Герасименко В. А., Леонова Е. Н., 2012

УДК 504.064.36

К. А. Потемкин, К. В. Радионова, Е. В. Кононова
 Научные руководители – В. А. Миронова, М. В. Чижевская
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА СНЕЖНОГО ПОКРОВА ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Представлены результаты анализа снежного покрова городских почв. Определены некоторые физико-химические показатели, а также суммарная концентрация нефтепродуктов в талой воде.

Определение качественных и количественных характеристик поллютантов снежного покрова не входит в официальный реестр экологического мониторинга городской среды. Однако, благодаря высокой сорбционной способности, снег накапливает в своем составе практически все вещества, поступающие в атмосферу.

Целью данного исследования стало определение возможности использования снежного покрова, в качестве объекта экологического мониторинга городской среды.

Снег отбирали на следующих объектах: «Радиозавод», «КраЗ» (территория), пос. Песчанка, «КрасМаш», ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, ул. Брянская, г. Железнодорожск (ул. Ленина), пос. Элита.

В ходе исследований определялись следующие показатели: органолептические свойства, содержание взвешенных частиц, pH, электропроводимость, окислительно-восстановительный потенциал, содержание ионов хлора, общее железо, жесткость, суммарная концентрация нефтепродуктов. Результаты исследований представлены в таблице.

По количеству взвешенных частиц в талой воде «лидируют» следующие участки отбора проб: «КрасМаш», «КраЗ» (территория), а также транспортное кольцо ул. Брянской (19600, 9260, 9000 мг/л, соответственно). Наименьшее количество взвешенных частиц обнаружено в снеге пос. Элита (240 мг/л).

Электропроводимость раствора характеризует присутствие в осадках ионов электролитов. Самое большое количество ионов содержится на территории «КраЗа», на территории пос. Элита электропроводность талой воды приблизительно в 23 раза меньше, чем на «КраЗе». Самая низкая концентрация ионов наблюдается в пробах, отобранных в г. Железнодорожске – в 33 раза по сравнению с «КраЗом».

На территориях вблизи «КрасМаши», ТЭЦ-2, ТЭЦ-1 и пос. Песчанка приблизительно одинаковая электропроводность – в 7 раз меньше, чем на «КраЗе». Измеренные значения окислительно-восстановительного потенциала подтверждают то, что в талых водах присутствуют и ионы-окислители и восстановители наряду с другими компонентами.

Концентрация ионов железа (общее железо) во всех исследуемых пробах превышает ПДК (0,5 мг/л). В пробах «КрасМаши», г. Железнодорожска общее содержание железа примерно в 5 раз выше, по сравнению с другими объектами. В пос. Песчанка, ТЭЦ-1, ТЭЦ-2 так же наблюдается превышение этого показателя в 3–4 раза по сравнению с районами внутри города.

Содержание нефтепродуктов в снежном покрове меняется в широком диапазоне в зависимости от места отбора пробы (ПДК = 0,1 мг/л). Наибольшая концентрация – пос. Песчанка, наименьшая – пос. Элита и «КрасМаш». Отмечена тенденция к возрастанию этого параметра в остальных районах: г. Железнодорожск, ТЭЦ-2, ТЭЦ-1, ул. Брянская, радиозавод, «КраЗ» (территория). Специализированные предприятия по хранению нефти, нефтебазы, многочисленные автозаправочные станции, выбросы автотранспорта повсеместно способствуют загрязнению вод.

В итоге, по значениям измеренных параметров можно выделить относительно чистые территории – пос. Элита и г. Железнодорожск. В других исследуемых объектах степень загрязнения снежного покрова исследуемых участков возрастает в следующем порядке: «Радиозавод», «КрасМаш», ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, ул. Брянская, «КраЗ» (территория), пос. Песчанка.

Некоторые показатели физико-химического состава городского снега

Место отбора проб	Взвешен. частицы, мг/л	pH	Электропроводимость, $\mu\text{С} \cdot \text{см}^{-1}$	Red-Ox, мВ	Общее железо, мг/л	СГ, мг/л	Общая жесткость, мг-экв./л	НП, мг/л
«Радиозавод»	1870	7	611	154	2	99	2,2	0,218
«КраЗ» (территория)	9260	7,1	1220	156	2,4	313	2,4	0,334
пос. Песчанка	2400	5,6	261	180	8,4	21	0,1	2,56
«КрасМаш»	19600	7,3	173	178	11,1	10	5,5	0,085
ТЭЦ-1	4300	7,8	187	108	6,2	22	2,3	0,173
ТЭЦ-2	3820	8,9	162	173	6,8	27	2,5	0,136
ул. Брянская	9000	11,3	465	54	1,7	31	2	0,187
г. Железнодорожск	1700	6,3	37	182	11,2	5	0,04	0,12
пос. Элита	240	6,7	53	160	2,6	6	0,8	0,03

Таким образом, анализ снежного покрова в целом иллюстрирует характер загрязнений городских территорий. Однако в исследованиях необходимо учитывать, что на состав снежного покрова влияет содержание загрязнителей не только в атмосфере, но и в почве, а также на поверхностях деревьев, зданий, транс-

порта и проч. Очевидно, что экологические исследования снежного покрова перспективны, но требуют более детальной методологической проработки.

© Потемкин К. А., Радионова К. В.,
Кононова Е. В., 2012

УДК 621.311.24

А. Г. Пятков

Научный руководитель – О. В. Тасейко

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

ПОТЕНЦИАЛ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ

Производство энергии – необходимое средство для существования и развития человечества. Однако именно энергетика оказывает наиболее сильное воздействие на окружающую среду, экосистемы и биосферу в целом (изменение климата, кислотные осадки, всеобщее загрязнение среды и другие). Есть источники энергии, которые не загрязняют окружающую среду – альтернативные источники энергии (например, ветрогенераторы). Целью данной работы является анализ возможности использования ветрогенераторов для производства электроэнергии в Красноярском крае.

Ветрогенератор – устройство для преобразования кинетической энергии ветра в электрическую. Их делят на промышленные и домашние (для частного использования). Мощность современных промышленных ветрогенераторов достигает 6 МВт. Домашние отличаются меньшими мощностями, обычно до 1 кВт. Мощность ветроустановки зависит от диаметра пропеллера и скорости ветра. При среднегодовой скорости в 3,5 м/с, характерной для Красноярского края, можно принять, что среднеэнергетическая скорость составит около 5 м/с, а ветряк будет работать треть всего времени [1]. Важнейшая характеристика ветряка – коэффициент использования энергии ветра (КИЭВ). У самых лучших образцов ветряков он достигает 60–80 %, в среднем порядка 40–45 %. Однако, для большинства ветрогенераторов КИЭВ = 35%. Мощность самого ветрогенератора можно рассчитать по формуле [2].

$$P = D^2 V^3 / 7000,$$

где P – мощность [Вт]; D – диаметр винта [м]; V – скорость ветра [м/с].

Энергия ветра имеет множество преимуществ: её выработка не загрязняет окружающую среду, затраты на ресурсы (ветер) отсутствуют, нужно только приобрести сам ветрогенератор и выбрать эффективно место его размещения. Однако есть сложности использования ветра. Во-первых, это непостоянство и локальный характер ветра. Во-вторых, энергия ветра

имеет кубическую зависимость от скорости, это значит, что если при средней скорости ветра 3 м/с ветряк выработает 400 кВт·ч, то при 4 м/с он уже будет вырабатывать уже 1500 кВт·ч. В итоге при незначительном увеличении скорости ветра значительно возрастает эффективность ветроустановки. Известно, что заметный рост скорости ветра наблюдается до 300–350 метров над землей. Поэтому есть необходимость строить ветряки большей высоты, но это приводит к увеличению затрат на строительство и безопасность такого сооружения. В-третьих, несовершенство техники (трение, нагрев проводов при передаче энергии, снижение емкости аккумуляторов и прочее) снижает эффективность ветрогенераторов.

Использование энергии ветра имеет значительный потенциал. Согласно публикации 10 всемирной ветроэнергетической конференции суммарно все турбины, установленные в мире на конец 2010 г., вырабатывают 430 ТВт·ч электроэнергии [3]. Это 2,5 % от общего числа вырабатываемой электроэнергии в мире. Этого объема вполне хватит, чтобы питать Великобританию с населением в 60 млн. человек. Дания 21 % электроэнергии получает при помощи ветроэнергетики (1 место) [3]. Россия же занимает только на 56 месте по общей выработке ветроэнергии [3].

Если проанализировать статистику скорости ветра в Красноярском крае [4], то можно выделить несколько областей с наибольшими значениями силы ветра (см. таблицу).

Скорость ветра некоторых районов Красноярского края

Область	Средняя скорость ветра, м/с		Повторяемость различных градаций скорости ветра за год, %			
	за отопительный период	за три наиболее холодных месяца	< 1 м/с	2–5 м/с	6–7 м/с	> 8 м/с
Ачинск	4,9	4,6	32	46	10	12
о. Диксон	7,5	8,2	11	28	15	46
Дудинка	5,6	5,3	15	41	32	27
Игарка	4,9	4,9	24	40	15	21
мыс Челюскин	6,7	7	10	32	18	40

В этих районах перспективна промышленная установка ветрогенераторов. Так по формуле (1) мощность установки промышленного ветрогенератора с КИЭВ = 45 % и диаметром винта 25 м в районе мыса Челюскина:

$$P = 0,45 \cdot 25^2 \cdot (0,1 \cdot 1^3 + 0,32 \cdot 3,5^3 + 0,18 \cdot 6,7^3 + 0,4 \cdot 9^3) / 7000 = 14,45 \text{ кВт.}$$

Установив сеть из таких ветрогенераторов, можно удовлетворить часть потребностей в электроэнергии ближайших городов. Если мы устанавливаем в районе г. Красноярска ветрогенератор на высоте 100 м, то скорость ветра по статистическим данным [4] в среднем будет 4,43 м/с. Тогда при КИЭВ = 35 % и диаметре винта 25 м получим мощность 2,7 кВт. Для поддержания полной автономности загородного дома этого не достаточно, однако если ветрогенератор дополнить дизель-генератором, то данной мощности вполне хватит для частного использования.

Одним из примеров уже работающей системы ветрогенератором в такой ситуации является базовая станция сотовой связи. В связи с обширными территориями Красноярского края вести линию электропередачи до каждой станции затратно, но обеспечивать мобильной связью автодороги и ЖД-магистрали необходимо. В целях снижения затрат и нагрузки на экологию Сибирский филиал «МегаФона» использует удаленные базовые станции, электропитание которых производится именно с использованием силы ветра [5]. Мощность установок 6 кВт, они обеспечивают

85 % времени подачи питания. Оставшееся время станция питается от аккумуляторов и штатного дизельного генератора.

Таким образом, подходу комплексно к вопросу использования ветрогенераторов (учитывая отдаленность от линий электропитания, выбирая оптимально месторасположение, высоту, дополнительные источники энергии) и исходя из целей, для которых ветрогенератор устанавливается, в Красноярском крае можно эффективно использовать данный альтернативный источник энергии.

Библиографические ссылки

1. Патлах В. В. Энциклопедия Технологий и Методик [Электронный ресурс]. URL: <http://patlah.ru> (30.03.2012).
2. Германович В. Альтернативные источники энергии. Практические конструкции по использованию энергии ветра, солнца, воды, земли, биомассы // Наука и техника, 2011.
3. World Wind Energy Association 2011 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.windea.org> (30.03.2012).
4. Метеостатистика Красногорского края [Электронный ресурс]. URL: <http://krasnoyarsk-meteo.ru> (30.03.2012).
5. CNews, «МегаФон» начал использовать ветрогенераторы [Электронный ресурс]. URL: <http://www.cnews.ru> (30.03.2012).

© Пятков А. Г., 2012

УДК 669.713.7

А. В. Снытко

Научный руководитель – О. В. Тасейко
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ КАК ИСТОЧНИК АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГИИ

Рассмотрено применение тепловых насосов, как основы современной энергетики. Выделив основные преимущества тепловых насосов, а также, опираясь на пример зарубежных стран, автор рассматривает Красноярский край как возможный регион для применения данного вида установок.

В современном мире проблемы и недостатки «традиционных» технологий выработки энергии, ставят перед учеными всего мира проблему нахождения и разработки новых альтернативных технологий, которые можно было бы назвать безотходными, безопасными и неисчерпаемыми. К ним относят, прежде всего, установки и устройства, использующие энергию ветра, воды, солнца, геотермальную энергию, а также тепло, содержащееся в воде, воздухе и земле. Одним из таких источников являются тепловые насосы.

Тепловым насосом называется термодинамическая система (техническое устройство), позволяющая трансформировать теплоту с низкого температурного уровня (непригодную для прямого использования) на более высокий при определенных затратах механической (электрической) энергии [1]. К очевидным преимуществам теплового насоса можно отнести:

- **экономичность.** Низкое энергопотребление достигается за счет высокого КПД (от 300 до 800 %) и позволяет получить на 1 кВт фактически затраченной энергии 3–8 кВт тепловой энергии или до 2,5 кВт мощности по охлаждению на выходе;
- **экологичность.** Экологически чистый метод отопления и кондиционирования как для окружающей среды так и для людей, находящихся в помещении. Применение тепловых насосов – это сбережение невозобновляемых энергоресурсов и защита окружающей среды, в том числе и путем сокращения выбросов CO₂ в атмосферу.
- **безопасность.** Нет открытого пламени, нет хлопка, нет сажи, нет запаха солянки, исключена утечка газа, разлив мазута. Нет пожароопасных хранилищ для угля, дров, мазута или солянки;

- *надежность*. Минимум подвижных частей с высоким ресурсом работы. Независимость от поставки топочного материала и его качества. Защита от перебоев электроэнергии. Практически не требует обслуживания. Срок службы теплового насоса составляет 15–25 лет;

- *гибкость*. Тепловой насос совместим с любой циркуляционной системой отопления, а современный дизайн позволяет устанавливать его в любых помещениях;

- *универсальность* по отношению к виду используемой энергии;

- *широкий диапазон мощностей* (от долей до десятков тысяч киловатт).

В современном мире тепловые насосы уже активно используются во многих странах. По данным на 1997 г. во всем мире тепловых насосов всех типов насчитывалось около 90 млн шт. Около 57 млн шт. из них приходится на долю Японии, 13,5 млн шт. – США, 10 млн шт. – Китая и только 4,28 млн шт. – Европы (без России и стран СНГ). Количество произведенных и установленных тепловых насосов увеличивается с каждым годом [2].

Опыт применения тепловых насосов в РФ на сегодняшний день не столь богат и носит скорее локальный характер [3]. Но за прошедший год уже обозначились географические предпочтения в использовании нового оборудования. Наибольший интерес к нему проявили на юге страны, в частности, в *Краснодарском крае, Приморье* с абсолютно иным, по сравнению с Краснодаром, климатом и иными условиями строительства. Есть примеры эксплуатации экспериментальных энергоэффективных жилых домов в г. Москва [4].

Красноярский край обладает огромными запасами источников естественного низкопотенциального тепла: благополучный по обеспеченности водными ресурсами (огромные водные бассейны рек Енисей, Ангара и т. д., температура которых в среднем меняется от 1,5...2,0 °C зимой, до 10...11 °C летом), тепло грунта (на глубине 5–7 м температура практически постоянна в течение всего года – 5–8°C). Являясь экономически достаточно развитым субъектом РФ, край обладает также и источниками искусственного (вторичного) низкопотенциального тепла: вентиляционный воздух из жилых, офисных, торговых помещений; отработанный воздух или вода производственных технологических процессов (на регион приходится 3,2 % всего объема промышленной продукции); тепло отработанных газов при сжигании топлива; канализационные стоки, сточные воды и др.

Все эти обстоятельства дают Красноярскому краю огромный потенциал в области применения тепловых насосов, как в частном, так и промышленном масштабе.

ЗАО «Энергия» (Новосибирск) представило проект теплоснабжения г. Дивногорска Красноярского края, расположенного в непосредственной близости от Красноярской гидроэлектростанции (ГЭС) на Енисее. В настоящее время этот город с численностью населения около 40 тыс. человек отапливается с помощью электродотельных. Потребность в теплоте для отопления и горячего водоснабжения составляет около 120 МВт. Возросшая стоимость электроэнергии приводит к тому, что более 50 % годового бюджета города расходуется на теплоснабжение жилья и социальной сферы.

Переход на альтернативный источник тепловой энергии – первоочередная задача администрации города. Теплонасосные установки являются наиболее оптимальным решением энергетической проблемы города. Источником низкопотенциальной теплоты для тепловых насосов будет служить вода Енисея.

Реализация проекта позволит снизить годовой расход электроэнергии на отопление и горячее водоснабжение города на 400 000 МВт ч и высвободить соответствующую мощность Красноярской ГЭС; получить экономии бюджетных средств города в 100 млн руб. в год; отказаться от применения других альтернативных систем отопления, ухудшающих экологическую обстановку в городе; улучшить экологическую обстановку в регионе в результате ликвидации незамерзающей поверхности воды в реке ниже бьефа.

В настоящее время начато проектирование первой очереди теплонасосного теплоснабжения. Ориентировочная стоимость всего проекта 400 млн руб.

Опыт применения тепловых насосов в мире показывает их эффективность, как в экономическом, так и экологическом плане, обладая громадными запасами источников низкопотенциального тепла РФ, и Красноярский край в частности, имеет значительный потенциал для перехода к использованию данного вида альтернативного источника тепла, позволяющего экономить колоссальные средства, уменьшая влияние энергетики на экологическую обстановку.

Библиографические ссылки

1. Горшков В. Г. Тепловые насосы. Аналитический обзор.
2. Луканин П. В., Саунин В. И. Тепловые насосы – состояние и перспективы.
3. Райх В. Российский рынок тепловых насосов. Мир Климата. 2007. № 3.
4. Васильев Г. П. Энергоэффективный экспериментальный жилой дом в микрорайоне Никулино-2. АВОК. 2002. № 4.

© Снытко А. В., 2012

УДК 669.713.7

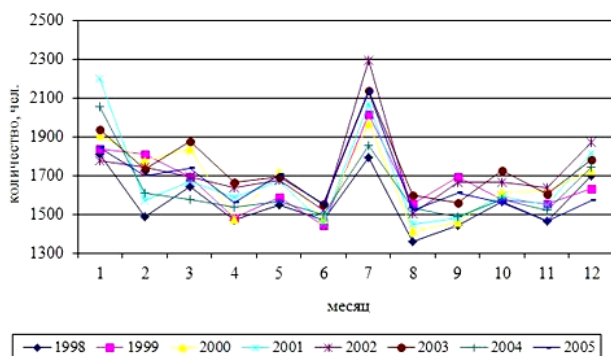
Е. Д. Старовойт, И. В. Колбасина
 Научный руководитель – О. В. Тасейко
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ВЛИЯНИЕ РЕЗКИХ ПЕРЕПАДОВ ТЕМПЕРАТУР НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ И РИСКИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ

Перечень средств борьбы с инфекциями, накопленный медициной за всю историю своего существования, позволяет в нынешнее время бороться с теми заболеваниями, которые раньше являлись главными причинами смертей людей всех возрастов. Но после «эпидемиологического перехода» XX века, когда средняя продолжительность жизни значительно выросла, новая основная причина смертности отодвинула инфекции на второй план – заболевания сердечнососудистой системы. Резкие колебания температуры окружающей среды – дополнительная нагрузка на сердце и сосуды. В связи со сложившейся ситуацией, актуальным является вопрос о влиянии резких перепадов температуры на здоровье населения, ведь сердечнососудистая система чрезвычайно чувствительна к вредному влиянию окружающей среды.

Цели данной работы: расчёт среднесуточного перепада температур за 2009–2011 гг., выявление наиболее опасных периодов для людей с сердечнососудистыми заболеваниями. Сравнение полученных результатов с данными о смертности от болезней кровообращения.

Сердечнососудистые заболевания представляют собой группу болезней сердца и кровеносных сосудов, в результате которых нарушается бесперебойная работа системы кровообращения, состоящей из сердца, как мышечного насоса, и сети кровеносных сосудов. В течение года наблюдается период резкого возрастания смертности от болезней кровообращения.



Смертность от болезней кровообращения

Резкие перепады атмосферного давления, температуры воздуха и солнечные бури оказывают нагрузку на сердце, что является отрицательным влиянием на здоровье человека.

В случае перепадов температуры, сердце получает дополнительную нагрузку из-за необходимости поддержания постоянной температуры тела: оно обеспечивает равенство теплопродукции и теплоотдачи. Кровеносные сосуды кожи сокращаются на холоде, в результате чего её поверхностные слои получают меньше тёплой крови и меньше отдают тепла; при этом увеличивается количество крови, циркулирующей во внутренних органах, что способствует сохранению в них тепла.

Теплопродукция у взрослого человека не меняется при колебаниях температуры окружающей среды от

15 до 25 градусов, однако её дальнейшее повышение ведёт к снижению обмена веществ и уменьшению образования тепла. При снижении температуры напротив – процесс активизируется, и образование тепла резко возрастает, что является результатом мышечной деятельности [1].

Изменения погоды не одинаково сказываются на самочувствии разных людей: у здорового человека происходит подстраивание физиологических процессов в организме к изменившимся условиям окружающей среды, однако у больного приспособительные реакции ослаблены, поэтому отрицательное влияние погоды он ощущает наиболее сильно, что заметно влияет на самочувствие [2].

Среднесуточное колебание температуры за 2009–2011 гг. [3]

Среднесуточное колебание температуры, °С	2009 г.	2010 г.	2011 г.
Январь	6,8 ± 4,4	5,5 ± 3,6	4,5 ± 2,1
Февраль	5,9 ± 2,8	6,1 ± 3,1	7,3 ± 2,9
Март	8,5 ± 3,6	7,4 ± 3,8	7,3 ± 3,5
Апрель	8,9 ± 3,6	7,3 ± 3,3	9,3 ± 4,5
Май	9,2 ± 2,9	8,7 ± 3,1	9,3 ± 3,0
Июнь	7,8 ± 2,3	9,7 ± 2,2	9,7 ± 2,2
Июль	8,2 ± 2,4	7,6 ± 2,8	9,9 ± 2,5
Август	7,2 ± 2,8	8,7 ± 3,6	7,3 ± 2,8
Сентябрь	7,4 ± 3,4	8,0 ± 3,9	10,7 ± 4,5
Октябрь	5,8 ± 3,7	5,1 ± 2,8	6,6 ± 3,1
Ноябрь	5,5 ± 3,3	4,7 ± 2,1	4,7 ± 2,3
Декабрь	6,5 ± 3,1	6,8 ± 3,9	-

Анализируя данные, полученные с метеостанции Красноярск за 2009–2011 гг., было определено, что наибольшая величина среднесуточных колебаний температуры приходится на май и летние месяцы, а достаточно малая погрешность результатов свидетельствует о стабильности этих перепадов, что отличает этот период от температурных колебаний зимы и осени.

Таким образом, в результате исследования были выявлены месяцы, в течение которых перепады температуры воздуха могут наиболее существенно влиять на людей, страдающих сердечнососудистыми заболе-

ваниями – май, июнь и июль, – что сходится со статистическими данными смертности от болезней кровообращения.

Библиографические ссылки

1. Белобородов Г. С. *Здоровье и Север. Адаптационные возможности человека в условиях Севера* / Г. С. Белобородов, В. Ф. Белобородова. Магадан : Кордис, 2008. 126 с.

2. Раевич Б. А., Авалиани С. Л., Тихонова Г. И. *Окружающая среда и здоровье населения*. М. : ЦЭПР, 2003. 149 с.

3. Данные о температуре воздуха с метеостанции Красноярск. URL: <http://meteo.infospace.ru>.

© Старовойт Е. Д., Колбасина И. В., 2012

УДК 504.054

В. В. Тимофеев

Научный руководитель – О. В. Тасейко

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

ВЛИЯНИЕ АЛЮМИНИЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА СОДЕРЖАНИЕ ПАУ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ ГОРОДОВ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

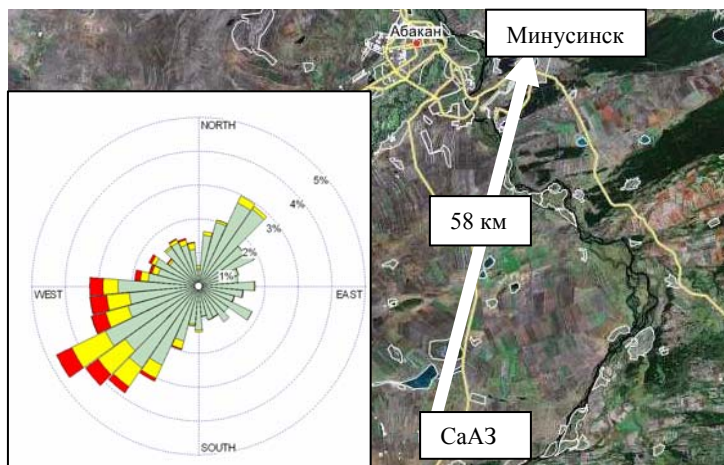
Целью данной работы было определение влияния алюминиевой промышленности на содержание ПАУ в атмосферном воздухе городов Красноярского края. Были выполнены расчеты индивидуальных и популяционных канцерогенных рисков от воздействия бенз(а)пирена на здоровье населения городов края.

По данным государственной системы мониторинга за качеством атмосферного воздуха в Красноярском крае по среднегодовому содержанию бенз(а)пирена в воздухе лидируют Минусинск и Красноярск. Причем, начиная с 2007 года, содержание этого вещества в воздухе Минусинска превышает содержание его в воздухе Красноярска [1].

Бенз(а)пирен является наиболее типичным канцерогеном окружающей среды, оказывает также мутагенное воздействие. Чрезвычайно опасен даже при сверхмалых концентрациях, так как имеет свойство

накапливаться ($\text{ПДК}_{\text{СС}} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ мг/м}^3$). Будучи химически стойким соединением, может длительное время переходить от одного объекта к другому.

Международная группа экспертов отнесла бенз(а)пирен к числу агентов, для которых имеются ограниченные доказательства их канцерогенного действия на людей и достоверные доказательства их канцерогенного действия на животных [2]. Бензапирен присутствует в газообразных отходах промышленности, выхлопах автомобилей, в табачном дыме, в продуктах сгорания пищи и др.



Географическое расположение CaA3а относительно Минусинска

Обычно именно автотранспорт и считают основным источником бенз(а)пирена в воздухе городов. Основным промышленным источником содержания в воздухе Красноярска бенз(а)пирена является ОАО КрАЗ.

Но известно, что выбросы промышленности составляют всего 55 % общегородских выбросов, остальное – за автотранспортом. Таким образом получается что за высокие уровни бенз(а)пирена в воздухе

Красноярска отвечают выбросы как автомобилей, так и КрАЗа.

При этом Красноярск является крупным промышленным центром с населением около 1 млн. человек, а Минусинск – небольшой городок с численностью 77 тысяч человек. До революции Хакасско-Минусинскую котловину зачастую называли «Сибирская Италия». Климат Минусинска позволяет выращивать и другие фруктовые и ягодные культуры. В чем же то-

гда причина столь высоких концентраций бенз(а)пирена в Минусинске? Ответить на этот вопрос можно, вспомнив, что на расстоянии всего 60 км от города, прямо по направлению розу ветров расположен Саянский алюминиевый завод, мощность которого в 2 раза меньше мощности КрАЗа (см. рисунок).

Количество онкологических заболеваний в Минусинске лишь немного ниже аналогичного показателя в Красноярске, а в последние 2 года стало даже выше.

Таблица 1

Среднегодовая динамика содержания бенз(а)пирена в атмосферном воздухе городов Красноярск и Минусинск (в долях ПДК_{ср})

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Красноярск	2,11	3,99	2,77	3,66	4,07	3,33	3,44	4,4	4,1	4,8	5
Минусинск	2,17	3,1	4,21	3,77	4,3	3,19	3,2	4,8	5	5,4	6,1

Таблица 2

Динамика впервые выявленных онкологических заболеваний в городах Красноярск и Минусинск (на 100 тысяч населения)

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Красноярск	358,6	357,4	356,2	336,6	373,6	371,7	376,5	374	353,7
Минусинск	326,5	328,4	306	332,8	327,2	336,6	320,1	392,3	394,1

Таблица 3

ИКР от ингаляционного воздействия бенз(а)пирена (с коэффициентом 10^{-6})

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Красноярск	3,68	6,97	4,84	6,39	7,11	5,81	6	7,68	7,16	8,38	8,73
Минусинск	3,79	5,412	7,35	6,58	7,51	5,57	5,59	8,38	8,73	9,43	10,65

УДК 614.876

Г. В. Тямина, В. В. Сиротюк

Научный руководитель – Т. Н. Кодратова

Ульяновское высшее авиационное училище гражданской авиации (институт), Ульяновск

РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В АВИАЦИИ

Проведён анализ зависимости радиационного облучения от различных факторов полёта. Полученные результаты позволяют оптимизировать нормы защиты и предупреждающие меры относительно радиационной безопасности полётов.

Обеспечение безопасности полётов носит общегосударственный характер, что обуславливает необходимость решения и совершенствования способов социальной защиты членов экипажей воздушных судов гражданской авиации. В зависимости от вида деятельности и конкретных условий полётов на организм членов экипажей ВС оказывает отрицательное влияние целый комплекс условий труда. Радиационное (фоновое) облучение членов экипажей ВС относится к одному из самых вредных, опасных для здоровья факторов лётного труда. Осведомленность о нормах защиты и профилактики воздействия от ионизирующего излучения позволит поддержать свое здоровье не только экипажу воздушных судов, но и пассажирам, часто пользующимся услугами авиаперевозок.

В настоящее время в силу научно-технического прогресса существует множество профессий, непосредственно связанных с радиоактивным излучением. Согласно п. 3.6.1 «Условия труда и отдыха для летного состава гражданской авиации. СанПиН 2.5.1.051-6»

Для того чтобы показать связь концентраций бенз(а)пирена с численностью онкобольных в работе был рассчитан индивидуальный и популяционный канцерогенные риски (ИКР и ПКР) по методике, изложенной в Руководстве по оценке риска [3]. Получено, что в обоих городах уровень риска превышает приемлемый уровень равный $1 \cdot 10^{-6}$.

летные экипажи воздушных судов не относятся к лицам, профессионально связанным с использованием в своей работе источников ионизирующего излучения и, в связи с этим, в настоящих методических указаниях рассматриваются как категория облучаемых лиц «население». При этом космическое излучение, воздействующее на экипаж и пассажиров, не учитывается. Однако анализ характеристики вредных факторов труда членов экипажей ВС ГА позволяет отметить, что радиационное облучение является одним из самых вредных факторов. На больших высотах (9–12 км) радиационный фон превышает естественный примерно в 30–40 раз.

В данной работе имеются результаты исследований радиационного фона кабин ВС в рейсовых условиях на разных высотах. Проведён анализ данных наиболее дозозатратных полётов в зависимости от частоты выполнения, длительности и маршрутов.

Проанализированы результаты исследований российских и американских учёных, связанные с часто-

той появления различных групп заболеваний и смертностью среди служащих Johnson Space Center, работников NASA, российских космонавтов гражданского отряда, пилотов ГА и ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС.

В работе собраны данные о методах сохранения здоровья и обеспечения безопасности под воздействием радиации.

Библиографические ссылки

1. Радиационный контроль загрязнения воздушного судна и определение мощности дозы ионизирующе-

го излучения, от источников излучения в составе узлов и агрегатов авиационной техники : метод. указания МУ 2.6.1.1193-03 (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 20 февраля 2003 г.).

2. Уровни облучения экипажей и пассажиров воздушных судов при полетах в полярных районах / Ю. И. Баранников, О. А. Барсуков, А. В. Малышев, В. П. Пустоветов // *Авиакосмическая и экологическая медицина*. 1994. Т. 28. № 4. С. 44–47.

© Тямина Г. В., Сиротюк В. В., 2012

УДК 006.05

А. И. Аликина

Научный руководитель – Е. А. Жирнова

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

РАЗРАБОТКА ДОКУМЕНТАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ВНЕШНЕГО АУДИТА СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА В СООТВЕТСТВИИ С ГОСТ Р ИСО 9001-2008

Рассматривается необходимость разработки документации по проведению внешнего аудита систем менеджмента качества для ООО «ЦСЭ «Красноярск-Тест».

Слово «аудит» всегда ассоциировалось с финансовыми проверками и бухгалтерским учетом. Но теперь аудит играет ключевую роль в разработке, внедрении и поддержании эффективного функционирования систем качества на промышленных предприятиях и в сфере обслуживания, являясь при этом средством непредвзятой оценки и выработки корректирующих действий.

Внешний аудит – это аудит, проводимый второй стороной – заказчиком или третьей стороной – внешней независимой организацией. Его могут проводить представители компании, заинтересованной в результатах деятельности поставщика, или сторонние аудиторы [1].

Цель, которую преследует внешний аудит – признание полного соответствия установленным требованиям действующей на предприятии или в организации системы менеджмента качества (далее СМК) и выдачи сертификата, подтверждающего этот факт.

Внешние аудиты проводятся:

- для сертификации СМК организации-заявителя;
- оценки результативности и эффективности функционирования системы, процессов и процедур, действующих в подразделениях организации;
- выявления несоответствий в СМК в целом и ее отдельных элементах требованиям документации СМК, ГОСТ Р ИСО 9001-2008;
- определения возможностей совершенствования СМК;
- проверки результативности корректирующих мероприятий по результатам предыдущих аудитов.

В ходе внешнего аудита СМК:

- анализируются результаты устранения несоответствий, выявленных при проведении предыдущих аудитов;
- определяется достаточность документов, обеспечивающих выполнение определенных процессов и процедур, установленных СМК ГОСТ Р ИСО 9001-2008;
- проверяется выполнение требований нормативных документов, документации СМК при осуществлении установленных процессов производственной деятельности;
- анализируются поступившие претензии и жалобы клиентов на услуги, оказываемые организацией-заявителем;

- регистрируются несоответствия и уведомления;
- по результатам внешнего аудита выносятся предложения о подтверждении, приостановлении (аннулировании) действия сертификата соответствия, расширении, сужении области сертификации.

С момента начала использования стандартов ИСО 9000 и по настоящее время, возникают спорные вопросы: насколько эффективно внедрение системы менеджмента качества, и способствует ли она достижению предприятием поставленных целей. Внешний аудит помогает найти ответы на эти вопросы. Согласно стандарту ИСО 9000, результативность этой системы есть не что иное, как достижение поставленных целей. Следовательно, результативность показывает эффективность выбранной стратегии.

Так как ООО «ЦСЭ «Красноярск – Тест» является одним из крупнейших органов по сертификации систем менеджмента качества, ему необходима соответствующая Методика по проведению внешних аудитов СМК.

Разработка документации устанавливает порядок и процесс проведения внешних аудитов системы менеджмента качества организацией, а также требования к персоналу, проводящему проверки.

Данная документация разрабатывается в соответствии с требованиями ГОСТ Р 40.003-2008 «Система сертификации ГОСТ Р. Регистр систем качества. Порядок сертификации систем менеджмента качества на соответствие ГОСТ Р ИСО 9001-2008 (ИСО 9001:2008)» и предназначена для сотрудников Органа по сертификации СМК, участвующих в аудите и для технических экспертов, привлекаемых к аудиту [2].

Как правило, в органах по сертификации задачи внешнего аудита системы менеджмента качества устанавливаются на уровне производственных процессов и подразделений. Существуют целевые и базовые критерии оценки эффективности внедренной системы. Контроль осуществляют специалисты в конкретной области. Результативность в сфере системы менеджмента качества измеряется в числовых показателях, так же как и ее цели.

Оценка результатов работы компании является самой важной составляющей внешнего аудита системы. Если система управления разработана правильно, это приведет к успешным результатам деятельности компании. Чтобы добиться хороших результатов функ-

ционирования системы, она должна работать по направлениям: качество производства и уменьшение себестоимости выпускаемой продукции. Совершенствование подходов и внедрение новейших технологий в эти процессы способствует росту прибыли предприятия. При разработке системы должны учитываться условия функционирования организации (смена юридического адреса, приток или отток клиентов, увеличение или уменьшение спроса на выпускаемую продукцию, степень развития фирм-конкурентов и их количество, массовое увольнение сотрудников и его причины, возраст организации) [3].

Благодаря внедрению системы менеджмента качества повышается уровень рабочих процессов и уменьшаются затраты на производство продукции. Все это способствует росту прибыли компании.

По результатам внешнего аудита хорошая система управления качеством всегда соответствует международным стандартам ИСО 9001:2008, о чем свидетельствуют соответствующие сертификаты. Но есть и обратная взаимосвязь – если продукция предприятия сертифицирована, значит нужно постоянно повышать

качество производственных процессов и управления ими. Благодаря такому подходу можно добиться долговременного процветания компании и максимальной прибыли. Система менеджмента качества должна находиться в процессе постоянного развития.

Библиографические ссылки

1. Жирнова Е. А., Малахова Ю. Г. Системы качества. Порядок проведения аудита : учеб. пособие / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2011. 92 с.
2. Трифанов И. В., Оборина Л. И., Гайденок Н. Д. Разработка стандартов и нормативных документов : учебное пособие / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2009. 364 с.
3. ИнтерКонсалт [Электронный ресурс] : консалтинговая компания, оказывает услуги по комплексной разработке и внедрению систем менеджмента на соответствие требований международных стандартов. URL: //iksistemas.ru. – Загл. с экрана.

© Аликина А. И., 2012

УДК 658.562

С. И. Анашкина, Г. Д. Волкова
Научный руководитель – Е. А. Жирнова
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ВЛИЯНИЕ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА НА КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ НА ПРИМЕРЕ ОАО «РУСАЛ»

Анализируется влияние интегрированной системы менеджмента на качество продукции, окружающую среду, здоровье и безопасность персонала.

Основная цель производственной стратегии ОАО РУСАЛ является увеличение выпуска и ассортимента продукции с высокой добавленной стоимостью, качество, свойства и характеристики которой должны отвечать потребностям и ожиданиям потребителей. Поэтому ОАО РУСАЛ уделяет приоритетное внимание вопросам качества продукции с момента создания компании.

Наиболее эффективный способ кардинального улучшения качества – предупреждение возникновения дефектов, т. е. полное исключение возможности их появления в будущем. На качество выпускаемой продукции влияют не только технология и оборудование, но также и качество управления ими. Следовательно, для производства качественной продукции необходимо внедрение систем менеджмента. Для достижения своих целей РУСАЛ применяет интегрированную систему менеджмента.

Интегрированная система менеджмента представляет собой совокупность двух и более систем менеджмента, функционирующих как единое целое [1].

У РУСАЛа имеются сертификат на соответствие систем менеджмента качества, экологии и охраны труда международным стандартам ISO 9001, ISO 14001 и OHSAS 18001, выданные норвежской аудиторской компанией Det Norske Veritas и подтвердив-

шей, что РУСАЛ производит и поставляет продукцию в полном соответствии с контрактными обязательствами [2].

Данные сертификаты доказывают, что деятельность РУСАЛ соответствует международным стандартам систем менеджмента и основана на идентификации, оценке и предупреждении рисков в области качества, экологии, охраны труда и промышленной безопасности на всех этапах производства.

Интегрированная система менеджмента позволяет РУСАЛ формировать единые для всех подразделений требования и подходы в области качества, экологии, охраны труда и промышленной безопасности, создавать одинаковые условия для управления процессами в разных подразделениях дивизиона.

Политика, цели и принципы РУСАЛ соответствуют требованиям ISO 9001 и направлены на непрерывное улучшение, ориентацию на потребителя и производство продукции, отвечающей требованиям потребителей и соответствующим обязательным требованиям.

В рамках Политики РУСАЛ действует клиенто-ориентированный подход в работе с потребителями. Это реализуется через тщательный анализ требований потребителей и разработку индивидуальных, под заказчика, спецификаций на продукцию. Предприятия

РУСАЛ всегда открыты для заказчиков и готовы продемонстрировать им стабильность своих технологических процессов.

В соответствии с одним из принципов РУСАЛ постоянство, непрерывность улучшений – залог успешного развития предприятия. В условиях жесткой конкуренции и быстро меняющейся конъюнктуры рынка для сохранения и роста конкурентоспособности компании производственный процесс должен постоянно совершенствоваться. Не нужно стремиться только к крупным улучшениям, гораздо важнее их непрерывность.

На основе стандарта ISO 14001 в компании была создана политика в области экологии, целью которой является постоянное улучшение экологических показателей. Для достижения этой цели на РУСАЛ разрабатываются и реализуются соответствующие мероприятия по минимизации вредного влияния на окружающую среду.

РУСАЛ является участником мероприятий по минимизации климатических изменений, которые предусматривают снижение объема выбросов парниковых газов. Компания добровольно поставила перед собой цель по снижению выбросов парниковых газов на 50 % к 2015 году. В 2010 году эта цель выполнена на 86 % [3].

Динамика сокращений прямых выбросов парниковых газов на предприятиях

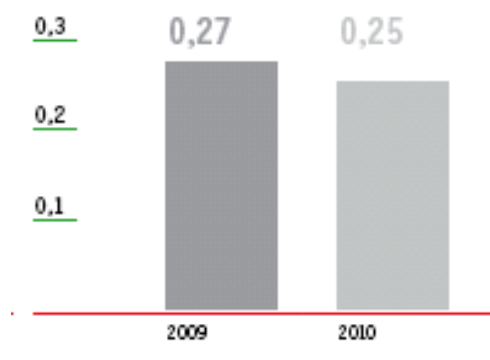
Год	CO ² (т)	Перфторуглерод, (тонн CO ₂ эквивалента)	Итого, (тонн CO ₂ эквивалента)	% снижения тонн CO ₂ эквивалента
1990	5 883 019	11 880 331	17 763 350	0
2010	7 269 483	2 919 164	10 188 647	43

Заводы РУСАЛ оборудованы системами очистки газов, которые позволяют максимально отфильтровать вредные соединения. Новое поколение электролизеров, которые РУСАЛ планирует запустить в производство уже в 2015 году, будет вырабатывать только один побочный продукт – чистый кислород.

Наличие сертификата соответствия OHSAS 18001 подтверждает, что система управления здоровьем и безопасностью на производстве компании прошла

сертификацию и полностью ему соответствует. Система охраны здоровья и обеспечения безопасности труда направлена на предотвращение аварий, снижение производственного травматизма, повышение лояльности сотрудников.

В качестве долгосрочной цели в области охраны труда компания рассматривает снижение количества смертельных несчастных случаев на производстве до нуля. Также РУСАЛ стремится сократить травматизм на 30 % ежегодно и полностью ликвидировать случаи профессиональных заболеваний. Динамика снижения травматизма представлена на рис. 1.



Частота травм с утратой трудоспособности

Интеграция систем менеджмента в производственные механизмы любого предприятия призвана способствовать повышению качества продукции и эффективности работы предприятия в целом, способствовать развитию новых технологий и систем.

Библиографические ссылки

1. Соболева Е. И. Интегрированные системы менеджмента // *Методы менеджмента качества*. 2011. № 11. С. 42–43
2. Официальный сайт РУСАЛа. URL: <http://www.rusal.ru/Default.aspx>.
3. Отчет об устойчивом развитии // РУСАЛ. КПМГ Лимитед. 2011. С. 27–33; 54–55.

© Анашкина С. И., Волкова Г. Д., 2012

УДК 669.871

С. И. Анашкина, М. Е. Шилова
Научный руководитель – Л. А. Оборин
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВА ЛИТЫХ ДЕТАЛЕЙ ДВИГАТЕЛЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Показаны методы повышения качества деталей изделий литьем по выплавляемым моделям.

Постоянное развитие и совершенствование конструкции летательных аппаратов с целью улучшения их тактико-технических характеристик требует значительного повышения энергетических параметров дви-

гательных установок. В свою очередь, это вызывает необходимость использования новых материалов, обладающих повышенной прочностью, пластичностью, жаростойкостью и жаропрочностью.

Увеличение прочностных и пластических характеристик используемых материалов приводит не только к усложнению конфигурации корпусных деталей двигателей, но и к резкому увеличению трудоемкости механической обработки их из поковок и штамповок, в некоторых случаях просто к невозможности механической обработкой получить необходимые профили газового и гидравлического тракта двигательной установки. При этом коэффициент использования металла (КИМ) очень часто не превышает 0,26, а в отдельных случаях, при изготовлении крупногабаритных деталей 0,05...0,10 [1].

В условиях серийного производства значительно возрастает востребованность заготовок, получаемых литьем по выплавляемым моделям (ЛВМ), поскольку данный прецизионный способ литья обеспечивает КИМ до 0,6...0,8. Переход к технологиям литья позволяет:

- получать оптимальные пространственные профили всех элементов литых заготовок, определяющих гидрогазодинамику;

- существенно сократить количество сборочных единиц;

- совместить многие функции в одном узле или агрегате, что должно приводить к максимальному уменьшению количества сварных швов, повышению надежности и стабильности технологического обеспечения требований конструкторской документации [2].

Производство заготовок методом ЛВМ, в рамках интегральной системы технологических основ, позволяет в полной мере реализовать все требования конструкторской документации, главными из которых являются герметичность и прочность деталей (см. схему).

Разработанные для ЛВМ высокопрочные нержавеющие стали (типа ВНЛ) и жаропрочные сплавы по уровню механических свойств близки к деформируемым материалам. Однако обладая высокими прочностными и пластическими свойствами, данные материалы имеют большой интервал кристаллизации, т. е. большое поле двухфазной зоны, что повышает склонность к усадочным рыхлотам и пористости в отливках сложной конфигурации.



Интегральная система технологических основ производства специальных отливок методом ЛВМ для ДУ летательных аппаратов

Кристаллизация отливок при ЛВМ характеризуется малыми скоростями протекания процесса, наличием высоких начальных перегревов расплава, значительными размерами двухфазной зоны, охватывающей зачастую большую часть объема отливки, что сопровождается разбросом механических свойств, неоднородностью структуры в сечениях отливок. Это приводит к наличию в отливках дефектов усадочного характера – рыхлот и пористости, что не обеспечивает гарантированные показатели герметичности и конструктивной прочности [3].

В связи с вышеуказанными проблемами центральной научно-технологической задачей, определяющей, как герметичность, так и прочность литых заготовок, является исключение дефектов усадочного характера, рыхлоты и пористости с одновременным решением проблемы равновесности исходного расплава металла и остаточной пористости.

Решение этой задачи в настоящий момент возможно только на основе комплексного подхода к созданию интегральной системы производства литых

заготовок методом ЛВМ, путем разработки физико-математических и физических моделей процессов кристаллизации и затвердевания отливок, компьютерного прогнозирования свойств литейных сталей, сплавов и огнеупорных материалов.

Библиографические ссылки

1. *Технология производства жидкостных ракетных двигателей : учебник / В. А. Моисеев, В. А. Тарасов, В. А. Колмыков, А. С. Филимонов. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. 381 с.*
2. *Литье по выплавляемым моделям : учеб. пособие / Л. А. Оборин, Н. М. Чернов, К. А. Медведев, А. А. Иванов. Красноярск : СФУ, 2009. 133 с.*
3. *Оборин Л. А., Сулягин А. В. Обеспечение качества сложных литых заготовок изделий ракетно-космической техники // Решетневские чтения : сб. науч. тр. междунар. науч.-техн. конф. ; СибГАУ. Красноярск, 2011. С. 348–349.*

© Анашкина С. И., Шилова М. Е., 2012

УДК 621

Я. Ю. Белова

Научный руководитель – А. А. Снежко

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

К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ КАЧЕСТВА СТЕКЛОПЛАСТИКА

Широкое применение стеклопластика обусловлено его уникальным сочетанием свойств при относительно небольшом удельном весе. В работе обсуждаются возможные направления повышения качества данного материала.

Одним из инновационных материалов является стеклопластик – эффективный заменитель стали, включая легированные, а в некоторых случаях алюминий (например, в авиации), титан (в целлюлозно-бумажной промышленности) и т. д. Он имеет целую линию модификаций, каждая из которых может быть использована в определенном производстве.

Стеклопластик обладает многими очень ценными свойствами, дающими ему право называться одним из материалов будущего. Малый удельный вес стеклопластиков ($0,4\div 1,8$ г/см³) в среднем в пять-шесть раз меньше, чем у черных и цветных металлов, и в два раза меньше, чем у дуралюмина. Это делает стеклопластик особенно удобным для применения в машиностроении, авиа-, судостроении и др. Экономия в весе переходит в экономию энергии; кроме того, за счет уменьшения веса транспортных конструкций (самолетов, автомобилей, судов и т. п.) можно повысить их полезную нагрузку и за счет экономии топлива увеличить радиус действия.

При своем небольшом удельном весе стеклопластик обладает высокими физико-механическими характеристиками. Используя некоторые смолы и определенные виды армирующих материалов, можно получить стеклопластик, по своим прочностным свойствам превосходящий некоторые сплавы цветных металлов и стали.

Повышения качества стеклопластика (увеличение прочности, получение более гладкой поверхности) можно достичь путем усовершенствования технологического подхода или его замены на более оптимальный. На предприятии ОАО «Гамбит» используется метод прямого прессования. Данный метод довольно трудоемкий и в итоге изделие имеет недостаточно высокое качество поверхности, препятствующее его лакированию. Замена этого метода на метод пултрузии может сократить время производства, повысить прочность, получить в итоге гладкую поверхность изделия. Недостаток метода – дорогостоящее оборудование.

Изделия, полученные пултрузией, по свойствам превосходят детали, сделанные более традиционными методами формования. Тенденция к некоторому увеличению стоимости может быть обусловлена рядом преимуществ, характерных для этого процесса, – строгим контролем натяжения и ориентации волокна, уменьшением количества пор и стабильным объемом содержания волокна в композите. Даже такое трудно гарантируемое свойство, как межслоевой сдвиг, и то явно улучшается [1].

Широкое применение стеклопластик получил и в строительной отрасли в качестве утеплителя. Обнаруживая высокие показатели теплоизоляционных свойств, стеклопластик является довольно токсичным

материалом, так как при его производстве используют феноло-формальдегидные смолы. Возможно, ли заменить эти смолы на менее токсичные полимеры?

Несмотря на очевидную потребность в замене формальдегидных смол, к 80-м годам XX века (также как и в настоящее время) не удалось разработать полимеров их заменяющих. Основная трудность замены заключается в доступности и низкой цене формальдегидных полимеров, обеспечивающих возможность их широкого использования [2].

Известны концентрированные щелочные растворы силикатов (жидкое стекло), являющиеся, по сути, реактопластами, способные склеивать разнообразные наполнители. Однако при высыхании обычного жидкого стекла образуются материалы с недостаточной для практического применения водостойкостью и долговечностью. Есть возможность получения связующего модификацией жидкого стекла, включающего в качестве основной стадии реакцию поликремневой кислоты с кремнийорганическими мономерами, в результате которой на поверхности анионов поликремневой кислоты возникает обрамление из органосилильных групп. Основную массу полимера образуют его внутренние кремнеземные области, а расход дорогого кремнийорганического мономера минимален. В результате модификации водорастворимых

силикатов образуются водные растворы, которые можно использовать в качестве связующего для получения лакокрасочных материалов или пластмасс. Твердые тела, формирующиеся при высыхании таких растворов, не способны к повторному растворению в воде, имеют высокую прочность и долговечность. Разработан также новый способ получения мономера, позволяющий удешевить его производство более чем в 5 раз. Наряду со снижением цены реактопласта достигается улучшения качества производимой продукции: снижается горючесть изделий, достигается их высокая гидрофобность без дополнительного аппретирования дорогими кремнийорганическими гидрофобизаторами. Полностью предотвращаются выбросы фенола и формальдегида в атмосферу при производстве и эксплуатации стеклопластика [3].

Библиографические ссылки

1. URL: http://www.istrodina.com/rodina_articul.php3?id=2773&n=134.
2. Кноп А., Шейб В. Фенольные смолы и материалы на их основе. М.: Химия, 1983. 280 с.
3. URL: <http://biznes.in/archive/index.php/t-201.html>.

© Белова Я. Ю., 2012

УДК 658.562

Д. В. Белущенко

Научный руководитель – Н. В. Захарова

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

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ В РАМКАХ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Технические регламенты характерны для системы регулирования многих стран и большинство из них прямо или косвенно взаимодействуют со стандартами и процессом оценки соответствия.

Любой из нас иногда задается вопросом о соответствии какого-либо объекта нашим ожиданиям. Действительно ли товар такой, как я ожидал? Компетентен ли конкретный человек для выполнения работы, которую ему поручили? Продает ли магазин соответствующие товары по соответствующим ценам? За этими вопросами скрывается важная и актуальная на сегодняшний день проблема совершенствования оценки соответствия в рамках технического регулирования.

Хотя большинство технических регламентов различаются в зависимости от страны, существует несколько регламентов, являющиеся мультинациональными по своей природе.

Зачастую технические регламенты подразумевают соответствие национальным или международным стандартам, техническим условиям или кодексам практики, но могут также содержать дополнительные требования, установленные регулирующим органом.

Большинство регуляторных механизмов имеют некоторые общие черты, такие как: определение организации, ответственной за внедрение и управление обязательными техническими требованиями – регу-

лирующий орган; требования к оценке соответствия – каким образом будет оцениваться соответствие требованиям (иногда могут предусматриваться альтернативные механизмы оценки соответствия).

Очевидно, что оценка соответствия является фундаментальной деятельностью в управлении техническими регламентами. Тем не менее, вероятность введения в стране ненужных правил или технических требований, которые существенно отличаются от требований др. стран, может привести к техническим барьерам в торговле [2].

Органы оценки соответствия (ООС) должны определять потенциальные источники проблем и несоответствий. Руководству ООС необходимо обеспечивать разработку, реализацию и контроль плана действий, направленных на предупреждение возникновения проблем и несоответствий, а также разработку и внедрение процедур, повышающих эффективность предупреждающих мероприятий [4].

В идеале, регулирующие органы должны использовать в техническом регулировании единые или стандартные технические требования и быть способ-

ными оценить результаты оценки соответствия, проведенного компетентными органами из др. стран.

Такие механизмы снижают технические барьеры, что подчеркнуто в Соглашении ВТО по техническим барьерам в торговле. Если регулирующие органы в разных странах вносят изменения в технические стандарты, тогда органы, проводящие испытания, инспектирование и сертификацию, действующие от имени экспортеров на эти рынки, должны быть в курсе всех изменений и их влияния на процесс оценки соответствия [2].

Серьезные проблемы есть сегодня и в аккредитации органов по сертификации и испытательных лабораторий. Говоря об этом, мы имеем в виду то, что не создана система аккредитации, способная представлять Россию в международном форуме по аккредитации.

Еще одна «болезненная» тема – уполномочивание (назначение) органов по сертификации, выполняющих работы по подтверждению соответствия требованиям технических регламентов. Федеральный орган, ответственный за введение в действие технического регламента, должен иметь возможность оказывать влияние на формирование инфраструктуры органов по оценке соответствия. Без уполномочивания этот вопрос не решить.

Говоря о проблеме введения в действие технических регламентов, необходимо отметить, что в Федеральном законе «О техническом регулировании» установлен переходный период не менее 6-ти месяцев, а ограничений на его увеличение нет. Помимо чисто материальных потерь, это чревато потерями моральными, причем для широких слоев населения: технический регламент принят, а выполнить его нельзя. При таком отношении к законам правовой нигилизм в стране будет только процветать.

К сожалению, недооценка качества подготовки специалистов в области сертификации привела к масштабным кадровым потерям, как уже отмечалось, это сложные виды деятельности [1].

Необходимые шаги для решения задачи модернизации оценки соответствия в рамках технического регулирования:

1. Принятие технических регламентов, должно сопровождаться разработкой и внесением изменений в смежное законодательство, а также в нормативно-

правовые акты федеральных органов исполнительной власти, которые зачастую противоречат друг другу.

2. Необходимо уточнение в законе принципов «добровольности применения стандартов и сводов правил» для выполнения требований технических регламентов.

3. Необходимо повысить ответственность федеральных органов исполнительной власти, за реализацию конкретных регламентов.

4. Необходимо внести изменения в Кодекс об административных правонарушениях, предусматривающие введение ответственности производителей и поставщиков за нарушение требований технических регламентов.

5. Целесообразно внести изменения в Налоговый кодекс РФ в части признания затрат предприятий на стандартизацию в качестве прочих обоснованных расходов.

6. Процессы стандартизации должны регулироваться единым законом.

7. Необходимо коренное упрощение процедур допуска на рынок отечественной продукции. На данный момент в стране существует 16 ведомственных систем аккредитации и несколько сотен систем сертификации. Сложилась парадоксальная ситуация, когда сертификаты, выданные на одну и ту же продукцию не признаются этими системами между собой, и тем более не признаются за рубежом страны. [3]

В этой связи, возникает предложение разработать и принять гармонизированный закон «Об аккредитации», а так же необходимость принятия закона «О стандартизации». Как и в каждой из стран Европейского Союза создать в России только один национальный орган по аккредитации.

Библиографические ссылки

1. Официальный сайт ОАО ВНИИС: <http://www.vniis.org/publications/detail/1463>.
2. Официальный сайт ИСО РФ: <http://isorf.ru/Novosti/2011-08-01-18-10-42.html>.
3. URL: <http://forums.vif2.ru/showthread.php?t=1087>.
4. URL: <http://kalugatechnadzor.ru/analitika/466-osnovnye-mezhdunarodnye-trebovaniya-k-procedure-akkreditaczii-organov-ocenki-sootvetstviya>.

© Белущенко Д. В., 2012

УДК 658. 432

Д. А. Блинкова

Научный руководитель – Е. А. Жирнова,
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОСОБЕННОСТИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЦЕССА ГИДРОГЕНИЗАЦИИ

Рассмотрены особенности метрологического обеспечения процесса гидрогенизации.

Определение «метрологическое обеспечение» очень обширное – от осуществления технических измерений до обеспечения единства измерений и законодательной метрологии и используются, в основном,

по отношению к измерениям, испытанию и контролю в целом [1].

Метрологическое обеспечение процесса гидрогенизации отражается в химическом анализе процесса и

автоматизации процесса. Процесс количественного химического анализа метрологи рассматривают как косвенное измерение количества вещества, поскольку конечный результат анализа почти всегда получают расчетным путем. Точность косвенных измерений зависит от того, насколько точно были определены (измерены) исходные величины, а также от используемого способа расчета конечного результата. Известны специальные правила суммирования элементарных погрешностей применимые для любых косвенных измерений. Конечно, эти правила применимы и для прогнозирования погрешностей химического анализа. Однако проведение химического анализа не сводится к измерению некоторых исходных физических величин и подстановке результатов в некоторую расчетную формулу. Анализ очень часто включает операции пробоотбора, пробоподготовки, идентификации компонентов пробы и некоторые другие, специфические для химического анализа. Все они вносят существенный вклад в погрешность конечного результата, причем иногда этот вклад намного больше, чем вклад измерительных операций.

Процесс «измерения химического состава» (так некоторые метрологи называют химический анализ) серьезно отличается от других измерений еще в одном отношении. Эталон единицы количества вещества (моля) до настоящего времени отсутствует. Нет эталонных установок, воспроизводящих единицу количества вещества, ни системы передачи размера этой единицы в практику. Принятая в метрологии многоступенчатая процедура сравнения любой измеряемой величины с соответствующим эталоном (так называемая схема прослеживаемости, или поверочная схема) не может быть использована при «измерении» химического состава. Это серьезно затрудняет обеспечение единства измерений и проверку точности химического анализа, особенно в случае определений макрокомпонентов. Конечно, наличие стандартных образцов химического состава во многом компенсирует отсутствие эталонов единицы количества вещества. Но сами стандартные образцы вовсе не являются эталонами, ведь их состав устанавливают путем усреднения результатов анализов, проведенных независимыми лабораториями, участвующими в аттестации стандартных образцов. Поэтому применение стандартных образцов не исключает появления значимых систематических погрешностей. Например, связанных с вариациями изотопного состава элементов, входящих в состав анализируемых материалов [2].

Специфика химического анализа как измерительного процесса привела к необходимости особого метрологического обеспечения качества химического анализа. Речь идет о создании комплекса материаль-

ных средств и организационных мероприятий, обеспечивающих требуемый уровень надежности результатов анализа, их правильность или хотя бы межлабораторную сопоставимость. Оказалось необходимо разработать:

систему стандартных образцов химического состава;

систему поверки приборов, обеспечивающую единство измерений;

систему аккредитации аналитических лабораторий и средства оперативного контроля качества работы лабораторий (контрольные карты и т. п.);

обязательную для всех лабораторий химического анализа нормативно-техническую документацию, учитывающую их специфические задачи и возможности;

единые правила метрологической аттестации методик анализа, а также правила статистической обработки и представления результатов анализа;

систему сбора стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов, включая формирование необходимых компьютерных баз данных.

Внедрение новых прогрессивных технологий повышает качество работ, позволяя быстро обрабатывать и интерпретировать данные. Успешно внедряются проекты по автоматизации процесса управления. Автоматические устройства контроля при правильном выборе обеспечивают быстрые и точные измерения технологических параметров. Функциональная схема автоматизации является основным техническим документом проекта автоматизации, определяющим структуру системы управления технологическим процессом, а также оснащение его средствами автоматизации. Автоматизация технологического процесса позволяет многократно увеличить производительность, качество готовой продукции и значительно уменьшает затраты связанные непосредственно с изготовлением требуемого вида продукции.

Многочисленность и разнообразие методик химических измерений серьезно затрудняют как выработку общих метрологических рекомендаций, так и формирование оптимального набора стандартных образцов и других средств измерений.

Библиографические ссылки

1. Лифиц И. М. Основы стандартизации, метрологии, сертификации. М. : Юрайт, 2009.
2. Комарь Н. П. Химическая метрология. Гомогенные ионные равновесия. Харьков, 2003.

© Блинкова Д. А., 2012

П. В. Ворс
Научный руководитель – О. В. Шестернева
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ВНЕДРЕНИЕ МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ ИСО СЕРИИ 9000 В ТАМОЖЕННЫХ ОРГАНАХ

Рассматривается задача о внедрении в таможенных службах государств-членов Таможенного союза требований международных стандартов ИСО серии 9000 для обеспечения качества совершения таможенных операций и таможенного контроля объектов внешней торговли и освоения инновационных таможенных технологий.

Основной гарантией реализации поставленных задач является освоение руководящим составом и должностными лицами таможенных органов стандартов ИСО серии 9000 «Системы менеджмента качества», так как положения этих стандартов направлены не только на соблюдение установленных требований, но и на поиск методов улучшения процессов и их результатов, развитие творческого потенциала должностных лиц и формирование инновационных решений в таможенном деле.

Стратегической целью для таможенных органов в области качества таможенного контроля является создание и функционирование системы управления, обеспечивающей результаты таможенного контроля, которые полностью соответствуют ожиданиям и требованиям потребителей и заинтересованных сторон в лице государства, участников внешнеэкономической деятельности и должностных лиц таможенных органов.

Опираясь на требования международных стандартов, таможенные органы осуществляют качественное и эффективное управление процессом таможенного контроля, направленное на своевременное и полное поступление таможенных платежей в федеральный бюджет, неукоснительное соблюдение запретов и ограничений, снижение непроизводительных издержек участников внешнеэкономической деятельности, создание благоприятных условий для устойчивого развития торгово-промышленного потенциала Российской Федерации, удовлетворение потребностей должностных лиц таможенных органов.

Система менеджмента качества, разработанная в соответствии с требованиями международных стандартов ИСО серии 9000, расценивается как эффективный инструмент улучшения процесса таможенного контроля.

Она является механизмом соблюдения баланса интересов лиц, заинтересованных в результатах таможенного контроля: государства, должностных лиц таможенных органов и участников внешнеэкономической деятельности.

Основными задачами при создании системы менеджмента качества процесса таможенного контроля в таможенных органах следует считать:

- понимание и реализацию всеми должностными лицами таможенных органов Политики и стратегических целей в области качества таможенного контроля, разработанных на основе баланса интересов заинтересованных сторон [1];

- документирование процесса таможенного контроля;

- четкое определение полномочий и ответственности руководства и должностных лиц таможенных органов;

- создание условий и механизма систематического улучшения процесса таможенного контроля и его результатов.

Реализация стратегической цели и основных принципов системы менеджмента качества процесса таможенного контроля достигается путем осуществления деятельности по следующим направлениям [2]:

- совершенствование управления процесса таможенного контроля на основе осуществления непрерывного мониторинга, измерения, анализа и оценки и своевременного принятия корректирующих и предупреждающих действий, направленных на постоянное улучшение системы менеджмента качества процесса таможенного контроля;

- результативное и адекватное воздействие методами правоохранительной деятельности на участников внешнеэкономической деятельности, лиц, осуществляющих деятельность в сфере таможенного дела, и должностных лиц таможенных органов в целях соблюдения таможенного законодательства Таможенного союза и Российской Федерации;

- совершенствование управления человеческими ресурсами таможенных органов;

- осуществление конструктивного взаимодействия с участниками внешнеэкономической деятельности и лицами, осуществляющими деятельность в сфере таможенного дела;

- оптимизация структуры и штатной численности таможенных органов в целях соответствия уровню развития торгово-промышленного потенциала и таможенно-информационных технологий.

Актуальность освоения требований стандартов ИСО серии 9000 подтверждается также тем, что проблемы обеспечения качества таможенных процедур одновременно во всех странах Таможенного союза существенно усложняются. Необходимо решать массу проблем, связанных с унификацией и стандартизацией технических регламентов, методами согласования тарифных и нетарифных мер регулирования экспорта и импорта, единства таможенной статистики, унификации и стандартизации таможенной документации.

Необходимость разработки методологии управления таможенными процессами в странах Таможенного союза обусловлена различием в подходах к осуще-

ствлению таможенного администрирования, так как долгое время таможенные администрации Республики Казахстан и Белоруссии развивались автономно и в разной степени интегрированы с деятельностью таможенной службы России.

Необходим универсальный инструмент, позволяющий обеспечить единство принципов и подходов к управлению таможенной деятельностью, понимание и прозрачность действий для всех участников рынка и предсказуемость их для общества в целом, а также гарантированное достижение положительных результатов.

Сертифицированная система управления качеством, основанная на положениях международных стандартов ИСО серии 9000, является сегодня международно-признанным средством формирования доверия на рынке, избавляет организацию от лишних проверок, облегчает получение банковских кредитов и государственных субсидий, становится обязательным условием для участия в тендерах на поставку продукции и оказание услуг [3].

Следует отметить, что в таможенных органах основные предпосылки освоения стандартов уже сформированы: хорошо развит общий менеджмент, выстроена организационная структура, распределены ответственность и полномочия, определены процессы, созданы системы мониторинга, развиты коммуникации.

Библиографические ссылки

1. ГОСТ Р ИСО 9000:2008 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. М. : Изд-во стандартов, 2008.
2. ГОСТ Р ИСО 9001:2008 Системы менеджмента качества. Требования. М. : Изд-во стандартов, 2008.
3. ГОСТ Р ИСО 9004:2001 Системы менеджмента качества. Рекомендации по улучшению деятельности. М. : Изд-во стандартов, 2001.

© Ворс П. В., 2012

УДК 621.38

М. А. Глотова, Б. Н. Исмаилов
Научный руководитель – И. В. Трифанов
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ МНОГОКАНАЛЬНЫХ ВОЛНОВОДОВ.

Рассмотрены технологические возможности повышения качества пресс-форм, применяемых для изготовления многоканальных волноводов методом электролитического формообразования.

При изготовлении многоканальных волноводов типа мост кольцевой, имеющего каналы переменного сечения, целесообразно использовать метод электролитического формообразования на заранее изготовленную удаляемую оправку, повторяющую канал с необходимой точностью и шероховатостью поверхности. Для получения диэлектрических оправок необходимо изготовить легко разбираемую пресс-форму [1].

Электроэрозионная обработка проволочным электродом или жестким электродом позволяет получать каналы сложной формы с точностью $\pm 0,015$ мм и шероховатостью поверхности Ra 0,32–0,2 мкм при последующей полировке до Ra 0,12 мкм. Пресс-форма может быть изготовлена из стали 40Х13 с твердостью рабочей поверхности HRC 45–50. Свободная сборка

пресс-формы, возможность удаления из нее воздуха при заливке модельной массы, а так же поддержание требуемой температуры в процессе полимеризации обеспечивают высокое качество изготовления диэлектрических оправок и многоканальных волноводов при электролитическом формообразовании.

Библиографическая ссылка

1. Технологическое обеспечение качества при изготовлении многоканальных волноводов КВЧ-диапазона / Л. И. Оборина, Б. Н. Исмаилов, И. В. Трифанов // Вестн. СибГАУ: Красноярск, 2010. Вып. № 3. С. 13.

© Глотова М. А., Исмаилов Б. Н., 2012

А. С. Горшкова
Научный руководитель – Н. В. Захарова
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НА КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ

Рассматриваются факторы, влияющие на качество продукции, системы менеджмента качества, актуальные в современном производстве. Также выявляются более приемлемые для России направления в области системы качества.

На каждом предприятии на качество продукции влияют самые разнообразные факторы, как внутренние, так и внешние. К внутренним факторам относятся такие, которые связаны со способностью предприятия выпускать продукцию надлежащего качества, т. е. зависят от деятельности самого предприятия.

Технические факторы самым существенным образом влияют на качество продукции. Поэтому внедрение новой техники и технологии, применение новых материалов, более качественного сырья – материальная основа для выпуска конкурентоспособной продукции.

Организационные факторы связаны с совершенствованием организации производства и труда, повышением производственной дисциплины и ответственности за качество продукции, обеспечением культуры производства и соответствующего уровня квалификации персонала.

Социально-психологические факторы в значительной мере влияют на создание здорового социально-психологического климата в коллективе, нормальных условий для работы, воспитание персонала в духе преданности и гордости за марку своего предприятия, моральное стимулирование работников за добросовестное отношение к работе – все это важные составляющие для выпуска конкурентоспособной продукции.[1]

Для контроля этих факторов применяются TQM и стандарты ИСО серии 9000:2000 в качестве основы для создания комплексных систем управления с учетом особенностей конкретного предприятия.

Система TQM направлена на достижение полного соответствия подходов к обеспечению качества функциональных служб и подразделений компании, а также и ее субпоставщиков. [2].

Долговременные преимущества TQM:

- 1) более высокая продуктивность;
- 2) уменьшение количества брака;
- 3) повышение морального тонуса коллектива;
- 4) уменьшение затрат;
- 5) повышение доверия заказчика.

Рассмотрим еще одно направление развития стандартизации в сфере управления качеством продукции: QS 9000 (Quality system 9000).

Стандарт QS 9000 по существу носит отраслевой характер, так как разработан и принят тремя гигантами машиностроения: компаниями Chrysler, Ford и General Motors. К ним присоединились еще пять фирм – производителей грузовиков: Freightliner Trucks, Mack Trucks, Navistar International, Paccar, Volvo-GM

Heavy Truck Corporation. Стандарт QS 9000 базируется на ИСО 9000, но содержит разработанные указанными компаниями требования, которые носят как общепромышленный характер, так и более конкретизированный для каждой фирмы.

С 1997 г. этот стандарт QS 9000 объявлен обязательным для всех субпоставщиков указанных выше восьми компаний и будет обязательным для всех, кто к нему присоединится. Стандарт быстро вышел за границы отраслевого, и его популярность и принятие расширяются в США, к нему проявляется интерес и в других странах. Так, некоторые европейские, японские и корейские автомобильные компании объявили о своем интересе к QS 9000 и ориентации на него. Предложения по консультированию, обучению и сертификации систем качества на соответствие требованиям стандарта QS 9000 в зарубежных странах отражает растущий спрос на эти услуги.

Принимая во внимание эти факты, мы видим, что одни из лидирующих фирм в машиностроении добиваются качества своей продукции именно за счет контроля качества производства. А спрос многих автомобильных компаний на QS 9000 и их ориентация на этот стандарт говорит о его актуальности в современном производстве [3].

Итак, ИСО – это более документированная система, чем TQM. TQM отражает именно принципы, а механизм и способы их реализации требуют творческого подхода производителя в каждом конкретном случае, опоры на накопленный опыт в данной области [4]. Поэтому в России применение TQM выгодно, так как предприниматель, опираясь на принципы этой системы, может применять свои методы улучшения качества производства. Чем более творчески предприниматель будет относиться к процессу производства, тем быстрее он сможет повысить качество выпускаемой продукции. ИСО ориентируется только на получение сертификата. TQM, в отличие от ИСО, своей целью ставит изменение философии производства в целом; TQM направлено именно на улучшение производства. Чем больше российских предпринимателей обратят внимание на выгоды системы TQM, тем выше станет качество товаров на российском рынке в целом, что позволит укрепить положение России и на мировом рынке.

Делая вывод, можно сказать, что сейчас в мире являются актуальными интегрированные системы менеджмента качества, на которые ориентируется очень большое количество предприятий во всем мире. Интегрированная система менеджмента качества является

ся частью системы общего менеджмента предприятия, которая отвечает требованиям двух или более международных стандартов для системы менеджмента, и которая функционирует как единое целое. Но, в то же время, является очевидным, что интегрированную систему менеджмента качества ни в коем случае не следует отождествлять с общей системой интегрированного менеджмента предприятия, которая объединяет практически все аспекты деятельности данного предприятия. Следовательно, такое понятие, как «интегрированная система менеджмента качества» имеет ограниченное значение, хотя в то же время и является наиболее комплексным, чем понятие об отдельных системах менеджмента, которые объединены в общую интегрированную систему менеджмента.

Библиографические ссылки

1. URL: <http://www.sebestoim.ru/02.html>.
2. Материалы международной научно-технической конференции ААИ «Автомобиле- и тракторостроение в России: приоритеты развития и подготовка кадров», посвященной 145-летию МГТУ «МАМИ».
3. Крылова Г. Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии : учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. М. : Юнити-Дана, 2003. 671 с.
4. Сергеев А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник. М. : Юрайт, 2011. 820 с.

© Горшкова А. С., 2012

УДК 658.516

М. А. Дектярева

Научный руководитель – Т. Е. Кривина

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

СТАНДАРТИЗАЦИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ – ГАРАНТИЯ ВОЗРОЖДЕНИЯ ЭКОНОМИКИ

Во все времена к космической технике предъявлялись и предъявляются повышенные требования по безопасности как технологической, так и экологической. В связи с этим стандартизация и сертификация космической техники представляет собой весьма сложный процесс. С глобализацией торговых отношений в результате деятельности международных и региональных организаций сложилась мировая система технического регулирования.

В современной экономике стандартизация выполняет значительное число необходимых для общества функций. Она содействует достижению совместимости продукции, повышению качества и конкурентоспособности продукции и услуг, т. е. в целом способствует более глубокому распространению и пониманию новых технологий. Интенсивное развитие в нашей стране стандартизация получила после введения международной системы мер и весов 1918 г. Так, в 1969 г. в Научно-исследовательском институте стандартизации и унификации авиационной техники (НИИ СУ) проводили научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, и на основе полученных положительных результатов испытаний подготавливали перспективные отраслевые стандарты в интересах промышленности, принимая к унификации лучшие изделия Государственного союзного опытно-конструкторского бюро стандартов (ГС ОКБС), существовавшего до НИИ СУ. Но в то же время конструкторы, опираясь на свой высокий авторитет, позволяли себе любые отклонения от стандартов. Многие в то время считали, что стандартизация тормозит прогресс, в чем существенно ошибались. Ученые-конструкторы, продвигая свои изобретения, мало задумывались о трудоемком производстве и об их эксплуатации. Вся система стандартов авиационной техники соответствовала высокому техническому уровню, и была даже жестче американской. Однако они не всегда находили широкое применение из-за неготовности предприятий к их использованию. Нередко в период СССР внедрение новых стандартов для прак-

тического применения в конструкциях проводилось насильственным методом. На сегодняшний день стандарты внедрены практически во всех отраслях экономики. Производители и покупатели заинтересованы в производстве и потреблении высококачественного товара в разных областях: будь то продукты питания или авиационная техника. Но существует проблема: психологически человек не воспринимает стандарты (он не желает, чтобы его жизнь была стандартизованной), возникает одна попытка за другой, с его точки зрения, сделать лучше, тем самым не соблюдать стандарты. Строго выполнять требования стандартов зачастую не получается и из-за рационализма: производитель пренебрегает стандартами, и вносит изменение в производство, зачастую получая негативный результат. В наше время существует специальные условия, при которых можно отойти от системы стандарта и называются они технические условия (ТУ). Но в то же время покупатель стремится приобретать продукцию, изготовленную по стандартам, так как она более качественная. Возникает парадокс: человек в прямом смысле слова не знает, чего хочет. Но разработка стандартов и последовательность их применение на производстве – гарантия высокого качества. Рассмотрим систему международных стандартов. Здесь тоже можем увидеть противоречивую картину. Так, например, произошло с Метрической конвенцией, принятой в начале 60-х гг. XX в. и продублированной в Федеральном законе от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений». Конвенцию подписали тогда более 120

стран с обязательствами в течение пяти лет привести свои системы измерений в соответствие с Метрической конвенцией. Сегодня большинство ведущих стран игнорируют свое же решение и более того – проводят демонстративную экспансию внесистемных единиц в другие страны, принуждая их вводить у себя двойные системы измерений, например дюймовую и метрическую (Германия, КНР и др.). Опыт показывает, что международные стандарты отражают в основном вчерашний день. Внедрение новых стандартов не происходит, а если разработка и ведется, то стандарт не принимается другими странами. Самый рациональный путь к сотрудничеству в сфере международных стандартов – взаимное признание. Начало такому сотрудничеству в России было положено в 1998 г. В рамках межправительственного соглашения по безопасности полетов между Россией и США, где было прописано, что сотрудничество основывается на взаимном признании действующих стандартов в обеих договаривающихся странах. Данный пример подтверждает незыблемость стандартов как объекта технического регулирования. На сегодняшний день вопрос о стандартизации весьма актуален. В 2002 г. Вышел Федеральный закон «О техническом регулировании», и в одночасье в стране рухнула вся система стандартизации. Старые стандарты утратили легитимность, а новые национальные стандарты стали добровольными. Стандарты, на разработку которых были потрачены миллиарды рублей, превратились в кучу никому не нужных бумаг, а ведь их, например, в процессе построения современного военного самолета

применяется более 30 тыс. наименований. Для поддержания высокого уровня их надежности и безопасности крайне необходимы стандарты и другая нормативная документация. Но все это отменено федеральным законом. Фактически они продолжают применяться, а юридически – не существуют. Сейчас много говорят, что Россия – индустриальное общество. Но разве мы можем так сказать, когда наработки наших крупнейших специалистов оказались невостребованными. А ведь это потенциал высокого качества нашей продукции. С выходом ФЗ главным документом в сфере стандартизации стали технические регламенты. Присоединение той или иной страны к этой системе обусловлено заинтересованностью созданием условий для продвижения своих конкурентоспособных товаров на мировой рынок. Переход России к рыночным отношениям определил необходимость преобразования государственной системы технического нормирования в национальную систему технического регулирования. Переход от системы стандартов к системе технического регулирования в нашей стране должен был произойти в течение 7 лет после принятия Федерального закона «О техническом регулировании», но как мы видим, он происходит до сих пор. Не так важно, как система будет называться: то ли стандарты, то ли техническое регулирование. Главное, чтобы эта система была основой для решения экономических задач всех стран мира.

© Дектярева М. А., 2012

УДК 669.713.7

С. В. Еремцова
Научный руководитель – Е. А. Жирнова
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СТАТИСТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВАГОНОВ

Анализируется повышение качества изделий железнодорожных вагонов путем использования статистических методов на ООО «ДАК».

ООО «ДАК» – одно из ведущих предприятий в городе Красноярске, специализирующееся на производстве и монтаже алюминиевых строительных конструкций, предприятие российского масштаба по производству опалубки для монолитного домостроения и изделий для железнодорожного транспорта.

Одним из ведущих направлений деятельности компании «ДАК», является изготовление изделий из алюминиевых сплавов для железнодорожного транспорта. Применение современных материалов в сочетании с алюминиевыми изделиями позволяет улучшить интерьер салона, уменьшить вес вагона, продлить срок службы по сравнению с деревянными и стальными изделиями.

ООО «ДАК» производит окна из прессованных алюминиевых профилей для пассажирских вагонов плацкартного и купейного типа, для электропоездов, оборудованные двухкамерными или однокамерными

стеклопакетами из травмобезопасного стекла. Размеры оконных блоков (по ширине и высоте), а также радиус закругления окна определяется типом вагона и размерами оконного проема, что позволяют исключить дополнительную операцию по доработке оконного проема.

Алюминиевые окна со стеклопакетами, заменившие старые деревянные, позволяют увеличить срок службы вагона, герметичность окон полностью исключает конденсат на внутренней поверхности окон в любое время года, а в зимний период – снежный налет.

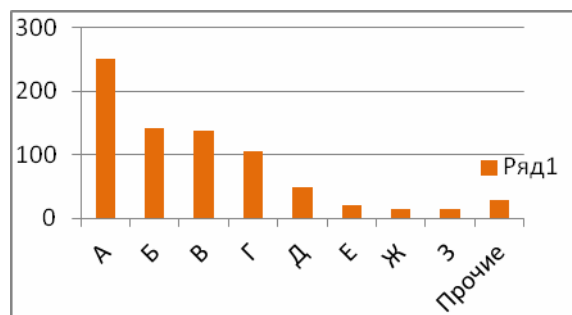
Оконные блоки представляют собой конструкции из комбинированного алюминиевого профиля, двухкамерного стеклопакета, и резиновых уплотнителей. Характеристика оконных блоков:

– назначенный срок службы окон 15 лет;

- коэффициент теплопередачи окна не более 3,2 Вт/(м² °С);
 - эксплуатация в диапазоне температур от –45° С до +40 °С;
 - размеры оконных блоков (по ширине и высоте), а также радиус закругления окна определяется типом вагона и размерами (радиусами) оконного проема;
 - окна изготавливаются в исполнениях (для плацкартных и купейных вагонов): окно глухое широкое, окно широкое с форточкой, окно узкое с форточкой, окно «аварийный выход»;
 - особенностью конструкции окна является наличие терморазрыва в комбинированном алюминиевом профиле. В качестве терморазрыва выступает резиновый профиль;
 - окно «аварийный выход» обеспечивает быстрое освобождение оконного проема в аварийной ситуации. Оконный проем освобождается путем извлечения стеклопакета из рамы окна. Отсутствие приемного короба под стеклопакет положительно отражается на параметрах микроклимата внутри вагона;
 - поверхности рам и створок окон могут иметь как защитно-декоративное порошковое покрытие цветовой гаммы по требованию заказчика, так и защитно-декоративное анодно-окисное покрытие;
 - при сборке окон используются крепежные изделия из нержавеющей стали;
 - окна могут изготавливаться с внутренними уплотнителями из ПВХ различной цветовой гаммы.
- Окна для пассажирских вагонов производства ООО «ДАК» разработаны на основании Технического задания и следующих требований:
- требования по стойкости к внешним воздействующим механическим факторам – ГОСТ 30631-99 «Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам при эксплуатации»;
 - требования по стойкости к внешним воздействующим климатическим факторам – ГОСТ 15150-69 «Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды»;
 - требования по безопасности – «Санитарные правила устройства, оборудования и эксплуатации пассажирских вагонов дальнего следования» М., 1984,

МПС СССР, № ЦУВС-19 от 19.09.84 (Общие технические требования. Пассажирские вагоны локомотивной тяги нового поколения. Утверждены: Зам. Министра путей сообщения от 26.07.1996); и СП 2.5.1198-03 «Санитарные правила по организации пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте.»

По результатам контроля изделий железнодорожного транспорта создаются сводки по браку за каждый месяц. Построение по этим сводкам диаграммы Парето позволяет выявить немногочисленные существенно важные дефекты за последние полтора года: адгезия по радиусу (А), лопнувшая термовставка по радиусу (Б), адгезия более 1 балла (В) и отклонения в результате настройки станка (Г).



В данный период времени идет процесс разработки мероприятий по повышению качества продукции железнодорожных вагонов с использованием статистических методов (контрольные карты Шухарта, диаграммы Исикавы, диаграммы Парето, гистограммы и др. [1]), а также разработки нормативных документов на применение статистических методов. Целью данных мероприятий является снижение числа дефектов, повышение качества продукции, повышение уровня удовлетворенности потребителей и, как следствие вышеперечисленных факторов, повышение конкурентоспособности предприятия.

Библиографическая ссылка

1. Системы, методы и инструменты менеджмента качества : учеб. пособие / М. М. Кане, Б. В. Иванов, В. Н. Корешков, А. Г. Схиртладзе. СПб. : Питер, 2008. 560 с.

© Еремцова С. В., 2012

УДК 658.56

А. И. Золотова

Научный руководитель – Е. А. Жирнова

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

ТЕХНОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОПТИЧЕСКОГО ГЕРМАНИЯ В СЛИТКАХ И ЗАГОТОВКАХ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

Анализируется технология управления качеством оптического германия в слитках и заготовках на основе статистических методов контроля.

На предприятии ОАО «Германий» для выращивания кристаллов Ge используется метод Чохральского. Он осуществляется путём вытягивания кристаллов вверх от свободной поверхности большого объёма расплава.

Этапы метода

1. Приготавливается затравка монокристаллического германия особо чистого
2. При необходимости в установке создаётся атмосфера с необходимыми параметрами
3. Навеска шихты расплавляется, при этом подвод энергии ведётся преимущественно снизу и с боков контейнера.
4. Выставляется положение уровня расплава относительно нагревателя, при котором создаются необходимые условия для начала кристаллизации исключительно в центре расплава вблизи от его поверхности.
5. Система выдерживается в таком состоянии для стабилизации потоков и распределения температуры в системе.
6. Жёсткая или гибкая подвеска с закреплённым на ней затравочным кристаллом необходимой структуры и ориентации опускается вниз, затравочный кристалл приводится в контакт с поверхностью расплава и выдерживается там для прогрева и оплавления зоны контакта.
7. Начинается вытягивание затравочного кристалла вверх в холодную зону. В ходе вытягивания сначала формируется цилиндр диаметром в несколько миллиметров – продолжение затравочного кристалла
8. Затем за счёт снижения температуры и скорости вытягивания диаметр призатравочного цилиндра увеличивают до необходимой величины, после чего вытягивают цилиндр максимально возможной длины.
9. Перед завершением процесса за счёт увеличения температуры расплава и за счёт некоторого увеличения скорости вытягивания диаметр кристалла постепенно уменьшают.

10. После завершения конуса и исчерпания остатков расплава производится отрыв слитка от расплава и постепенное охлаждение слитка до заданной температуры при некоторых условиях [1].

Предприятие ОАО «Германий» оснащено высокоточным оборудованием по механической обработке германия, позволяющим изготавливать заготовки различных форм (линзы, плоские, круглые и прямоугольные пластины). Несмотря на это доля брака производимой продукции высока.

Основными причинами брака являются:

- недостаточный уровень квалификации рабочих (причина 1).
- различные отступления от технологического процесса (причина 2).
- сложность использования высокоточного оборудования (причина 3).
- незнание технологии производства германия (причина 4).
- широкая номенклатура изделий (причина 5).

Построим диаграмму Парето для наглядности ситуации на ОАО «Германий».

С целью поддержания удовлетворенности требований потребителя и снижения доли забракованной продукции из германия, необходимо разработать процедуру статистического управления геометрическими параметрами и качеством поверхности получаемых изделий.

Важнейшей характеристикой качественного производства оптического германия является соответствие геометрических параметров и качество обработки поверхности (шероховатость, волнистость) требованиям заказчиков. Большую трудность создает разнообразие требований к размерам и формам продукции. Действующая система контроля качества не может обеспечить соответствие этим требованиям.

Диаграмма Парето "Причины брака ОАО "Германий"

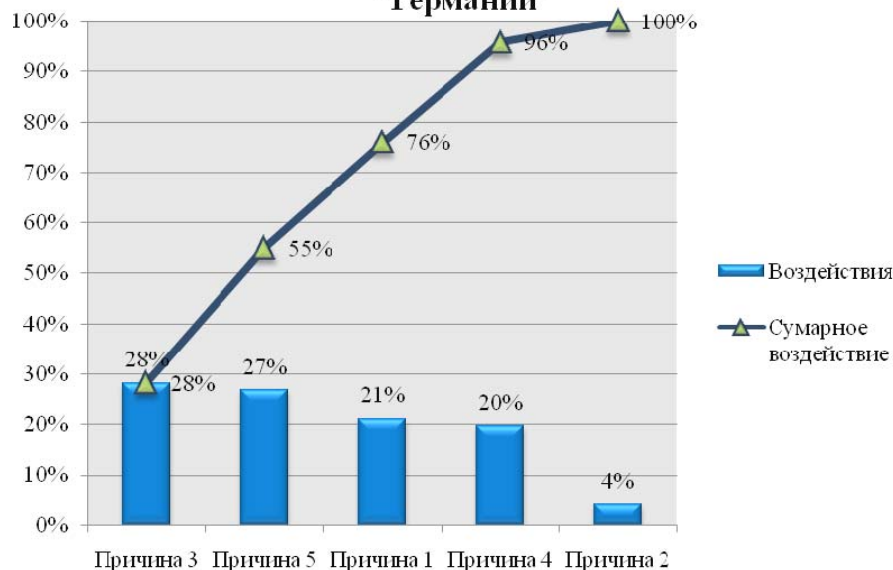


Диаграмма Парето

На мой взгляд, в ней недостаточно применены современные статистические методы управления качеством, а именно отсутствует применение контрольных карт в процессе производства. Действующая система контроля производства имеет большое число минусов, недочетов, она не отображает действительной картины соответствующих параметров и требует актуализации.

В связи с этим предлагается разработка технологического регламента «Управление процессами производства оптического германия в слитках и заготовках». Требования данного регламента позволят устранить и предупредить несоответствия по качеству выпускаемой продукции за счет использования контрольных карт на всех циклах производства изделий

из оптического германия. Требования данного технологического регламента распространяются на персонал лаборатории контроля производства, технологов и производственных мастеров участка механической обработки германия (получения плоских и сферических изделий) ОАО «Германий», осуществляющих управление процессами производства оптического германия.

Библиографическая ссылка

1. Рабочая инструкция по выращиванию германия монокристаллического. Красноярск : ОАО «Германий», 2011.

© Золотова А. И., 2012

УДК 620.197

А. С. Казакова, Т. А. Дербень
Научный руководитель – А. А. Снежко
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ЭЛЕКТРОЛИТА НА СВОЙСТВА И СТРУКТУРУ МДО-ПОКРЫТИЙ, СФОРМИРОВАННЫХ НА ВЕНТИЛЬНЫХ СПЛАВАХ

Микродуговое оксидирование (МДО) – сложный технологический процесс, позволяющий формировать многофункциональные покрытия на деталях из сплавов вентильных металлов (Al, Ti, Mg, Nb, Zr и т. п.). Выявление закономерностей влияния условий формовки оксидно-керамического покрытия ускорит и расширит внедрение микродугового оксидирования на производстве.

По составу электролиты бывают кислотными, щелочными, соевыми и комбинированными. Кислотные электролиты, в основном, применяют в традиционной технологии анодирования. Для микродугового оксидирования алюминиевых сплавов широко используются щелочные или, точнее, силикатно-щелочные, состоящие из жидкого стекла, гидроокиси натрия или калия и водной основы [1].

Иногда, в указанный тип электролита включают различные добавки, например, пероксид водорода [2] или комплексную соль диоксалатокупрата натрия [3] и получают, таким образом, комбинированные электролиты.

Согласно литературным данным при микродуговом оксидировании титановых сплавов, в основном, используют растворы кислот [4] (от 20 г/л до 25 % H_3PO_4), в которых получают мелкопористые и тонкие покрытия, соевые (60 г/л Na_2HPO_4), так и силикатно-щелочные (30 г/л KOH; 50 г/л Na_2SiO_3), в которых формируются покрытия с меньшей пористостью, чем в кислотных [5] и комбинированные (25% H_3PO_4 + $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$) [4]. При применении МДО-покрытий на титановых сплавах в медицинских целях исследователи особое внимание уделяют адгезии, гибкости и пластичности, при этом используются фосфатные и кальцийфосфатные электролиты [4, 5], являющиеся дорогостоящими. Поэтому для формирования защитных (антифрикционных, коррозионно-стойких и т. д.) МДО-покрытий на титановых сплавах для промышленного применения целесообразно использовать электролиты другого состава, а именно силикатно-щелочные.

Ряд авторов работают, в основном, с чисто силикатным электролитом – раствором жидкого стекла.

В то же время, как утверждают авторы [6], где использовали силикатно-щелочной электролит, с увеличением содержания SiO_3^{2-} (продукта диссоциации жидкого стекла при электролизе) уменьшается лишь время формовки, но даже значительно увеличение концентрации жидкого стекла в растворе мало повышает его проводимость. С этим справляется добавка в виде щелочи. Повышение концентрации щелочи при фиксированном содержании силиката натрия, как и повышение обеих концентраций, приводит к уменьшению формовочного напряжения и длительности процесса, так как щелочь повышает проводимость электролита. Сокращение длительности процесса при высоком содержании жидкого стекла, связано с тем, что разряды перестают динамично перемещаться по оксидируемой поверхности и подолгу горят на одном месте, где в итоге возникают «нагары». При малой концентрации жидкого стекла этого не наблюдается. В случае большой концентрации щелочи отдельные участки покрытия оплавляются до стекловидного состояния, становятся хрупкими и теряют адгезию. В местах «нагаров» и оплавлений покрытие отслаивается.

Таким образом, для формирования МДО-покрытий при выборе оптимального состава электролита необходимо учитывать состав подложки (сплав), специфику назначения изделия (эксплуатационные характеристики) и экономические затраты.

Библиографические ссылки

1. Область применения и свойства покрытий, получаемых микродуговым оксидированием / Э. С. Атрощенко, И. А. Казанцев, А. Е. Розен, Н. В. Голованова // *Физика и химия обработки материалов*, 1996. № 3. С. 8–11.
2. Модель перехода анодирования в микродуговой режим / В. И. Белеванцев, Г. А. Марков, О. П. Терлеева, Е. К. Шулепко // *Изв. СО АН СССР. Сер. хим. наук*, 1989. Вып. 6. С. 73–81.
3. Влияние добавок в электролит оксидирования комплексных соединений на процесс нанесения микроплазменных покрытий и их свойства / А. В. Тимошенко, Ю. В. Магурова, С. Ю. Артемов // *Физика и химия обработки материалов*, 1996. № 2. С. 57–64.

4. Ботаева Л. Б. Разработка технологии изготовления металлокерамических изделий для медицины на основе титана с оксидными и кальцийфосфатными покрытиями : автореф. дис. канд. техн наук: 05.17.11. Томск, 2005.

5. Адгезия и пластичность покрытий, полученных микроплазменным оксидированием титана / А. И. Мамаев, Т. И. Дорофеева, В. А. Мамаева, В. Н. Борилов // *Технология металлов*, 2008. № 3. С. 33–37.

6. О роли состава силикатного электролита в анодно-катодных микродуговых процессах / А. И. Слонова, О. П. Терлеева, Г. А. Марков // *Защита металлов*. 1997. Т. 33. № 2. С. 208–212.

© Казакова А. С., Дербень Т. А., 2012

УДК 620.197

А. С. Казакова, Д. В. Орлова
Научный руководитель – С. С. Ивасев
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ФОРМИРОВАНИЕ КАЛЬЦИОФОСФАТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ТИТАНОВЫХ СПЛАВАХ

Анализируются особенности формирования кальциофосфатных (КФ) покрытий на титановых сплавах.

Кости человека представляют собой композит, состоящий из соединений кальциофосфата и коллагена. При поражении костей в результате заболеваний или травм возникает необходимость в замене поврежденного участка. Но современные технологии моделирования природного компонента кости – неуспешны. Поэтому в ортопедии и стоматологии используют титан ВТ1-0, биосовместимые покрытия на основе гидроксиапатита, трикальцийфосфата и др. На сегодняшний день существуют разнообразные способы формирования кальциофосфатных покрытий на поверхности металлов, в том числе и микродуговой метод формирования покрытий в водных растворах электролитов [1]. Формирование покрытий в микродуговом разряде обусловлено протеканием высокотемпературных химических реакций в зоне локальных микроплазменных разрядов. Несмотря на всю привлекательность кальциофосфатных покрытий, их использование связано с рядом технологических сложностей их формирования на поверхности металлической матрицы с заданным составом и свойствами. Поэтому усовершенствование старых и разработка новых методов формирования кальциофосфатных покрытий с фазовым и элементным составом, близким к минеральному составу костной ткани и устойчивым к коррозии до сих пор являются актуальными и важными проблемами, имеющими практическое и фундаментальное значение.

Одной из проблем применения КФ остается также прочность сцепления покрытия с основой. Она зачастую недостаточна для того, чтобы обеспечить надежную связь растущей на покрытии костной ткани с материалом имплантата. При этом считается, что через год титановый имплантат сможет сам образовывать

связь с костью, почти такую же, как и резорбированные к этому времени КФ [2]. Кроме оксидной пленки, которая обладает способностью к разрушению даже при небольших деформациях, в настоящее время разрабатываются покрытия на основе кальциофосфатов, наносимых на поверхность титана электрохимическим методом. Предполагается, что такие покрытия имеют не только высокие прочностными характеристиками, но и способны к интеграции с костной тканью. Иными словами, если в случае биоинертных диэлектрических титанооксидных покрытий мы имели только их способность к механическому врастанию кости в микропоры, то кальциофосфатные пленки переводят эту способность на качественно новый уровень к биологической фиксации [3].

Обычно толщина КФ покрытия составляет от 30 до 100 мкм. Более толстые покрытия имеют характеристики хрупкой керамики и подвержены разлому. Таким образом, существует необходимость в создании покрытий с заданной толщиной, степенью кристалличности и адгезией к металлической основе [2].

Формирование на поверхности титана Са-Р покрытий, как в исходном электролите, так и в модифицированном электролите, придают биоматериалу биоактивные свойства, тем самым, повышая его биосовместимость [4].

Представляет интерес разработка технология нанесения кальциофосфатных покрытий на титановых сплавах методом МДО.

Библиографические ссылки

1. Бутовский К., Лясников В. Влияние механической обработки поверхности имплантата и режима плазменного напыления на микрорельеф и остеоинте-

грацию // Клиническая имплантология и стоматология. 1998. № 4. С. 36–41.

2. Гюнтер В. Э. Исследования эффектов памяти формы в сплавах на основе TiNi: автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. Томск, 1981. 18 с.

3. Способ обработки поверхности металлических дентальных имплантатов: патент РФ № 2346089, 10.02.2009. / А. Н. Митрошин, П. В. Иванов, А. Е. Розен, И. А. Казанцев, А. О. Кривенков, С. Н. Чугунов, М. А. Розен, В. В. Розен.

4. The optimum pore size for the fixation of porous surfaced metal implants by the ingrowth of bone / J. Bobyn, R. Pilliar, H. Cameron et al. // Clin. Orthop. 1980. Vol. 150. P. 263–271.

© Казакова А. С., Орлова Д. В., 2012

УДК 621.3 (075.3)

Б. Н. Казьмин, В. Б. Ковальчук
Научный руководитель – И. В. Трифанов
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИСТОЧНИКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Рассмотрена возможность применения электроэнергетической нанотехнологии для создания экологически чистых источников электроэнергии.

Исследование и освоение космического пространства, в особенности дальнего космоса, требует создания специальных транспортных средств и космических аппаратов, которым необходимо соответствующее электроснабжение, как для их жизнеобеспечения, так и для их перемещения в пространстве. Источники электроэнергии должны быть высоконадежными, взрывобезопасными, экологически чистыми, работоспособными десятки и сотни лет, обладать большой удельной мощностью. Такие требования могут выполнить источники электроэнергии, использующие неиссякаемую энергию электронного взаимодействия матрицы электронов и преобразующие эту энергию в электроэнергию [1–5].

Источником энергии в данной электроэнергетической технологии является электрон, обладающий электрическим зарядом $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, создающий электростатическое поле с энергией 511 кэВ [6].

В моле ионизированного вещества, в котором от каждого атома удален один электрон на расстояние ионного радиуса $r_i \sim 10^{-10}$ м, сосредотачивается порядка 10^{30} Дж электростатической энергии [7].

$$W_{Ac} = A^2 e^2 / 4\pi\epsilon_0 r_i. \quad (1)$$

Здесь $A = 6 \cdot 10^{23}$ – число Авогадро; ϵ и ϵ_0 – относительная и абсолютная диэлектрическая проницаемость ионизированного вещества. Для справки – сжигание 1 кг условного углеводородного топлива, дает $2,93 \cdot 10^7$ Дж, при сжигании 1 кг ядерного или термоядерного топлива, получают $\sim 10^{14}$ Дж или 10^{15} Дж соответственно. При полном преобразовании массы вещества в энергию, $E = mc^2$, можно получить не более $9 \cdot 10^{16}$ Дж/кг [6]. Затраты энергии на ионизацию моля вещества с помощью электрической дуги напряжением $U_g \sim 100$ В составляет $\sim 10^7$ Дж.

$$W_{Ag} = AeU_g. \quad (2)$$

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.

$$W_{Am} = AeU_a. \quad (3)$$

Коэффициент эффективности преобразования электроэнергии по технологии электронной энергетике при данном режиме работы составляет $\sim 2 \cdot 10^{20}$.

$$K_{we} = W_{Ac} / (W_{Ag} + W_{Am}). \quad (4)$$

При уменьшении матрицы электронов, коэффициент эффективности (4) электроэнергетической нанотехнологии (ЭЭНТ) снижаются. Чтобы ЭЭНТ была источником электроэнергии, а не просто преобразователем одной формы электричества в другую, необходим минимальный рабочий ток матрицы электронов, создаваемой «электронной пушкой» [3],

$$I_{pmin} = U_a^{3/2} 4\pi\epsilon_0 (e/m_e)^{1/2} = 4 \cdot 10^{-5} U_a^{3/2} (A). \quad (5)$$

Здесь $e/m_e = 1,76 \cdot 10^{11}$ Кл/кг – гиромагнитное отношение электрона [6].

Такая электроэнергетическая технология может обеспечивать аэрокосмический аппарат необходимой электроэнергией десятки лет, не расходуя ионизируемое рабочее вещество, не образуя вредных отходов и выбросов, и перемещать аппарат в пространстве, преобразуя электроэнергию в электродинамический вектор импульса силы [8].

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. № 5. 2010. Саров, Нижегородская обл. : Ядерный центр.
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. № 2. 2012. Саров, Нижегородская обл. : Ядерный центр.

6. Физическая энциклопедия : в 4 т. М. : Большая российская энциклопедия, 1994.

7. Энциклопедия низкотемпературной плазмы. Кн. 1 и 2. М. : Наука, 2000.

8. Казьмин Б. Н., Трифанов И. В. и др. Электродинамический движитель – заявка на патент RU № 201110 4950, положительное решение от 18.12.2011.

© Казьмин Б. Н., Ковальчук В. Б., 2012

УДК 669.713.7

В. В. Курако

Научный руководитель – П. И. Сизых

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

РАБОТА ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ И УНИФИКАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ ОАО «КРАСМАШ»

Данная работа посвящена необходимости улучшения документации по проведению работ по унификации на предприятии ОАО «Красмаш».

ОАО «Красмаш». Открытое акционерное общество «Красноярский машиностроительный завод» основано в 1932 г.

Сегодня на заводе внедрена международная система менеджмента качества, соответствующая требованиям международной организации по стандартизации (ИСО). Внедренная международная система менеджмента качества (СМК) потребовала разработки методологии оценки эффективности данной системы

Стандартизация – деятельность по установлению правил и характеристик в целях их добровольного многократного использования, направленная на достижение упорядоченности в сферах производства и обращения продукции и повышение конкурентоспособности продукции, работ или услуг [1].

Основными целями и задачами стандартизации на предприятии ОАО «Красмаш» является:

- обеспечение качества и конкурентоспособности производимой на предприятии ракетной космической техники и гражданской продукции;
- единства измерений;
- рационального использования ресурсов;
- взаимозаменяемости технических средств (машин и оборудования, их составных частей, комплектов изделий и материалов);
- содействие соблюдению требований технических регламентов;
- улучшение систем обеспечения качества продукции;
- содействие проведению работ по унификации [1].

Термин унификация определяет установление оптимального числа размеров или видов продукции, процессов или услуг, необходимых для удовлетворения основных потребностей. [2].

Сейчас на предприятии производится работа по переработке нормативных документов по унификации. Переработка всех имеющихся документов в один общий: «Система унификации. Организации проведения работ по унификации на предприятии». Проведение этой работы обеспечит:

- уменьшение количества документации в системе менеджмента качества;
- улучшение связи между системами, имеющими общие унифицированные элементы;
- повышение надежности и оперативности взаимодействия систем в связи с взаимозаменяемостью унифицированных элементов;
- улучшение показателей систем предприятия за счет совершенствования унифицированных элементов и сокращения расходов на ресурсы;
- отсутствие дублированных документов.

Библиографические ссылки

1. О техническом регулировании : федер. закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ.
2. ГОСТ 1.1-2002 «Межгосударственная система стандартизации. Термины и определения».

© Курако В. В., 2012

УДК 658.56

О. А. Назарова, Л. Л. Овчарова
Научный руководитель – Ю. Г. Малахова
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАЗРАБОТКА ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА ПРЕДПРИЯТИИ ООО «КЛМ-АРТ» НА ОСНОВЕ МС ИСО 9001:2008

Анализируются проблемы и этапы разработки документации СМК на предприятиях малого бизнеса.

Отечественный и международный опыт показывает, что эффективным механизмом упорядочения деятельности, как для крупных, так и для мелких предприятий, является разработка и внедрение системы менеджмента качества (СМК) в соответствии с требованиями международного стандарта (МС) ИСО 9001:2008 [1].

В ходе анализа имеющейся литературы, мы выявили следующие основные проблемы, связанные с разработкой СМК [2]:

- Недостаточная поддержка руководителей, вследствие их некомпетентности. Чаще всего она обусловлена недостаточной поддержкой руководителей, связанной с их некомпетентностью.

- Небольшая численность персонала на предприятиях не всегда позволяет создавать службы управления качеством, а СМК в первую очередь предполагает наличие комплекса внутреннего устройства организации и распределение ответственности и полномочий между отдельными функциональными структурными подразделениями. На небольших предприятиях для реализации требований стандартов ИСО серии 9000 приходится распределять функции между небольшим числом подразделений или сотрудников. А эта задача может оказаться сложной, так как никто из сотрудников не хочет брать на себя дополнительную ответственность и обязанности.

- СМК, разработанные с привлечением консультантов, имеют квалифицированно разработанные документы системы, но реальную разработку должны осуществлять собственные специалисты, хорошо знающие процессы и особенности взаимодействия подразделений и персонала внутри организации.

Объектом данного исследования является Общество с Ограниченной Ответственностью «КрасноярскЛесоМатериалы-Арт». ООО «КЛМ-Арт» ведущая компания в регионе специализирующаяся на строительстве деревянных домов из клееного бруса.

В число важнейших целей, сформулированных на заседании Правления компании, посвященном итогам работы в 2011 г. и планам развития на 2012 г., входят разработка системы управления качеством и выстраивание новой структуры системы управления, обеспечивающие достижение компанией поставленных стратегических целей.

Компания нуждается в системе менеджмента качества:

- для выхода на уровень производства, соответствующий мировым стандартам для работы с иностранными партнерами;
- упорядочения всей деятельности компании;

- повышения качества продукции;
- снижения затрат на несоответствующую продукцию.

Для создания СМК на предприятии «КЛМ-Арт» были определены представленные этапы:

Этап 1. Подготовка к разработке СМК. Создание организационной структуры СМК.

На первом этапе, нами была проведена следующая работа: определены цели и задачи СМК, реформирована организационная структура, обследовано фактическое состояние предприятия, разработана политика в области качества.

Главной целью ООО «КЛМ-Арт» в области качества является создание конкурентоспособной по показателям качества продукции, удовлетворяющей требованиям и ожиданиям потребителей и обеспечивающей стабильное финансовое положение компании и персонала.

Основным средством для достижения поставленной цели является система менеджмента качества, соответствующая требованиям стандартов ИСО 9001, ГОСТ Р ИСО 9001.

Цель достигается за счет решения следующих задач:

- систематический анализ текущих и перспективных требований и ожиданий потребителей и объективная оценка удовлетворенности нашей продукцией;
- систематическое обучение персонала в области качества, привлечение каждого сотрудника к участию в совершенствовании процесса создания качественной продукции, мотивация персонала с целью раскрытия их творческих способностей и вовлечения в процесс постоянного улучшения качества выпускаемой продукции;
- обеспечение соответствия продукции и процессов ее создания установленным требованиям к качеству;
- тщательная проверка и использование высококачественного сырья, а также работа с современным оборудованием, нацеленных на повышение стабильности технологических процессов и качества продукции;

Проанализировав имевшуюся на предприятии структуру подчинения, мы столкнулись с уже известной нам проблемой – штат был слишком мал. Решение: создание отдела качества, назначение руководителем заместителя директора по качеству, соответственно, изменение штатного расписания.

Этап 2. Создание комплекса документации СМК.

На сегодняшний момент мы приступили к разработке руководства по качеству, а также определили

перечень нормативных документов СМК, в том числе и 6 обязательных документированных процедур, такие как [3]:

- Управление документацией (п. 4.2.3);
- Управление записями (п. 4.2.4);
- Внутренние аудиты (проверки) (п. 8.2.2);
- Управление несоответствующей продукцией (п. 8.3);
- Корректирующие действия (п. 8.5.2);
- Предупреждающие действия (п. 8.5.3).

Этап 3. Согласование и утверждение документации СМК.

Предварительные выводы из деятельности службы качества пока еще делать рано, так как разработка документации СМК дело не одного дня, но с уверенностью можно сказать, что работники компании, во главе со своим руководителем, готовы к переменам,

которые повлечет за собой внедрение системы менеджмента качества.

Библиографические ссылки

1. Владимирцев А. В., Марцынковский О. А., Шеханов Ю. Ф. «Системы менеджмента качества и процессный подход» // Методы менеджмента качества. - 2011. - №5

2. Василевская С. В. Организация СМК на малых предприятиях // Компас промышленной реструктуризации. № 5(6). 2009

3. ISO Guide 72:2001. Guidelines for the justification and development of management system standards : руководящие указания для подтверждения и разработки стандартов системы менеджмента.

© Назарова О. А., Овчарова Л. Л., 2012

УДК 621.791

Т. С. Прокопьева

Научный руководитель – Е. А. Жирнова

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

СИСТЕМА АТТЕСТАЦИИ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА ООО «ГАЦ-ССР»

Рассматривается обеспечение качества сварочного производства на основе нормативной документации Госгортехнадзора, показана важность применения системы аттестации сварочного производства.

На опасных производственных объектах сварка является ключевым моментом безопасности. Повышение качества сварочных работ и, как следствие, промышленной безопасности отрасли является одной из важнейших современных технических проблем. С учетом требований времени, а также наличия крупномасштабных строек в нашем регионе существует растущий спрос на аттестованных в рамках Системы Аттестации Сварочного производства (САСв) персонала, сварочного производства, оборудования и сварочных технологий. Системой аттестации сварочного производства в г. Красноярске занимается Головной аттестационный центр Средне-Сибирского региона (ООО «ГАЦ-ССР»).

В настоящее время сварка заняла лидирующее место среди технологических процессов в изготовлении и сооружении большого числа металлоконструкций опасных производств, подконтрольных Ростехнадзору. Магистральные трубопроводы для транспортирования нефти и газа, трубопроводы пара и горячей воды, котлы, работающие под высоким давлением, резервуары для хранения нефтепродуктов и многое другое производится с применением современных способов сварки.

Разработка системы аттестации в сварочном производстве, начатая в 1992 году, была поручена специально созданному для этой цели Национальному аттестационному комитету по сварочному производству (в настоящее время Национальной Ассоциации Контроля Сварки – НАКС).

Учитывая, что в вопросах обеспечения качества выпускаемой продукции важнейшую роль играет че-

ловеческий фактор, необходимо было создать требования к оценке соответствия сварщиков и специалистов сварочного производства. Постановлением Госгортехнадзора России от 30.10.98 № 63 были утверждены Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства (ПБ 03-273-99). Аттестацию персонала по сварочному производству выполняют с учетом направленности производственной деятельности аттестуемых лиц. ПБ 03-273-99 устанавливают уровни профессиональной подготовки и порядок аттестации сварщиков, выполняющих сварочные и наплавочные работы, а также инженерно-технических работников, осуществляющих организацию, руководство и технический контроль за производством сварочных работ [1].

В настоящее время система аттестации сварочного производства помимо аттестации персонала по сварочному производству распространена также на аттестацию сварочных материалов, сварочного оборудования и сварочных технологий.

Аттестацию сварочных материалов проводят для определения возможности применения их при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов требованиям нормативных документов. Аттестации подлежат сварочные электроды для дуговой сварки, сварочные проволоки сплошного сечения, порошковые проволоки и ленты, защитные и горючие газы и сварочные флюсы. Аттестация сварочных материалов производится в соответствии с требованиями руководящего документа «Порядок применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и ре-

конструкции технических устройств для опасных производственных объектов» (РД 0-613-03) [2].

Аттестацию сварочного оборудования выполняют для проверки возможности сварочного оборудования обеспечивать заданные технологические характеристики для различных способов сварки, определяющие требуемое качество сварных соединений при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов. Аттестация сварочного оборудования производится в соответствии с требованиями руководящего документа «Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов» (РД 03-614-03) [3].

Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов установлен руководящим документом РД 03-615-03. Производственную аттестацию технологии сварки и наплавки осуществляют с целью подтверждения того, что организация, занимающаяся изготовлением, монтажом, ремонтом или реконструкцией технических устройств, оборудования и сооружений, применяемых на опасных производственных объектах, обладает техническими, организационными возможностями и квалифицированными кадрами для производства сварки (наплавки) по аттестованным технологиям, а также проверки того, что сварные соединения (наплавки), выполненные в условиях конкретного производства по аттестуемой технологии, обеспечивают соответствие требованиям к опасным производственным объектам общих и специальных технических регламентов, а до их вступления в силу – нормативных документов, утвержденных или согласованных Госгортехнадзором России, конструкторской (в части требований к сварке и контролю качества) и технологической документации. Использование неаттестованных сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции техниче-

ских устройств, подконтрольных Ростехнадзору не допускается. В проведении исследовательских аттестаций сварочных технологий помимо аттестованных центров участвуют специализированные организации, перечень которых определяет Ростехнадзор. Предусмотрено проведение исследовательской и производственной аттестации сварочных технологий. Результаты аттестаций сварочных технологий заносятся в реестр [4].

Результаты аттестации персонала, сварочного производства, оборудования и сварочных технологий заносятся в единый реестр НАКС, размещенный на сайте www.naks.ru и доступен для общего пользования.

Использование САСв вот уже 20 лет, на опасных производственных объектах позволило поднять производство на более качественный уровень, сократить риск аварий связанных со сваркой.

Библиографические ссылки

1. Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства : Постановление Госгортехнадзора России от 30.10.98 № 63.
2. Порядок применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов : Постановление Госгортехнадзора России от 19.06.2003 № 101.
3. Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов : Постановление Госгортехнадзора России от 19.06.2003 № 102.
4. Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов : Постановление Госгортехнадзора России от 19.06.2003 № 103.

© Прокопьева Т. С., 2012

УДК 658.562

А. Н. Пурхало

Научный руководитель - Т. Е. Кревина

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

ЛИДЕРСТВО-СОСТАВЛЯЮЩАЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

Данная статья посвящена лидерству, которое является основным и необходимым качеством в системе управления. Управление без сильного лидера не эффективно, а иногда просто невозможно.

По разным определениям лидерство – это способ влияния и управления. Для многих лидер – это предводитель, вперёд смотрящий, руководящий людьми идвигающий к цели. Лидер во многом определяет успех организации, динамику развития фирмы. От него зависят мотивация работников, их отношение к труду, взаимоотношения и многое другое.

Для эффективного осуществления функций планирования, организации, мотивации, контроля необ-

ходимо эффективное руководство. Поэтому тема лидерства является ключевой для многих сфер жизни человека: бизнеса, политики, спорта, менеджмента.

Эффективность менеджмента отражает его результативность в достижении целей управляемого объекта и обеспечении социально-экономического эффекта в сопоставлении с использованными ресурсами и затратами на управление. Экономический смысл эффективности менеджмента – в обеспечении наибольшего

экономического эффекта при данных ресурсах (затратах) на управление [2].

Таким образом, эта область имеет огромное значение в управлении и, на мой взгляд, обязательна и полезна для изучения.

Цель системы менеджмента качества (СМК) – это соответствие результатов процессов компании потребностям потребителя, организации и общества. Для достижения своей цели перед СМК стоят следующие задачи: постоянное улучшение качества продукции и снижение затрат на обеспечение качества посредством использования цикла PDCA (цикл Деминга), состоящего из: планирования, действия, анализа, корректировки (устранение причин несоответствия, а не просто коррекция полученных результатов); создание у потребителей уверенности в отсутствии брака за счет сертификации системы менеджмента качества [2].

Поэтому ключевым фактором по достижению данной цели и выполнению данных задач является лидерство высшего руководства. То есть личное желание и стремление первого руководителя предприятия выстроить действующую систему. Крайне желательно, чтобы процесс разработки и внедрения системы менеджмента качества находился также под контролем высшего руководства, для успеха проекта необходимо выделять требуемые материальные и трудовые ресурсы для его осуществления, кроме того, периодически должен проводиться анализ системы со стороны лидера с целью анализа ее эффективности и совершенствования.

Ключевыми качествами современного лидера являются:

- Видение перспективы. Настоящий лидер должен уметь смотреть вперёд. Он должен уметь предвидеть будущее и, исходя из своего видения, направлять свою команду вперёд к цели.

- Мотивация. Лидер должен уметь стимулировать себя и свою команду. В любой, даже самой безвыходной ситуации лидер верит в то, что выход существует. Лидер должен уметь вдохновлять и побуждать других к действию.

- Распознавание слабых сигналов (чувствительность). Современный мир – мир перемен. Лидер должен быть внимателен к изменениям, происходящим во внешнем мире, в его команде. Умение получать обратную связь и быстро реагировать, упреждать – значит быть на полшага впереди всех.

- Гибкость в поведении. Лидер должен уметь реагировать не только быстро, но и обладать разными стратегиями поведения. К каждому человеку должен быть свой подход, важно его не только найти, но и провзаимодействовать с ним, учитывая свои и его интересы, действовать из позиции выигрыш-выигрыш, где обе стороны получают взаимную выгоду.

- Система поощрений и наказаний [1].

В дополнение также важны такие лидерские качества, без которых поставленной цели в СМК не достичь: целеустремлённость, внутренняя целостность, системность мышления, любознательность, активность, инициативность, желание большего, организованность, последовательность, коммуникабельность, создание доверия, самообладание, смелость, умение говорить, убеждать, умение слышать и слушать.

Но, конечно, одной из важнейших характеристик лидера служит реализация всех этих навыков и умений в управлении. Любое слово должно воплощаться в действиях и поступках.

Тактикой СМК являются предупреждение причин дефектов, вовлечение всех сотрудников в деятельность по улучшению качества, активное стратегическое управление, непрерывное совершенствование качества продукции и процессов за счет корректирующих и предупреждающих мероприятий, использование научных подходов в решении задач, регулярная самооценка. Поэтому можно сказать, без выше перечисленных качеств, присущих лидеру, не могут быть выполнены задачи СМК данной тактикой.

Функционирование любого предприятия не возможно без привлечения соответствующих кадров. Как бы технологически не было развито производство, в любом случае люди решают все. Основная функция управления и заключается в том, чтобы рационально использовать все имеющиеся в его распоряжении факторы производства. Грамотное управление персоналом – есть залог успеха. От того, как обучен персонал, насколько он подготовлен к разнообразным ситуациям, зависит дальнейшая судьба компании, а функционирование персонала во многом зависит от стиля руководства предприятия.

Личностные качества лидера влияют на успех его работы, а, следовательно, и успех организации. Лидер может повысить эффективность работы подчинённых, не прибегая к общепринятым мерам, а используя свои лидерские качества и способности. Данная тема стала очень актуальной в наше время, когда многочисленные фирмы столкнулись с проблемой эффективного руководства. Только умения и личные качества лидера могут помочь руководителю более эффективно работать с подчинёнными.

Библиографические ссылки

1. Мельников О. Н., Ларионов В. Г. Подходы к изучению лидерства и лидерских качеств // *Российское предпринимательство*. 2008. № 5 (17). С. 54–58.

2. Никифоров И. К. Системы менеджмента качества – Фактор эффективного управления образовательными структурами // *Современные наукоемкие технологии*. 2010. № 7. С. 268–272.

© Пурхало А. Н., 2012

УДК 658.5

О. В. Римаренко
Научный руководитель – Е. А. Жирнова
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГАБАРИТНО-ВЕСОВЫХ МАКЕТОВ ПРИБОРОВ

Рассмотрен процесс изготовления габаритно-весовых макетов приборов модуля полезной нагрузки и модуля служебных систем космических аппаратов. Проанализирована метрологическая подготовка производства габаритно-весовых макетов приборов.

С 2011 года Ресурсный центр СибГАУ «Космические аппараты и системы» реализует заказ ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф.Решетнева» по изготовлению габаритно-весовых макетов приборов модуля полезной нагрузки и модуля служебных систем космических аппаратов. Габаритно-весовые макеты приборов (ГВМ) предназначены для оценки правильности конструктивных решений, оценки прочности конструктивных элементов космического аппарата.

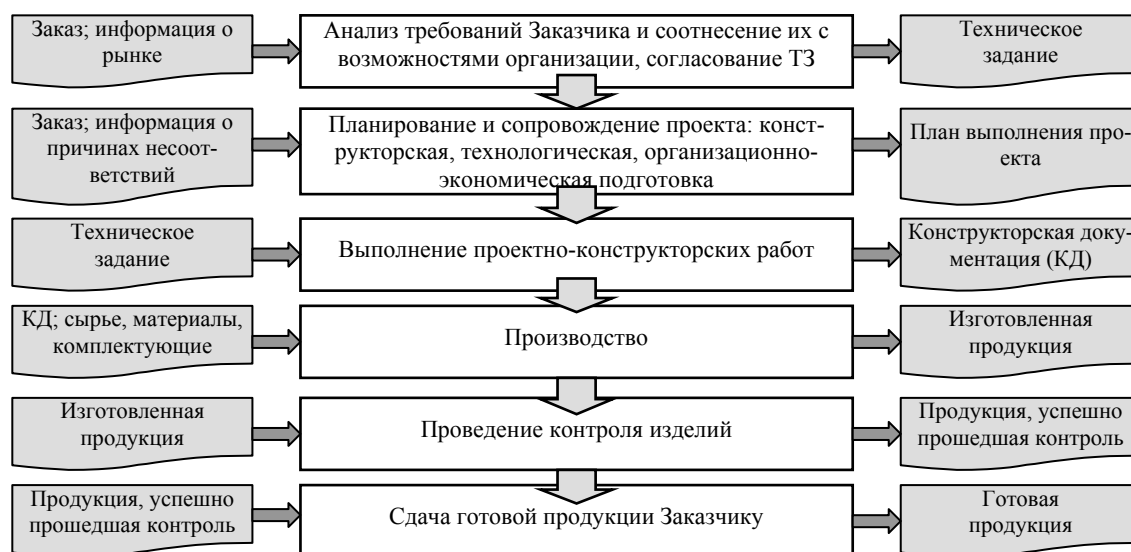
Важным вопросом при изготовлении ГВМ является вопрос метрологического обеспечения качества изделий. Контроль качества позволяет убедиться в том, что производство не снижает качества проекта, а изготовленное изделие соответствует конструкторской документации (КД). Процесс обеспечения качества необходим для применения плановых систематических операций по проверке качества с целью удостовериться, что в проекте используются все необходимые процессы для выполнения требований [1].

Под метрологическим обеспечением понимают установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений. При разработке метрологического обеспечения необходимо использовать системный подход, суть которого заключается в рассмотрении метрологической подготовки производства как совокупности взаимосвязанных процессов, объединенных одной целью – достижением требуемого качества измерений.

Основные этапы процесса изготовления ГВМ приборов представлены на рисунке.

На первой стадии выполнения работ по изготовлению ГВМ осуществляется разработка КД, закупка покупных комплектующих изделий и материалов и изготовление деталей и сборочных единиц. На второй стадии осуществляется изготовление ГВМ приборов модуля полезной нагрузки и модуля служебных систем, сдача готовой продукции заказчику.

В процессе производства ГВМ проходят ряд этапов. Изначально программист, на основе составленной конструкторским бюро 3D модели, разрабатывает управляющую программу для станка с ЧПУ. Параллельно с написанием программы осуществляется процесс выбора и отрезания заготовки. Управляющая программа и заготовка поступают на рабочее место оператора, где последний приступает к изготовлению детали. При наличии соответствующих требований в КД, деталь отправляют на сварочные работы и/или на покрытие в субподрядную организацию. При поступлении детали на сборочный участок, осуществляют слесарные и сверлильные операции, нарезают резьбу, и, если все необходимые детали изготовлены и находятся на участке, приступают к сборке изделия. В процессе изготовления деталей применяют: универсально-фрезерный станок с ЧПУ и программным обеспечением, токарно-револьверные центры с ЧПУ, токарно-винторезный станок с ЧПУ, вертикально-фрезерный станок с комбинированной системой управления, гравировально-фрезерный станок и другое технологическое оборудование.



Основные этапы изготовления габаритно-весовых макетов приборов

Проверка соответствия объекта установленным техническим требованиям осуществляется при производстве ГВМ непрерывно. Так, программист контролирует соответствие программы КД и 3D модели, инженер заготовительного участка – процесс отрезания заготовки, оператор осуществляет контроль поступившей в цех заготовки, а также контроль наладки оборудования в процессе работы. Контроль проводится и на стадиях сварочных, слесарных, сверлильных работ. Осуществляют контроль при помощи специальных технических средств – средств измерений. В процессе контроля ГВМ применяют: штангенциркуль, линейку металлическую, весы, штангенрейсмус, угломер, микрометр, калибры, измеритель шероховатости поверхности. На некоторых операциях (например, при сварочных работах) контроль осуществляют визуально, и гарантией качества выполненных работ является аттестат и профессионализм сотрудника.

Ключевыми параметрами при контроле готовых ГВМ приборов модуля полезной нагрузки и модуля служебных систем являются масса и габаритные размеры. Необходимо, чтобы изготовленные детали соответствовали установленным конструкторской документацией требованиям. Также контролируют припуск острых кромок, наличие фасок, межосевое

расстояние отверстий, количество, размер и расположение отверстий, соответствие шероховатости поверхности, качество механической обработки (царапины, заусенцы и др.), чистоту изделия, качество сварных швов и целостность покрытия.

В заключение отметим, что предприятие должно непрерывно осуществлять контроль за производством, состоянием, применением и ремонтом контрольно-измерительного оборудования, а также за соблюдением метрологических правил и норм. Кроме того, необходимо проводить анализ состояния измерений, разрабатывать и осуществлять на его основе мероприятия по совершенствованию метрологической подготовки производства.

Библиографическая ссылка

1. Римаренко О. В., Жирнова Е. А. Вопросы обеспечения качества исполнения проекта по созданию малого космического аппарата // Решетневские чтения : материалы XV Междунар. науч. конф. (10–12 нояб. 2010, г. Красноярск). Красноярск, 2010. Ч. 2. С. 631–632.

© Римаренко О. В., 2012

УДК 621.38

Д. С. Силина, Л. И. Оборина
Научный руководитель – И. В. Трифанов
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ТРУБ ВОЛНОВОДОВ МЕТОДОМ ДОРНОВАНИЯ

Показаны методы обеспечения качества инструмента – дорна при изготовлении труб волноводов.

Изготовление труб волноводов КВЧ – диапазона методом дорнования с высокой точностью и качеством рабочей поверхности каналов, требует увеличения прочных характеристик поверхностного слоя инструмента-дорна. Стойкость инструмента-дорна, изготавливаемого из стали 60 ХГС, может быть обеспечена лазерной закалкой в воде с получением мелкозернистой структуры металла в поверхностном слое и более высокой твердостью HR_c 62–65 [1]. Лазерная закалка поверхности инструмента-дорна имеет преимущества перед традиционными методами, что обусловлено большими скоростями нагрева и охлаждения и небольшой глубиной прокаливания поверхностного слоя. При этом обеспечивается незначительная деформация инструмента-дорна и вязкость внутренних слоев оправки малого сечения 1,8х3,6 мм, позволяющие улучшить его прочность и шероховатость поверхности после полировки до R_a 0,16 мкм. Для

повышения стойкости, рабочую поверхность инструмента-дорна рекомендуется покрывать износостойким твердым покрытием, например, нитридом титана. Толщина наносимого слоя может достигать 5–10 мкм. Стойкость инструмента-дорна при этом возрастает в 4–6 раз.

Обработка каналов волноводов инструментом-дорном, изготовленным по предоставленной технологии, обеспечивает высокое качество рабочей поверхности и точность каналов волноводов КВЧ – диапазона.

Библиографическая ссылка

1. Трифанов И. В., Стерехов И. В. Исследование технологических параметров при изготовлении труб волноводов малого диаметра // Вестник СибГАУ. № 2. 2008. С. 160–163.

© Силина Д. С., Оборина Л. И., 2012

УДК 339.5

Ю. В. Скутина
Научный руководитель – Н. В. Захарова
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОСОБЕННОСТИ ВСТУПЛЕНИЯ РОССИИ В ВТО

Новый этап в развитии экономики России, выход на международную арену. Россия и ВТО – новые отношения, новые возможности и проблемы. Чем же для России окажется вступление в ВТО: толчком для развития или еще одним грузом для экономики?

Для России становления и определения своей роли на международном рынке является очень важным событием в экономической и политической жизни страны.

Россия, как и любое другое государство, стремиться к исключению дискриминации национальных производителей, товаров и услуг на рынках других стран. Равноправному участию в международных экономических отношениях, которые регулируются нормами и правилами международных организаций. Для достижения этой цели нашей страной были предприняты конкретные действия для вступления во Всемирную Торговую Организацию (ВТО). Присоединение к ВТО было сопряжено с решением комплексов сложных проблем, охватывающих не только наши внешнеэкономические связи, но и экономику страны в целом.

Путем многочисленных переговоров, встреч, заседаний, путем работы над структурой своей экономики в анализе требований ВТО и сопоставление их с аспектами нашей экономики, наша страна почти за два десятилетия достигла этой цели.

И вот Россия официально принята в ВТО. 16 декабря прошедшего года был подписан протокол о присоединении России к ВТО. С российской стороны его подписал министр экономического развития РФ Эльвира Набиуллина, а со стороны ВТО – глава организации Паскаль Лами.

Чем окажется для России вступление в ВТО: толчком для развития или еще одним грузом для экономики? Чем мы жертвуем и что собираемся получить?

Вступив в ВТО, Россия берет на себя обязательства по пересмотру и снижению средневзвешенной ставки импортного тарифа на товары с 10 % до 7,8 % в 2011 году, в число таких ставок входят ставки на сельскохозяйственные товары с 15,6 % до 11,3 %, для промышленных – с 9,4 % до 6,4 % [1].

Большое влияние вступление окажет на отечественные предприятия железнодорожной, промышленной и агропромышленной отраслей. Хотя нашей стране и дан переходный период на гармонизацию железнодорожных тарифов, но в любом случае это напрямую скажется на финансовой составляющей данной отрасли [3].

Также Россия должна снизить общее число субсидий сельскохозяйственным предприятиям. Как говорится в пресс-релизе ВТО, объем поддержки АПК в 2012 г. будет в пределах \$9 млрд, к 2018 году этот показатель сократится до \$4,4 млрд.

Россия должна будет в течение пяти лет отменить экспортные пошлины на огромный список товаров.

Но России удалось отстоять некоторые, экономически важные продукты для страны как: семена масличных, нефть, нефтепродукты и газ, лесоматериалы, лом черных и цветных металлов, оси железнодорожных локомотивов, а также шкуры и кожа. Снижение пошлин должно привести к шквалу качественных зарубежных продуктов, которые составят жесткую конкуренцию нашим производителям.

На фоне такого поворота событий, наши производители должны будут начать действовать в направлении улучшения качества национальных товаров. В достижении этой цели должно пойти обновление, давно устаревшего оборудования на наших предприятиях, что позволит не только улучшить качество, но и увеличит продуктивность использования ресурсов. Хотя это потребует больших капиталовложений, но с увеличением продуктивности производства увеличится количество производимого товара, что должно способствовать более быстрой окупаемости нового оборудования.

Наряду с этим, при вступлении во Всемирную Торговую организацию, наша страна становится более привлекательна для инвестиционных потоков из-за рубежа. Так как членство в ВТО действует как гарант надежности и безопасности зарубежных инвестиций. Следовательно, в нашу страну «потекут» не только новые инвестиции, но и высокие технологии, которые неразделимо следуют с ними. Новые технологии это еще один из немаловажных факторов, в котором нуждается наше производство и конечно сама экономика.

Инвестиции и производство товаров зарубежными странами на нашей территории ведет за собой к организации новых рабочих мест. Что тоже благоприятно будет влиять на нашу экономику и существенно снизит уровень безработицы в стране.

Еще есть предположения, что на фоне высокой конкуренции, на рынке, должны выиграть и потребители. В связи со снижением ставки импортного тарифа на рынок должно поступить товары более низкой стоимости, но в тоже время более высокого качества товары. Но это еще не все, также должны снизиться в цене и национальные товары, как уже говорилось выше, это произойдет благодаря новым технологиям и обновлению самого производства [2].

От улучшения внешних условий торговли выиграют экспортно-ориентированные промышленные и приграничные регионы. Так как их рынок сбыта продукции увеличится, причем для этого от них требуется, только соответствие качества товаров международным стандартам.

С момента вступления в ВТО Россия должна соблюдать все правила международной организации. Строить свою внутреннюю и внешнюю экономическую политику с учетом принципов и правил ВТО.

Вообще перестройка принципов экономической политики нашей страны по стандартам ВТО займет немало времени и труда. Придется пересмотреть свою внутреннюю экономическую политику по поддержке своего производителя. Привести в соответствие государственное управление качеством в соответствии с принципами и стандартами ВТО. Но и непосредственно производителю также перестраивать свою систему ведения хозяйства и систему управления производства в соответствии с международными стандартами.

Но мы будем верить в силы и упорство нашего народа. Что благодаря нашему желанию и целеустремленности наша Великая Родина, прошедшая через

многие политические и экономические потрясения, прочно вошла в ВТО. И нашей экономике грядущие изменения пойдут только на пользу и будут способствовать ее эффективному развитию.

Библиографические ссылки

1. Овчинников Р., Полякова Ю. Вступление в ВТО должно снизить цены // *Известие*. 2011. № 237. С. 1.
2. Оболенский В. Россия в таможенном союзе с ВТО: новое в торговой политике // *Мировая экономика и международные отношения*. 2011. № 12. С. 22–30.
3. Суркова С. Что ждет отечественные предприятия железнодорожной отрасли после вступления России в ВТО? // *Стандарты и качество*. 2012. № 2(896). С. 32–33.

© Скутина Ю. В., 2012

УДК 621.81.004

А. В. Сутягин, Ю. В. Сутягина
Научный руководитель – И. В. Трифанов
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ МНОГОЛЕЗВИЙНОГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ РОТАЦИОННОМ ТОЧЕНИИ

Показаны факторы, влияющие на повышение стойкости режущих элементов многолезвийного инструмента при ротационном точении.

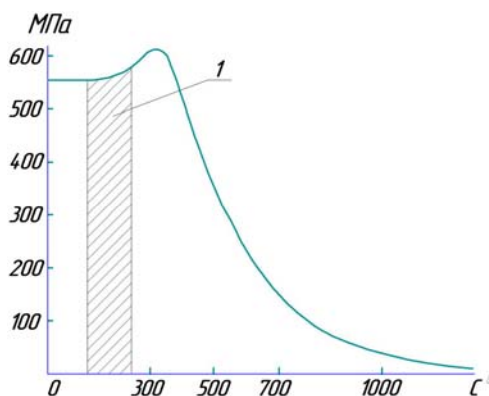
При традиционной механической обработке заготовок радиальными фасонными резцами со скоростями 10–40 м/мин отмечается рост силы резания, продольной усадки стружки и увеличение шероховатости обрабатываемой поверхности. Это вызывает необходимость перехода в зону скоростных режимов резания ($V = 80\div 140$ м/мин) при механической обработке деталей машин. При скоростных режимах резания происходит срыв нароста с передней поверхности резца, в результате этого при постоянной подаче S снижается шероховатость обрабатываемой поверхности. Однако при этом может резко возрастать температура в зоне резания до 600 °С и выше, что ведет к быстрому износу инструмента за счет уменьшения твердости и предела прочности инструментального материала (рисунок).

Повышение стойкости многолезвийного инструмента при ротационном точении определяется следующими факторами:

- постоянным изменением точки контакта режущих элементов в зоне резания за счет вращения и перемещения инструмента с подачей $S = 1,25$ мм/об;
- снижение температуры на лезвии режущего элемента до 40 °С, температуры стружки не более 300 °С, температуры обрабатываемой поверхности детали до 60 °С при скорости резания 26–35 м/мин.

Указанные факторы способствуют повышению стойкости режущих элементов, изготавливаемых из быстрорежущей стали Р6М5 так как в соответствии с графиком зависимости прочности стали от темпера-

туры при 300 °С обеспечивается максимальная $\sigma_b = 550$ МПа, а при повышении температуры в зоне резания выше 500 °С σ_b снижается до 300 МПа [1].



Прочность стали в зависимости от температуры:
1 – зона температур при ротационном точении

В связи с этим в более чем в 1,8 раз возрастает стойкость режущего элемента инструмента.

Библиографическая ссылка

1. Сутягин А. В., Малько Л. С., Трифанов И. В. Технологические особенности многолезвийной обработки винтовых поверхностей ротационным точением // *Вестник СибГАУ*. № 3 (36). Красноярск, 2011. С. 156–161.

© Сутягин А. В., Сутягина Ю. В., 2012

Н. В. Тетерина
Научный руководитель – Т.Е. Кревина
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М.Ф. Решетнева, Красноярск

ВОЗВРАЩЕНИЕ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ МНОГОРАЗОВЫХ КОСМИЧЕСКИХ КОРАБЛЕЙ

В наше время рассматриваются возможности разработки универсальной возвращаемой первой ступени с возможностью использования для различных космических кораблей. Ступень будет доставлять на опорную орбиту 7–60 тонн полезной нагрузки.

Необходимость развития новейших летательных аппаратов связана с экологическими проблемами окружающей среды и загрязнения космического пространства «космическим мусором». С этой целью российские ученые запустили в массовую разработку эскизного проекта «Многоразовая ракетно-космическая система первого этапа» (МРКС-1).

Многоразовую ракетно-космическую систему (МРКС-1) начали разрабатывать как «носитель XXI века» в начале 2006 года. Роскосмос пригласил к участию российских специалистов ракетно-космических комплексов, в открытом конкурсе на право заключения государственного контракта на выполнение работ в рамках Федеральной космической программы России на 2006–2015 гг. Роскосмосом был выставлен тендер, заказ на разработку эскизного проекта. На эту работу выделяется 250 миллионов рублей, и отводится два года на создание эскизного проекта этого нового типа транспорта. Лот, выставленный на тендер, носит название МРКС-1. Победитель тендера должен теоретически и экспериментально обосновать, основные параметры и технические характеристики, необходимые для создания МРКС-1 [1].

Сама многоразовая система, согласно документации к конкурсу, предназначена для проведения запусков космических аппаратов массой 25–35 т на орбиты различных высот и наклонений, включая геопереходную и геостационарную орбиты, а также на отлетные траектории с использованием разгонных блоков, и запуск пилотируемых кораблей.

Согласно предварительным планам Роскосмоса, ракета-носитель должна быть двухступенчатой – с многоразовой первой ступенью и одноразовой второй (полностью многоразовая ракета-носитель рассматривается только в перспективе). Это позволит сэкономить до 20–30 % от стоимости пусковых услуг и решит проблему полей падения ступеней. Так как использование многоразовой ступени намного экономичней, по сравнению с одноразовой ступенью, и тем самым, «мусора» выбрасываемого на землю будет меньше.

Ракетный комплекс, созданный в рамках МРКС-1, должен производить не менее 20 пусков ежегодно. Судя по конкурсной документации, система разрабатывается исключительно под будущий космодром Восточный, а ее испытания пройдут на полигонах Капустин-Яр и Плесецк.

С 12 декабря 2011 г. по 16 декабря участники представили на аэрокосмической выставке свои экспозиции и технические разработки. Посетители вы-

ставки смогли увидеть макеты центра ГРЦ-Макеева, разработан проект по ракете «Россиянка» с многоразовой первой ступенью. Носитель пока рассчитан на полезную нагрузку в 21 т при выведении на низкую околоземную орбиту, но инженеры готовы увеличить полезную нагрузку до 35 т, используя вторую ступень. Так же ЦСКБ-Прогресс предоставил свой проект по космическим ракетам-носителям «Русь-М», В Центре Хруничева уже много лет разрабатывается проект многоразовой системы с повторно используемыми возвращаемыми к месту старта блоками первой ступени, проект «Байкал-Ангара». Многоразовый ускоритель первой ступени разработан еще совместно с НПО «Молния» и может применяться как для легкой «Ангары», так и для средней и тяжелой.

В конце декабря 2011 г. комиссией были предложены все варианты проектов, после продолжительных споров было принято решение отдать предпочтение Космическому центру имени Хруничева. Российские специалисты центра имени Хруничева успешно провели первый эксперимент крупномасштабных испытаний многоразовой ракетно-космической системы (МРКС-1). На модели определенного масштаба провели испытания и получили практические характеристики воздействия ракеты. Полученные характеристики находятся в рамках заданных критериев и не превышают нормативных требований. Превышение допустимых нормативов, приведет к аварийной ситуации при старте.

Специалистами конструкторского бюро технологии машиностроения и центра научно-исследовательского института машиностроения разработан современный подход к проведению подобных испытаний на модели, не доводя испытания на готовом образце ракеты. Данный подход позволит сэкономить значительные вложения и существенно сократит время на создание и отработку перспективных ракетно-космических комплексов. Проведение испытания на готовом изделии, в случае не штатной ситуации, доработку, придется проводить непосредственно на ракетном комплексе, что ведет к дополнительным затратам времени и техническим сложностям.

Качество разработки и эксплуатации летательных аппаратов МРКС-1 является главным приоритетом производства изделия. Роскосмос объявил о создании постоянно действующей оперативной группы по проверке полного цикла изготовления космических средств.

Планируется, что в состав группы войдут специалисты Роскосмоса, а также представители Исследо-

тельского центра имени Келдыша и Центрального института машиностроения. Комиссия сосредоточит внимание на проверке соответствия произведенной предприятиями космической продукции требованиям конструкторской документации, а также будет анализировать отклонения от нее. По указанию руководителя В. Поповкина принято решение о создании рабочей группы, которая будет проводить проверку всех ракет-носителей, готовящихся к запуску по программам «Прогресс» и «Союз».

Научные разработки в этом направлении проводились еще во времена советской космонавтики. Потеря российского космического корабля «Прогресс М-12М», поставило перед необходимостью создания новых разработок для успешной работы летательных аппаратов. Неполадки в двигательной системе не позволили аппарату выйти на необходимую орбиту, что вызвало его падения с третьей ступенью включительно. Топливо для МКС сгорело до падения головной части. Специалисты получили необходимую информацию о проблемах и их последствиях, возникающих при естественных испытаниях готового изделия.

«...Применение российского метода позволяет с большой уверенностью и достоверностью получать данные о реальных процессах, происходящих при стартах многоразовых ракет-носителей, которые находятся на этапе проектирования, и с учетом резуль-

татов крупномасштабных испытаний космического назначения...», – полагают в КБТМ.

По согласованным планам Роскосмоса в начале 2015 года должны пройти завершающие и межведомственные испытания. Достоинством многоразовой системы нового поколения является использования экологически безопасного топлива. Рентабельность достаточно сложной системы МРКС-1 зависит от множества факторов, основным из которых является решение сложных многочисленных технических задач. Также решающими являются объемы финансирования и объемы заказов на запуск. В совокупности сказанного вполне возможен положительный баланс.

Создание многоразовых летательных аппаратов актуально сейчас, так как идет широкое изучение космического пространства, и для дальнейшего развития науке, и инноваций. Появление в ближайшее время новой, усовершенствованной, экологически чистой и безопасной многоразовой космической системы является одной из возможностей для сохранения лидирующих позиций Российской Федерации в производстве летательных аппаратов.

Библиографическая ссылка

1. Журнал «Популярная механика». № 10, 2011.

© Тетерина Н. В., 2012

УДК 658.562

Ю. Б. Томила

Научный руководитель – И. В. Трифанов

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

МЕТОДЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА КОМПЛЕКТУЮЩИХ ИЗДЕЛИЙ

Анализируются методы, позволяющие улучшить систему входного качества комплектующих изделий на ОАО «ИСС».

Основными направлениями деятельности площадки АФУ являются проектирование и сборка антенн, предусматривающие в своей сборке изделия из композитных материалов, что существенно облегчает общий вес изделия. Таким образом, для экономической эффективности создания подобных технических систем необходимо проектировать их максимально надежными и особое внимание уделять поступающим в производство материалам и комплектующим изделиям.

При поступлении закупаемой продукции, независимо от проведения проверок по качеству на предприятии-поставщике, все ПКИ, проходят 100 % входной контроль с целью предупреждения попадания в производство ПКИ, не отвечающих требованиям стандартов и ТУ.

Входной контроль осуществляется согласно СТП 107-47. Несмотря на это, в отделе БТК существует ряд следующих проблем:

1. Выявление скрытых дефектов в сварных швах конструкций, а так же определение качественного

состава металла. Одними из таких изделий являются волноводы (Al, латунь Cu-Zn), металлические пластины (АМГ-6), магниевые листы (МГ).

2. Отсутствие методики оценки системы менеджмента качества поставщиков на базе Тотального управления качеством (Total Quality Management – TQM).

3. Отсутствие должного внимания к обучению и мотивации персонала БТК.

4. Развитие современных информационных CALS технологий внутри предприятия.

Исследовав данные проблемы, мною были предложены рациональные методы их решения:

1. При производстве сварных изделий по аттестованной технологии сварки неразрушающими методами контроля обнаруживаются недопустимые дефекты сварного соединения.

Данная ситуация встречается часто и ведет к срыву сроков поставки, перерасходу сварочных материалов, электроэнергии и другим негативным для производства последствиям.

Перед отделом БТК стоит проблема выявления дефектов в сварных швах конструкций. Одними из таких изделий являются волноводы. Они являются ответственными элементами и к ним предъявляются повышенные требования к качеству поверхности, прочностным и геометрическим характеристикам, а так же к их электрическим параметрам.

Анализ современного рынка устройств, основанных на принципе рентгеноскопии позволил выдвинуть предложение по приобретению Рентгенофлуоресцентного анализатора химического состава металлов X-MET 5100 и прилагающегося в комплекте адаптера для контроля сварных швов. Разработка методики проведения входного контроля сварных изделий с помощью X-MET 5100.

Диапазон измеряемых элементов:

- От Mg до U (для анализатора X-MET 5100)

• Анализ легких элементов (Al, Mg, Si, S и P) проводится без использования вакуумных систем и инертных газов.

Программные и аппаратные средства защиты от рентгеновского излучения позволяют работать с анализатором без вреда для здоровья оператора. Полностью соответствует нормам радиационной безопасности.

2. В сборочные цеха АФУ поступают комплектующие изделия не только с завода, но и с отечественных, а также с зарубежных компаний. Все это накладывает большую ответственность на процедуру выбора поставщиков и устанавливает требования к качеству поставляемых ими продукции.

Поэтому необходимо разработать методику оценки поставщиков на основе Тотального управления качеством. Составляющими данной методики являются:

- Цели и задачи
- Критерии и методы оценки качества работы поставщиков
- Порядок выполнения работ (на основе анализа вопросника и представленных поставщиком документов, информации)
- Таблица оценки поставщиков (качество продукции, экономические показатели, уровень органи-

зации поставок и сервис, перспективность и лояльность поставщика)

3. Согласно существующему на предприятии СТП 154-142-2005 «Система менеджмента качества. Подготовка персонала. Повышение квалификации и аттестация исполнителей. Основные положения» персонал БТК ежегодно проходит аттестацию. Но в наше время, когда технологии стремительно совершенствуются и методы контроля расширяют свои привычные границы, работникам службы качества необходимо своевременно повышать свою квалификацию, проходя обучения в центрах подготовки и переподготовки персонала.

Таким образом, необходимо разработать и внедрить принципы современного управления персоналом.

- Принцип коллективного обучения персонала (взаимодействие и сплочение коллектива)
- Рекомендации по выбору учебных центров по подготовке/переподготовке персонала
- Разработка документированного плана обучения для подразделения (участники, календарный план, темы лекций и ответственные лица)
- Предложения по методам мотивации труда (перспективы профессионального и служебного роста, условия труда, материальное стимулирование, не денежное стимулирование – моральное стимулирование, стимулирование свободным временем)

4. Предложение по созданию единой электронной базы технологической документации. Данная база должна располагать все необходимые документы в общем доступе для всех работников следующих отделов: конструкторское бюро, технологическое бюро и бюро технического контроля.

Библиографическая ссылка

1. ISO 9001 Разработка, внедрение, сертификация, улучшение системы менеджмента качества. Практическое руководство для специалистов по качеству. Т. 1, 2. М.: FORUM, по состоянию на март 2012 г.

© Томилина Ю. Б., 2012

УДК 621.3.002.5

А. А. Торгашева

Научный руководитель – А. А. Снежко

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

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ МЕТОДИКИ ИСПЫТАНИЙ БЫТОВЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Рассматриваются недостатки действующей методики проведения испытаний на соответствие теплоэнергетическим параметрам согласно требованиям нормативной документации предприятия, а также приводятся рекомендации по её совершенствованию.

Существующая в данный момент на предприятии методика испытаний холодильных приборов по теплоэнергетическим параметрам включает в себя следующие разделы:

- 1) область применения;

- 2) определяемые характеристики;
- 3) условия испытаний и измерений;
- 4) средства измерений;
- 5) порядок проведения испытаний и измерений;
- 6) обработка данных, полученных при испытаниях;

7) меры безопасности при проведении испытаний; Данная методика отвечает требованиям таких нормативных документов, как:

- технические условия предприятия;
- ГОСТ Р 51565-2000 «Энергосбережение. Приборы холодильные электрические бытовые. Эффективность энергопотребления. Методы определения»;
- ГОСТ Р 52161.1-2004 «Безопасность бытовых и аналогичных электрических приборов. Часть 1. Общие требования»;
- ГОСТ Р 52161.2.24-2007 «Безопасность бытовых и аналогичных электрических приборов. Часть 2.24. Частные требования для холодильных приборов, морозильников и устройств для производства льда»;
- ГОСТ Р 52161.2.34-2009 (МЭК 60335-2-34-2000) «Безопасность бытовых и аналогичных электрических приборов. Частные требования к мотор-компрессорам»;
- ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2006 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий»;
- ИСО 5155:1995 «Бытовое холодильное оборудование. Шкафы для хранения замороженных продуктов. Холодильники для пищевых продуктов. Характеристики и методы испытаний»;
- ИСО 8187:1991 «Приборы холодильные бытовые. Холодильные шкафы. Характеристики и методы испытаний».

С другой стороны, проведенные маркетинговые исследования показывают, что во время эксплуатации изделия потребителем проявляется ряд дефектов. Основными, по мнению потребителей, являются:

- капли на задней стенке холодильной камеры;
- шум компрессора во время работы;
- намерзания на испарителе в холодильной или морозильной камерах;
- хрупкость некоторых комплектующих, в частности облицовок (передних панелек к ящикам), преимущественно в морозильной камере и дверных ручек.

Следует отметить, что такое явление, как капли на задней стенке холодильной камеры являются нормой и носят название «плачущий испаритель». В то же время, намерзания на испарителе в холодильной камере не редко действительно являются дефектом. Они могут быть связаны с браком или ошибкой при сбор-

ке. Визуальный осмотр холодильника каждый раз при его выходе на нужную температуру позволят выявить данные дефекты на этапе проведения испытаний и принять соответствующие меры по предотвращению его появления в будущем.

Но не стоит забывать, что есть случаи, когда в возникновении дефекта виноват сам потребитель. Самый яркий тому пример – неправильная эксплуатация изделия потребителем (например, в помещениях с повышенной влажностью). Чтобы избежать возникновения неприятных последствий потребителю достаточно соблюдать пункты руководства по эксплуатации.

Также, было установлено, что существующая методика имеет еще ряд недостатков:

- отсутствие закрепленного нормативной документацией порядка проведения испытаний;
- отсутствие строгих требований к классу точности используемых при испытании приборов;
- присутствие значительной доли субъективности при обработке данных со стороны инженеров и лаборантов при проведении испытаний.

Таким образом, в результате проведенных исследований необходимым представляется предложить следующие рекомендации:

- 1) закрепление в методике строго определенного порядка проведения испытаний бытового холодильного оборудования;
- 2) установку новых современных счетчиков электроэнергии с более высоким классом точности для более точного определения энергопотребления испытуемого оборудования;
- 3) автоматизацию снятия показаний испытываемых изделий с целью исключения человеческого фактора.

Кроме того, в методику следует добавить пункты по расчету энергопотребления и определению класса энергоэффективности. Также следует добавить требования по экологической безопасности комплектующих и материалов.

Все выше изложенные меры направлены на повышение степени доверия и привлекательности холодильников на фоне другой конкурентной продукции.

© Торгашева А. А., 2012

УДК 658.74

Д. А. Федорова, Ю. М. Быкова
Научный руководитель – Е. А. Жирнова
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ НЕСООТВЕТСТВИЙ В СИСТЕМАХ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

Анализируется динамика несоответствий систем менеджмента качества выявляемых в ходе аудитов.

В настоящее время, система менеджмента качества является основой гарантией того, что предприятие способно обеспечить качество продукции в соответствии с требованиями потребителей и обязательными требованиями технических регламентов.

Система менеджмента качества отражает функционирования всех процессов организации, начиная с закупки сырья, завершая контролем готовой продукции. Поэтому сбор и анализ информации о функционировании системы менеджмента качества является

достоверным и важным показателем работы организации, основой для разработки мероприятий по повышению эффективности производства.

Аудит – это систематический, независимый и документированный процесс получения свидетельств аудита и объективного их оценивания с целью установления степени выполнения согласованных критериев аудита. Выделяют сертификационный аудит (далее – СА), который всегда проводится третьей стороной, а именно органом по сертификации. В случае положительного решения по результатам аудита сертифицирующий орган выдает сертификат, означающий, что данная компания соответствует требованиям стандарта ISO серии 9000.

Чтобы подтвердить дальнейшее выполнение предприятием требований вышеуказанного стандарта орган по сертификации проводит раз или два раза в год первый и второй наблюдательные аудиты, соответственно 1НА, 2НА. Эти аудиты характеризуются небольшим объемом проверяемых элементов системы менеджмента качества.

Через три года после получения сертификата соответствия проводится повторный аудит системы менеджмента качества, который называется ресертификационный аудит (далее – РА). Этот аудит по объему проверки совпадает с сертификационным аудитом

Поскольку аудит – это объективный процесс получения свидетельств функционирования системы менеджмента качества, то анализ динамики несоответствий выявляемых в ходе аудитов, заслуживает пристального внимания [1].

Для выявления тенденций в составе и частоте регистрации несоответствий требованиям ГОСТ Р ИСО 9001-2008 были проанализированы результаты трехлетнего цикла аудитов системы менеджмента качества 100 компаний.

В результате анализа выделены наиболее часто встречающиеся несоответствия, выявляемые при СА 1НА, 2НА и РА (таблица)

После сертификационного аудита среднее число несоответствий, выявляемых в ходе последующих ау-

дитов системы менеджмента качества, вначале приблизительно на треть снижается (для первого и второго наблюдательных аудитов), а затем (при ресертификации) практически восстанавливается. Следует отметить, что эта зависимость в целом прогнозируема, поскольку в ходе наблюдательных аудитов выполнение требований приблизительно четверти разделов стандарта по правилам сертификации не анализируется.

Анализ динамики несоответствий показывает, что в течение сертификационного цикла наблюдается тенденция к росту числа выявляемых несоответствий в отношении следующих разделов:

- 4.2.4. Управление записями;
- 5.5.1. Ответственность и полномочия;
- 6.3. Инфраструктура;
- 7.1. Планирование создания продукции;
- 8.3. Управление несоответствующей продукцией;
- 8.5.2. Корректирующие действия.

Наблюдается тенденция к снижению числа выявляемых несоответствий в течение сертификационного цикла в отношении следующих разделов:

- 6.2.2. Компетентность, осведомленность и подготовка персонала;
- 6.4. Производственная среда;
- 7.5.2. Валидация процессов производства продукции и предоставления услуг;
- 7.5.3. Идентификация и прослеживаемость;
- 7.6. Управление устройствами для мониторинга и измерений;
- 8.2.4. Мониторинг и измерение продукции.

В ходе первого и второго наблюдательных аудитов начинают регистрироваться несоответствия в таких разделах, как:

- 4.2.1. Требования к документации. Общие положения;
- 4.2.2. Руководство по качеству;
- 5.5.2. Представитель руководства;
- 7.2.3. Коммуникация с потребителями;
- 7.3.5. Верификация проекта и разработки;
- 7.5.4. Собственность потребителя;
- 8.5.1. Постоянное улучшение.

Несоответствия, выявленные в ходе аудитов

Разделы	СА	1НА	2НА	РА	Итого
4.2.3. Управление документами	49	27	33	40	149
4.1. Система менеджмента качества. Общие положения	23	15	16	18	72
7.6. Управление устройствами для мониторинга и измерений	23	4	14	10	51
6.2.2. Компетентность, осведомленность и подготовка персонала	21	11	4	17	53
6.2.1. Человеческие ресурсы. Общие положения	18	9	11	21	59
6.4. Производственная среда	17	10	9	11	47
4.2.4. Управление записями	14	9	20	33	76
8.5.2. Корректирующие действия	14	15	14	14	57
7.5.1. Управление производством продукции и предоставлением услуг	17	10	9	11	47
8.2.2. Внутренний аудит	12	11	10	8	41
7.5.5. Охранение продукции	13	11	5	6	35
5.5.2. Представитель руководства	0	0	1	1	2
8.5.1. Постоянное улучшение	0	0	1	0	1

Из представленных материалов совершенно не видны отраслевые отличия несоответствий в системах менеджмента, которые очевидным образом имеются и были замечены нами в ходе сбора и обработки несоответствий. Это интересное явление и планируется дальнейший анализ в этом направлении.

Библиографическая ссылка

1. Качалов В. А. Анализ несоответствий в системах менеджмента качества // Методы менеджмента качества. 2011. № 9.

© Федорова Д. А., Быкова Ю. М., 2012

УДК 621.38

Д. А. Федорова, Л. И. Оборина
Научный руководитель – И. В. Трифанов
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТРУБ ВОЛНОВОДОВ ИЗ МАТЕРИАЛОВ С РАЗМЕРА СТАБИЛЬНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Рассмотрены особенности повышения качества труб волноводов КВЧ-диапазона из размеростабильных материалов на никелевой основе.

Антенно-фидерная система представляет собой функциональный узел, входящий в состав радиолокационной системы и предназначенный для излучения и приема радиолокационного СВЧ сигнала. Из условий компоновки антенно-фидерных систем необходимо изготавливать нестандартные волноводы. Они используются для передачи электромагнитных колебаний. Основными параметрами волноводов являются высокая точность размеров и малая шероховатость обработки внутренних поверхностей. Выполнение этих условий при изготовлении волноводных элементов обычными методами формообразования, такими как точное литье, механическая обработка связано с большими трудностями и затратами, а в некоторых случаях и невозможно. Для уменьшения электрических потерь внутренняя поверхность волновода должна быть гладкой, беспористой, с мелкозернистой структурой, обладать хорошей электропроводностью.

При изготовлении труб волноводов из размеростабильных материалов на никелевой основе с температурным коэффициентом линейного расширения

$$1 - 2 \cdot 10^{-6} \frac{1}{^{\circ}\text{C}}$$

механико-пластического деформирования должна осуществляться за несколько переходов. Для обеспечения низкой шероховатости поверхности последую-

щие переходы многостороннего деформирования должны осуществляться при небольших деформированиях 0,002–0,001 мм. Между переходами рекомендуется проведение термической обработки с целью стабилизации микроструктуры и снятия напряжений. После термообработки микротвердость труб волноводов КВЧ-диапазона должна быть $HV \geq 130-132$. Следует отметить, что при изготовлении труб волноводов сечение 5,2×2,6 мм, 3,6×1,8 мм разработанными методами достигается точность профиля канала $\pm 0,02$ мм, радиус сопряжения стенок 0,1 мм, шероховатость рабочей поверхности $Ra \leq 0,2$ мкм [1].

Библиографические ссылки

1. Большая энциклопедия Нефти Газа [Электронный ресурс]: 2012 год Изготовление – волновод., М. URL: <http://www.ngpedia.ru/> (дата обращения 05.04.2012).

2. Исаев А. Л. Кинетические особенности электроосаждения никеля на алюминиевые сплавы : Дис. док. техн. наук, проф. Прусов Ю.В., док. техн. наук Кутыин А.М./ Нижнегор. гос. техн. ун-т им. Р. Е. Алексеева. Н., 2010. 25 с.

© Федорова Д. А., Оборина Л. И., 2012

УДК 658.52:629.113

Е. А. Филомина
Научный руководитель – А. Н. Ильин
Уфимский государственный авиационный технический университет, Уфа

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕЗИСТИВНОГО ГЕРМЕТИКА

Работа посвящена управлению качеством технологического процесса изготовления резистивного герметика, применяемого в свечах авиационных поршневых двигателей. Произведен анализ состава герметика и проблем его применения. Выполнен анализ, синтез и моделирование системы управления технологическим процессом изготовления резистивного герметика, а также предложена автоматизация данного технологического процесса.

Резистивный герметик применяется в сердечниках свечей авиационных поршневых двигателей в качестве помехоподавительного резистора и герметизирующего материала. Он располагается в канале изолятора из керамического материала между центральным электродом и контактной головкой для закрепления их в изоляторе. Герметик обеспечивает требуемое электрическое сопротивление в цепи: центральный электрод – контактная головка.

Материал герметика представляет собой композицию, состоящую из кристаллического каркаса и связующего компонента – стеклофазы. Кристаллическая фаза создает требуемое электрическое сопротивление. Стеклофаза служит для герметизации и цементирования композиции в процессе армировки. Для обеспечения герметичности и создания натяга в процессе охлаждения коэффициенты термического расширения всех компонентов герметика должны быть меньше, чем у керамики. Он должен обладать полупроводниковыми свойствами и обеспечивать сопротивление в узле в пределах заданных технологических условий на свечу.

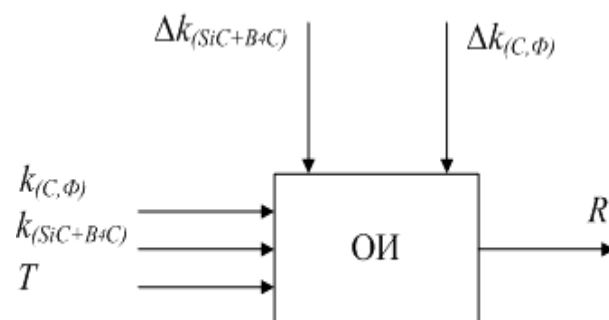
Во время работы свечей возникают значительные градиенты температур, при этом стабильность резистивных свойств зависит от качества герметика. Резистивный герметик представляет собой многокомпонентный состав. Его свойства зависят от правильности подбора в процентном соотношении состава компонентов с учетом влияния различных температур, которым они подвергаются. При этом на сегодняшний день не оценен разброс параметров, известна только качественная картина влияния того или иного элемента на свойства герметика.

Нестабильность свойств герметика проявляется, как правило, при многократных циклических нагрузках на термоудар. Несовершенство технологического процесса и нестабильность процентного соотношения компонентов герметика приводят к браку после выполнения операции герметизации сердечника. Для контроля качества герметика создается пробная партия свечей, по которой оценивается качество партии вновь изготовленного резистивного герметика. При анализе качества контролируются такие параметры как, герметичность по каналу узла изолятора, надежность закрепления центрального электрода и контактной головки, электрическое сопротивление в цепи центрального электрода. При герметизации не допускаются зазор по контактной головке и ее искривление, сколы на изоляторах, утечка воздуха по каналу узла изолятора. Надежность закрепления центрального электрода и контактной головки определяется качеством затекания герметика визуально по рентгено снимку сердечника [1].

Работа посвящена построению многофакторного плана для выявления значимых факторов и компонентов, влияющих на свойства герметика, с целью определения их в процессе производства, а также управления ими для повышения качества и стабильности

технологического процесса. Производится построение регрессионных моделей электрического сопротивления в зависимости от параметров компонентов и температуры. Выполняется анализ, синтез и моделирование системы управления технологическим процессом изготовления резистивного герметика, а также предлагается автоматизация данного технологического процесса.

Для описания объекта исследования используется представление о кибернетической системе типа «черный ящик». Стрелки справа изображают численные характеристики целей исследования и называются параметрами оптимизации (целевыми функциями, значениями отклика) [2]. Воздействия называются факторами или входами «черного ящика». Модель объекта исследования представлена на рис. 1.



Модель объекта исследования типа «черный ящик»

Для определения зависимости электрического сопротивления от влияющих параметров использовались данные экспериментов, проведенных в керамической лаборатории. Эксперименты проводились на армировке в муфельной печи. При этом исследовалась зависимость: $R = f(T, S_1, S_2)$. В качестве независимых переменных при планировании эксперимента выделены три фактора:

- x_1 – концентрация стеклофритты $k_{(C, \Phi)}$, %;
- x_2 – концентрация карбида кремния и карбида бора $k_{(SiC+B_4C)}$, %;
- x_3 – температура T , °C.

За исходную модель принималась модель вида:

$$y = \ln R = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_{12} x_1 x_2 + b_{23} x_2 x_3 + b_{13} x_1 x_3 + b_{123} x_1 x_2 x_3.$$

Библиографические ссылки

1. Кривошеев И. А. Автоматизация управления жизненным циклом авиационных двигателей и энергоустановок : учеб. пособие / И. А. Кривошеев, А. Ф. Колчин ; ГОУ ВПО УГАТУ. Уфа : УГАТУ, 2008. 274 с.
2. Газизов Р. К., Лукашук С. Ю., Соловьев А. А. Основы компьютерного моделирования технических систем : учеб. пособие. Уфа : УГАТУ, 2008. 143 с.

© Филонина Е. А., 2012

УДК 006.05

Е. С. Чернов
 Научный руководитель – В. Н. Моргун
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СОЗДАНИЕ И ВНЕДРЕНИЕ ВТОРИЧНОГО ЭТАЛОНА ЧАСТОТЫ И ВРЕМЕНИ

Рассматривается необходимость вторичного эталона и возможность создания условий для его содержания на ОАО «ИСС».

Эталон частоты и времени предназначен для воспроизведения и хранения единиц частоты и передачи их размерам средствам измерений в соответствии с поверочной схемой. Эталон позволяет выполнять поверку рабочих средств измерений времени и частоты и применяется на объектах сферы государственного регулирования, обороны и безопасности.

Принцип действия эталона основан на формировании и хранении единиц времени и частоты и создании на их основе дискретной сетки частот и шкалы времени, синхронизированной со шкалой координированного времени UTC(SU).

На данном этапе развития технологий государственные эталоны частоты имеют точность 10^{-15} с^{-1} при долговременном интервале времени. Вторичные эталоны обладают точностью 10^{-14} с^{-1} . Существует 2 вида вторичных эталонов частоты и времени: цезиевый и водородный. Принцип работы разный, но в результате погрешность выдают приборы одинаковую. Ближайший эталон находится в Новосибирском филиале ВНИИФТРИ, услугами которого в данный момент пользуется ОАО «ИСС», еще один в Иркутском филиале. Поверка средств измерения предприятия должна проходить раз в год, следовательно, получаются большие транспортные расходы, не говоря уже о цене услуг научного центра в Новосибирске. Поэтому ОАО «ИСС» вместе с КЦСМ и другими заинтересованными организациями стало рассматривать проекты создания и внедрения эталона частоты и времени на базе красноярского технопарка или на базе уже ОАО «ИСС». Потребность ОАО «ИСС» в эталоне заключается в том, чтобы реализовать программу ГЛОНАСС. Все измерения координат и скоростей завязаны на точности приборов, которые в свою очередь от эталона. Самая точная основная физическая величина – это секунда. Эталон единицы длины также выражается через единицу времени. Для определения координат необходимы точные приборы. Но даже с точностью 10^{-14} с^{-1} погрешность составляет

от 30 сантиметров, а то и 1 метр. Координаты местоположения объекта находятся при помощи геодезических пунктов. Геодезический пункт – точка, особым образом закреплённая на местности (в земле, реже – на здании или другом искусственном сооружении), и являющаяся носителем координат, определённых геодезическими методами. Геодезический пункт является элементом геодезической сети, которая служит геодезической основой топографической съёмки местности и ряда других геодезических работ, а по назначению подразделяется на плановую (тригонометрическую), высотную (нивелирную) и гравиметрическую. При обработке информации системой ГЛОНАСС используют геодезическую сеть. ГЛОНАСС является государственным заказом и уже широко используется в нашей стране. Сама система представляет собой 24 спутника на орбите и сеть геодезических пунктов с точными координатами.

Для содержания вторичного эталона частоты и времени необходимы специальные условия, которые жестче, чем при обычном выполнении измерений. Учитываются требования по антистатике, вибрациям, интенсивности электромагнитных излучений, чистой зоне, бесперебойного электроснабжения, освещения, теплоснабжения, климатических условий.

Библиографические ссылки

1. Димов, Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник. 3-е изд. СПб. : Питер, 2010. 464 с; А.Г. Сергеев Метрология, стандартизация и сертификация: учебник /
2. Сергеев А. Г., Терегеря В. В. М. : Юрайт, 2011. 820 с.
3. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для студ. высш. учеб.заведений / А. И. Аристов, Л. И. Карпов, В. М. Приходько, Т. М. Раковицк. 3-е изд., перераб. М.: Академия, 2008. 384 с.

© Чернов Е. С., 2012

УДК 006:330.12

Е. Ю. Чуваева
 Научный руководитель – Н. В. Захарова
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ СТАНДАРТОВ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ

Качество жизни населения является главным критерием достижения социально-экономического развития и привлекательности любой страны. В связи с этим обеспечение достойного качества жизни населения должно стать целью реализации внутренней политики.

Качество жизни является одной из важнейших социально-экономических проблем, а его повышение – это главная цель современного общества.

Несмотря на широкое употребление термина «качество жизни» до сих пор еще не сформулирована четкая номенклатура, терминология и методология управления.

Многосторонность данной проблемы требует незамедлительного решения. А главным средством поиска путей развития становится именно стандартизация. Методы стандартизации успешно используются в самых различных сферах общественной жизни: производство, образование, здравоохранение, торговля, окружающая среда и другие.

Наряду с ними появляются и все более сложные направления использования стандартизации, такие как социальная ответственность, технология перемещения (людей, грузов, информационных данных).

Так как проблема управления качеством жизни изучена недостаточно, то, следовательно, возникает необходимость проведения исследований в данной области, а так же поиск новых решений в управленческой среде и анализ возможности применить стандартизацию в сфере управления качеством жизни.

В настоящее время нельзя в полной мере осуществлять работы по обеспечению соответствующего качества жизни населения, потому что нет официально определенного понятия качества жизни и нет единого подхода к управлению этим самым качеством.

Следовательно, необходимо направить все силы на устранение проблем, стоящих на пути к повышению уровня жизни населения. В свою очередь уровень жизни определяет эффективность реализуемых мер по повышению качества жизни и степень удовлетворения потребностей населения.

Под благосостоянием человека понимается богатство или совокупность принадлежащих ему материальных благ. Данная характеристика определяет удовлетворение материальных потребностей населения. Ориентация на материальную составляющую и отличает термин «благосостояние» от термина «качество жизни».

Категория качества представляет собой более обширную совокупность благ, необходимых для человека. На основе вышесказанного можно дать следующее определение понятию качества: «Качество жизни – это совокупность характеристик показателей, обеспечивающих достижение оптимальных параметров жизни, способных удовлетворять физиологические, материальные и духовные потребности населения».

То есть, чтобы достичь оптимального уровня качества жизни недостаточно увеличить материальную базу населения, нужно создать целый комплекс взаимосвязанных компонентов, которые повлияют на всех людей.

Следовательно, чтобы установить какие либо стандарты качества жизни нужны специальные инст-

рументы измерения, которые бы позволили определить необходимые показатели. А, в свою очередь, инструменты должны обладать рядом признаков, которые помогли бы эффективно оценить сложившуюся ситуацию.

Наличие стандартов, ориентированных на достижение оптимальных показателей качества жизни, сможет отразить уровень развития, позволит учесть различия условий жизни людей и возможности повышения качества их жизни.

В стандарты качества жизни, необходимо включать, как и во все стандарты, термины и определения, общие положения, требования, методики расчета значений показателей качества жизни.

Можно начать с создания нормативов на демографическое положение, занятость населения, здравоохранение, культуру, образование, транспорт, услуги ЖКХ и т. д.

Например, стандарты на услуги ЖКХ должны устанавливать общие технические требования к жилищно-коммунальным услугам и их нормы, то есть нормы освещенности мест общего пользования в жилищном фонде, удаленности зеленых насаждений от зданий и сооружений и др.

Но, как правило, управление любым процессом требует непосредственного контроля и участия в нем всех сторон. Поэтому особо важен момент контроля за соблюдением и надлежащим выполнением стандартов качества жизни.

В некоторых субъектах Российской Федерации были сделаны попытки осуществления работ в этой области, например, в Санкт-Петербурге.

Постановлением Правительства города был принят соответствующий документ, определяющий меры по организации деятельности исполнительных органов государственной власти Санкт-Петербурга в данной сфере. Согласно данному документу в городе были разработаны так называемые «стандарты проживания», представляющие собой комплекс требований к качеству проживания населения в Санкт-Петербурге, дающий возможность осуществления мониторинга качества жизни в регионе. Но, несмотря на это, стандартом данный документ назвать нельзя, потому что он не включает в себя правил осуществления процессами, методов испытаний и измерений, требований к терминологии. Его можно назвать только попыткой созданий «настоящего» стандарта.

В итоге, хочется сказать, что если каждый регион будет так же, как и Санкт-Петербург, стараться создавать свои «стандарты проживания», то в комплексе Россия значительно увеличит качество жизни, а сами стандарты перестанут казаться «заоблачной» мечтой, а станут вполне реальной ситуацией для всей страны.

УДК 629.76.004

М. В. Голованов, Р. Д. Иванов, Д. К. Колегов, А. В. Семрак
Научный руководитель – М. Е. Баранов
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

**ЗАРОЖДЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ СОЗДАНИЯ
ВОЗДУШНО-КОСМИЧЕСКОЙ ОБОРОНЫ ГОСУДАРСТВА**

Дана историческая справка по вопросам развития теории и практики воздушно-космической обороны.

Сегодня достаточно широко обсуждаются проблемы теории и практики строительства воздушно-космической обороны. Однако не все знают историю создания самой теории ВКО, а тем более людей, которые стояли у истоков ее зарождения. Представляемый вниманию материал направлен на устранение белых пятен в этой области.

В 1954 г. Войска ПВО стали самостоятельным видом Вооруженных Сил. В их составе начались зарождение и развитие зенитных ракетных войск, составивших основу огневой мощи противовоздушной обороны. 7 мая 1955 г. Была принята на вооружение и развернута на обороне Москвы первая зенитная ракетная система С-25, а войсковое формирование, имевшее ее на вооружении, получило действительное наименование – 1-я армия ПВО особого назначения. С принятием в октябре 1954 г. Зенитной ракетной системы С-75 развернулись работы по созданию и поставке в войска зенитных ракетных комплексов, способных совершать маневр своим ходом на новые позиции. В мае 1961 г. Принят на вооружение комплекс С-125 «Нева» для борьбы с воздушными целями на малых высотах. Создаются корпуса и дивизии ПВО новой организации. Округа и отдельные армии ПВО стали состоять из корпусов и дивизий ПВО, сформированных по общевойсковому принципу из соединений и частей ЗРВ, ЗА, ИА, РТВ и специальных войск.

Стремительное развитие средств воздушно-космического нападения (СВКН) в 1950–1960-е гг. привело к необходимости адекватного совершенствования обороны страны и Вооруженных Сил. Обще-

войсковой характер противовоздушных операций, совершенствование СВКН, достижение научно-технического прогресса обусловили необходимость комплексного системного подхода к обоснованию и разработке систем и средств вооружения противовоздушной, а затем и воздушно-космической обороны и вытекающие из этого объединение и координацию усилий всех научных организаций и вузов, имеющих-ся в Войсках ПВО.

Все вопросы развития теории ВКО оперативно и очень тщательно отрабатывались на мероприятиях оперативной подготовки войск с обязательным участием в них генеральных и главных конструкторов отдельных систем ПВО, ПРО и систем управления ими. С появлением в США стратегических баллистических ракет в составе Войск ПВО страны зарождаются войска, способные вести борьбу с совершенно новым классом средств нападения, действующих через космос и из космоса. В апреле 1967 г. Создается новый род войск – войска противоракетной и противокосмической обороны. В последующем с включением в их состав войск и системы предупреждения о ракетном нападении они были организационно объединены под названием Войска ракетно-космической обороны (РКО). Развитие средств и систем ПВО и РКО под централизованным руководством в одном виде Вооруженных Сил и роде войск позволило обеспечить их комплексное применение и поиск путей повышения эффективности отдельных средств.

© Голованов М. В., Иванов Р. Д.,
Колегов Д. К., Семрак А. В., 2012

УДК 629.76.004

А. С. Стрижнев, А. С. Тимофеев, В. А. Худеев, А. С. Шурыгин
Научный руководитель – А. В. Сидельников
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ ОКОЛОЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА

Рассматриваются исторические аспекты создания и развития оптико-электронного комплекса «Окно».

В 1969 г. в составе ЦКБ Красногорского завода было организовано IV тематическое направление по разработке оптико-электронных средств контроля космического пространства. Название «Окно» (зародилось в 45-м ЦНИИ МО) первоначально представляло собой аббревиатуру словосочетания «оптический контроль небесной области» и лишь впоследствии, уже прописными буквами, так была названа оптико-электронная станция. Разработку проектной документации этой станции и должен был выполнить Красногорский завод.

Аванпроект новой системы, получившей название Системы контроля космического пространства (СККП), был одобрен и утвержден начальником Главка». Это было в 1969 г.

Главным предприятием по созданию оптико-электронного комплекса «Окно» был определен КМЗ (постановление ЦК КПСС и СМ СССР от 21.11.74 г. № 896-306 и Решение ВПК от 25.7.1975 г.).

Аванпроект комплекса «Окно» в совокупности сохранивший более 50 книг, был разработан в 1972 г. В разработке участвовало около 30 организаций. В 1974-м приказом Минобороны главным конструктором «Окна» был назначен Владимир Семенович Чернов, кандидат технических наук, специалист в области информационно-управляющих систем. В начале 1975 г. Министерством обороны было утвержде-

но тактико-техническое задание на оптико-электронный комплекс «Окно» (изделие 54Ж6).

Благодаря комплексу «Окно» серьезные работы по вводу и компьютерной обработке астрономической информации начались в СССР в первой половине 1970-х годов. На экспериментальном стенде в 1977 г. впервые в мировой практике был реализован полный цикл контроля космического пространства оптико-телевизионными средствами в автоматическом режиме.

Создание комплекса «Окно» сильно замедлилось в конце 1980-х гг. и продлилось до 2002 г. В 1996 г. ушел на пенсию главный конструктор комплекса «Окно» В. С. Чернов, в том же году главным конструктором комплекса и начальником СКБ-4 научно-технического центра ОАО «Красногорский завод им. С. А. Зверева», был назначен Валерий Колинко, до того – начальник отдела электронной аппаратуры.

В 2002 г. по указу президента РФ комплекс «Окно» вошел в состав Космических войск и заступил сначала на опытно-боевое, а с 2004 г. и на боевое дежурство. Оптико-электронный комплекс контроля космического пространства «Окно» располагается на позиции на г. Санглок (2 200 м над уровнем моря).

© Стрижнев А. С., Тимофеев А. С.,
Худеев В. А., Шурыгин А. С., 2012

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 669.713.7

Ш. А. Ахмедова

Научный руководитель – Е. С. Семенкин
Сибирский федеральный университет, Красноярск**ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ И ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ СТАЙНЫЙ АЛГОРИТМ
ДЛЯ ЗАДАЧ УСЛОВНОЙ И БЕЗУСЛОВНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ**

Доклад посвящен исследованию эффективности распараллеленного стайного алгоритма на задачах условной и безусловной оптимизации. Исследование проводилось как для вещественного, так и для бинарного алгоритма. Выполнено сравнение эффективности параллельных алгоритмов с последовательными аналогами.

Первоначально стайный алгоритм (Particle Swarm Optimization, PSO [1]) был создан для задач с вещественными переменными. Однако в настоящий момент использование алгоритмов расширилось вплоть до дискретных задач и задач с бинарными переменными. Чтобы расширить версию PSO, работающую с вещественными переменными, в бинарное/дискретное пространство, наиболее важная часть работы – определить смысл таких понятий как траектория и скорость в бинарном/дискретном пространстве. Создатели метода Кеннеди и Эберхарт использовали скорость и вероятность для определения, является ли состояние частицы x_{id} нулем или единицей [2]. Они стягивали x_{id} в точку, используя логистическую функцию $s(v) = 1/(1 + \exp(-v))$. Если случайно сгенерированное число в пределах $[0;1]$ меньше, чем $s(v_{id})$, тогда x_{id} становится 1, иначе 0.

Для решения задач условной оптимизации были применены два штрафных метода: метод «смертельных» штрафов и метод динамических штрафов [3]. Метод «смертельных» штрафов просто отбрасывает недопустимые решения, т. е. решения, не удовлетворяющие ограничениям. Метод динамических штрафов использует штрафные функции. Исследование проводилось на тестовых задачах из [4], большинство из которых имеет только вещественные переменные и выпуклые допустимые области. Установлено, что для решения таких задач условной оптимизации стандартный и бинарный последовательные стайные алгоритмы эффективны и со смертельными, и с динамическими штрафами. Причем при использовании динамических штрафов PSO позволяет найти локальный экстремум функций за меньшее количество вычислений. Для бинарного «стайного» алгоритма требуется мало частиц и большое число поколений.

Создание многоядерных структур процессоров, недорогих кластерных решений на основе стандартных компонентов, массовое использование распределенных вычислений отражают тенденцию к параллелизму в различных его проявлениях. Необходимость в параллелизме объясняется существованием задач, требующих большого количества ресурсов

памяти и процессорного времени, а также тем обстоятельством, что компьютерная индустрия подошла к технологическому барьеру и дальнейшее увеличение тактовой частоты затруднено. Алгоритм PSO обладает параллелизмом как на уровне организации работы алгоритма (популяции и их элементы взаимодействуют между собой, обмениваясь информацией), так и на уровне его компьютерной реализации. Параллелизм на уровне компьютерной реализации означает вычисление на параллельных системах или процессорах значений целевой функции для разных решений, параллельное выполнение алгоритма. А это пропорционально повышает скорость работы алгоритма. Параллелизм на уровне организации работы алгоритма PSO может достигаться структурированием популяции решений. Оба подхода могут эффективно реализоваться на параллельных вычислителях, причем способы организации параллелизма могут быть различными.

Исследование эффективности последовательно «стайного» алгоритма на тестовых задачах условной и безусловной оптимизации показало, что для решения некоторых из них требовалось большое число частиц и/или поколений, а значит и большое число вычислений функции. Кроме того, увеличение размерности задачи также приводило к увеличению затрачиваемых ресурсов. В результате, время, необходимое для нахождения наилучшего решения, возрастало. Далее для тех же тестовых задач был разработан и применен параллельный PSO. Данный метод решения заключается в том, что задавалось какое-то число частиц, которое затем делилось по ядрам определенным образом. Итак, на каждом ядре генерировалась стая, для которой потом проводились расчеты. На каждом поколении ядра обменивались информацией, а именно, наилучшие значения, найденные для каждой популяции на каждом шаге, отправлялись на главный процессор, где сравнивались между собой. В итоге, из них для каждого поколения выбиралась наилучшее значение оптимизируемой функции, которое затем отправлялось на все процессоры и сохранялось. Эти действия повторялись заданное количество раз, после чего алгоритм завершал работу.

Так как стайный алгоритм является стохастическим, то его эффективность определялась усреднением по количеству прогонов. Критерием эффективности служила надежность решения задачи, т. е. процент прогонов, давших точное решение задачи. Проверялось, сколько потребуется ресурса для получения верного ответа с вероятностью 80–100 %. Для этого в задачах безусловной оптимизации проводилось изменение количества независимых переменных от 2 до 4. Длина переменных в случае бинарных частиц была равна 10. Для параллельного PSO получены результаты работы алгоритма на двух и четырех процессорах. Изучалась зависимость эффективности алгоритма от выделяемого вычислительного ресурса, т.е. сочетания количества частиц и числа шагов развития популяции. После этого сравнивалась эффективность алгоритма в зависимости от количества ядер, то есть полученные для каждой задачи результаты фиксировались, а количество ядер менялось. Установлено, что надежность параллельного и последовательного PSO совпадает. При этом число процессоров (ядер) не влияет на

надежность алгоритма. Кроме того, при решении задач как с вещественными, так и с бинарными частицами, последовательный PSO работал заметно медленнее параллельного.

Библиографические ссылки

1. Kennedy J., Eberhart R. Particle Swarm Optimization // *Proceedings of IEEE International Conference on Neural Networks. IV. 1995. P. 1942–1948.*
2. Kennedy, J. and Eberhart, R. C. A discrete binary version of the particle swarm algorithm. // *Proceedings of the World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics 1997, Piscataway, NJ. 1997. P. 4104–4109.*
3. Eiben A. E., Smith J. E. *Introduction to evolutionary computation. Springer, Berlin, 2003.*
4. URL: http://www-optima.amp.i.kyoto-u.ac.jp/member/student/hedar/Hedar_files/TestGO_files/Page422.htm.

© Ахмедова Ш. А., 2012

УДК 519.87

К. Ю. Брестер

Научный руководитель – Е. С. Семенкин

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

О РЕШЕНИИ ЗАДАЧ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ САМОНАСТРАИВАЮЩИМСЯ ГЕНЕТИЧЕСКИМ АЛГОРИТМОМ

Рассматривается возможность решения задач многокритериальной оптимизации функций многих переменных с использованием самонастраивающегося генетического алгоритма. В программной системе реализован метод SPEA, основанный на идее Парето-доминирования. На тестовых задачах показана работоспособность подхода.

Известно, что эффективность работы генетического алгоритма (ГА) во многом зависит от выбора значений входных параметров и комбинаций генетических операторов. Результаты оптимизации для одной и той же задачи могут значительно отличаться при варьировании настроек алгоритма. Неудачный выбор последних приводит к снижению эффективности ГА, поэтому целесообразно осуществлять настройку генетических операторов в ходе работы.

В зависимости от числа целевых критериев задачи оптимизации делят на однокритериальные и многокритериальные. Остановимся на решении второго класса задач. В 1998 г. был предложен метод SPEA, основанный на идее Парето-доминирования. Решение многокритериальной задачи целесообразно выбирать из множества Парето, эти точки не могут быть предпочтены друг другу. Их образ в пространстве критериев – фронт Парето.

Схема метода SPEA включает следующие этапы:

1. Инициализировать начальную популяцию P_t .
2. Скопировать в промежуточное внешнее множество индивидов, чьи векторы решений недоминируемы относительно P_t .
3. Удалить из промежуточного внешнего множества ($\bar{P}'$) индивидов, доминируемых относительно $\bar{P}'$.

4. Если мощность $\bar{P}'$ больше заданного значения, то применить механизм кластеризации.

5. Сформировать внешнее множество из индивидов $\bar{P}'$.

6. Применить генетические операторы: селекция, скрещивание, мутация.

7. Проверить выполнение критерия останова: если выполняется – завершить работу алгоритма, иначе – перейти к п. 2.

В среде Builder 6 на языке C++ была разработана программная система, реализующая стандартный генетический алгоритм для решения задач многокритериальной оптимизации методом SPEA. Для исследования эффективности алгоритма и работоспособности программной системы использовались тестовые задачи с оптимизируемыми функциями тридцати переменных (семь задач с двумя критериями и три – с тремя). Эти задачи были разработаны в научной среде для сравнения эффективности реализованных алгоритмов [1].

Результат работы алгоритма оценивался метрикой IGD:

$$IGD(A, P^*) = \frac{\sum_{v \in P^*} d(v, A)}{|P^*|},$$

где P^* – фронт Парето; A – аппроксимация фронта Парето (результат работы алгоритма); v – точка фронта Парето; $d(v, A)$ – минимальное расстояние между точкой $v \in P^*$ и множеством A , вычисленное по евклидовой метрике.

Тестирование проводилось для различных комбинаций типов операторов, результат усреднялся по тридцати прогонам. При выделенном количестве ресурсов (число вычислений функции не более 300 тыс.) доля просматриваемого поискового пространства не

превышала $\frac{3 \cdot 10^8}{1024^{30}}$.

Анализ полученных результатов показал эффективность метода SPEA, что дало основания для применения к данному алгоритму механизма самонастройки.

В статье Дариди предложен следующий вариант адаптивной мутации [2]:

$$P_m = \left(2 + \frac{l-2}{T-1} t \right)^2,$$

l – длина хромосомы в битах; t – номер текущего поколения; T – максимальное число доступных поколений. На каждом поколении вероятность мутации пересчитывается в соответствии с вышеприведенной формулой [2].

В основу самонастройки оператора скрещивания заложена идея, предложенная в статье Банзафа. Для генетических операторов вводится вероятность:

$$P_{an} = \left[r_j \frac{100 - n_{pan}}{scale} \right],$$

где $scale = \sum_{j=1}^n r_j$, n – число вариантов данного оператора;

$P_{an} = \frac{20\%}{n} \cdot r_j - \frac{success^2}{used}$ – отношение числа успешных применений данного варианта оператора к общему числу его применений. Работа оператора признается успешной в том случае, если пригодность потомка выше пригодности обоих родителей [3].

Причем вычисление значений целевых функций для оценки пригодности потомков проводилось уже после работы оператора мутации. В противном случае дополнительный расчет оптимизируемых критериев привел бы к необходимости сокращения числа поколений, так как при тестировании алгоритмов количество вычислений целевых функций ограничено. По сути, оценивалась эффективность работы двух операторов в совокупности: адаптивной мутации и скрещивания.

Результаты работы самонастраивающегося ГА показали, что на данных тестовых задачах он не проигрывает в эффективности алгоритмам с худшими комбинациями операторов. В трех случаях самонастраивающийся ГА был лучше среднего, в двух – на уровне среднего, а в пяти случаях – хуже среднего. И никогда – хуже худшего. Это значит, что отказавшись от настройки параметров, в половине случаев можно ожидать выигрыша против выбора наугад. При этом проигрыш среднему только один раз значителен, в остальных случаях проигрыш во втором или даже третьем знаке после запятой.

Библиографические ссылки

1. URL: <http://web.mysites.ntu.edu.sg/epnsugan/PublicSite/Shared%20Documents/Forms/AllItems.aspx?RootFolder=%2fepnsugan%2fPublicSite%2fShared%20Documents%2fCEC2009-MOEA&FolderCTID=&View={DAF31868-97D8-4779-AE49-9CEC4DC3F310}>.
2. Daridi, F., Kharm, N., Salik, J. *Parameterless Genetic Algorithms: Review and Innovation – Electrical & Computer Eng. Dept., Concordia University, 1455 de Maisonneuve Blvd. W., Montreal, QC, Canada. H3G 1M8.*
3. Niehaus, J., Banzhaf, W. *Adaption of Operator Probabilities in Genetic Programming. In: J. Miller et al. (Eds.): Proceedings of the 4th European Conference on Genetic Programming, Lecture Notes In Computer Scienc., Vol. 2038. P. 325–336. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2001.*

© Брестер К. Ю., 2012

УДК 519.856

С. С. Волкова

Научный руководитель – Е. С. Семенкин

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АДАПТИВНОЙ МУТАЦИИ В ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМАХ

Рассматриваются варианты адаптивной мутации в генетическом алгоритме, сравнивается эффективность работы генетического алгоритма при адаптивной и постоянной видах мутации.

Генетические алгоритмы, как стохастические методы оптимизации, имеют широкую область применения за счет того, что являются методами прямого поиска и не требуют от целевой функции каких-либо свойств [1]. Эффективность применения генетических алгоритмов была показана уже не раз, так же, как и

то, что результат работы алгоритма сильно зависит от выбора комбинации его настроек. Наилучшей универсальной комбинации настроек не существует. Главной причиной этому является то, что в процессе работы генетический алгоритм реализует две стратегии. Первая стратегия – исследование, ее целью является по-

иск новых областей решений. Применение этой стратегии наиболее обосновано на начальных этапах поиска. В генетическом алгоритме эту стратегию реализует оператор мутации. Вторая стратегия – использование, применяется для улучшения существующего решения, этому следовало бы уделять больше внимания на заключительных этапах работы алгоритма оптимизации. В генетическом алгоритме эту функцию выполняет оператор скрещивания. Вследствие этого можно считать обоснованной идею уменьшения влияния оператора мутации в течение работы генетического алгоритма, но стандартный генетический алгоритм использует обе стратегии в постоянных (для одного запуска) пропорциях. Идея выражается в уменьшении частоты применения оператора мутации с ростом номера текущего поколения. В работе рассматривались следующие варианты адаптивной мутации из [2]:

$$p_t = \frac{1}{240} + \frac{0,11375}{2^t}, \quad p_t = \left(2 + \frac{m-2}{T-1} \cdot t\right)^{-1},$$

где t – текущее поколение; m – число генов в хромосоме; T – максимальное число поколений; p_t – эмпирическая вероятность мутации в поколении t . Кроме адаптивной мутации, в работе рассматривались разные виды постоянной мутации: очень слабая ($p = 1/(9m)$), слабая ($p = 1/(3m)$), средняя ($p = 1/m$), сильная ($p = 3/m$), очень сильная ($p = 9/m$). В программе так же реализовано три типа селекции (пропорциональная, турнирная (размер турнира равен 3), ранговая), три типа скрещивания (одноточечное, двухточечное, равномерное) и элитизм в виде сохранения лучшего индивида в каждое новое поколение. Всего 54 комбинации настроек. Эффективность работы алгоритма оценивалась по двум критериям: надежность (отношение числа успешных запусков к общему числу запусков) и средний номер поколения, на котором было получено верное решение.

Таблица 1

Усреднение результатов тестирования алгоритма по функциям

Мутация	Параметр	Одноточечное скрещивание			Двухточечное скрещивание			Равномерное скрещивание		
		Пропорциональная селекция	Турнирная селекция	Ранговая селекция	Пропорциональная селекция	Турнирная селекция	Ранговая селекция	Пропорциональная селекция	Турнирная селекция	Ранговая селекция
Очень слабая	Надеж.	0.353	0.404	0.406	0.212	0.277	0.415	0.288	0.371	0.486
	Ср. пок.	45.8	44.1	42.7	22.1	22.2	20.9	28.5	27.0	27.1
Слабая	Надеж.	0.490	0.497	0.444	0.351	0.399	0.477	0.442	0.478	0.493
	Ср. пок.	30.5	30.3	29.5	18.3	18.0	18.6	23.6	23.2	24.7
Средняя	Надеж.	0.521	0.532	0.534	0.482	0.481	0.457	0.485	0.487	0.523
	Ср. пок.	13.5	12.4	11.9	14.7	15.4	17.8	11.8	13.1	11.7
Сильная	Надеж.	0.472	0.481	0.509	0.475	0.479	0.534	0.477	0.478	0.533
	Ср. пок.	7.9	7.7	6.1	7.8	7.0	5.0	7.7	7.0	5.5
Очень сильная	Надеж.	0.359	0.364	0.362	0.322	0.314	0.314	0.291	0.296	0.279
	Ср. пок.	11.3	7.1	5.1	9.7	10.8	12.3	10.6	12.3	11.3
Адапт. 1	Надеж.	0.356	0.413	0.449	0.254	0.314	0.415	0.305	0.377	0.478
	Ср. пок.	45.2	43.2	41.8	18.6	16.2	17.7	24.5	22.4	25.5
Адапт. 2	Надеж.	0.463	0.470	0.493	0.458	0.455	0.495	0.445	0.451	0.487
	Ср. пок.	7.1	6.2	4.7	6.8	6.2	4.3	6.6	6.1	4.9

Таблица 2

Усреднение результатов тестирования алгоритма по настройкам

Мутация	Параметр	Растригина	Гриванка	Розенброка	Аддитивная потенциальная	Мультипликат. потенциальная
Очень слабая	Надеж.	0,579	0.370	0.229	0.370	0.255
	Ср. пок.	28,4	29.2	50.0	24.1	26.3
Слабая	Надеж.	0.743	0.537	0.453	0.306	0.241
	Ср. пок.	19.7	22.3	31.7	23.4	25.2
Средняя	Надеж.	0.964	0.912	0.593	0.018	0.016
	Ср. пок.	11.6	12.5	21.9	11.3	11.8
Сильная	Надеж.	1	0.998	0.468	0	0
	Ср. пок.	6.4	6.6	21.2	-	-
Очень сильная	Надеж.	0.851	0.750	0.011	0	0
	Ср. пок.	7.7	8.8	33.7	-	-
Адапт. 1	Надеж.	0.694	0.475	0.154	0.334	0.226
	Ср. пок.	27.7	28.2	39.4	23.2	25.4
Адапт. 2	Надеж.	0.999	0.992	0.351	0	0
	Ср. пок.	4.6	5.0	19.8	-	-

Так как генетический алгоритм является стохастическим алгоритмом оптимизации, об эффективности его работы можно судить лишь по многократным запускам. Поэтому для каждой комбинации настроек проводилось 10 прогонов по 100 запусков. Статистическая информация собиралась в таблицы, впоследствии усреднялась. Исследование эффективности работы генетического алгоритма проводилось на тестовых функциях безусловной оптимизации двух переменных (функции Растригина (интервал поиска $[-16; 16]$), Гриванка ($[-16; 16]$), Розенброка ($[-2; 2]$), аддитивная и мультипликативная потенциальные функции ($[-10; 10]$)) с точностью 0.001 по значению точки оптимума. Для анализа полученных данных было проведено усреднение результатов работы алгоритма по функциям и по всем настройкам кроме вида мутации.

По результатам проделанной работы можно сказать, что, во-первых, на разных задачах эффективна разная частота мутации, что подтверждает актуаль-

ность проблемы настройки частоты мутации, во-вторых, рассмотренные варианты адаптации мутации не являются универсальными. На одних тестовых функциях лучше себя проявляет первый вариант настройки, на других – второй, также есть функции, на которых оба варианта настройки не дают удовлетворительных результатов. Полученные результаты говорят о целесообразности проведения дальнейших исследований в области адаптивной мутации.

Библиографические ссылки

1. Семенкин Е. С., Семенкина О. Э., Коробейников С. П. Адаптивные поисковые методы оптимизации сложных систем ; СИБУП. Красноярск, 1997. 355 с.
2. Daridi F., Kharm N., Salik J. Parameterless Genetic Algorithms: Review and Innovation. In: IEEE Canadian Review, Summer. 2004. № 47. P. 19–23.

© Волкова С. С., 2012

УДК 681.34

И. С. Гончарова

Научный руководитель – И. В. Ковалев

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

МОДЕЛЬНО-АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА АНАЛИЗА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТРУКТУРНО-СВЯЗАННЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ФИРМЫ

Не большие фирмы из-за недостаточного финансирования не имеют возможности проводить качественный анализ своей деятельности, как правило, любая поддержка решений подкрепляется только интуицией руководителя. Поэтому для таких фирм необходимо разработать алгоритм анализа, который будет учитывать индивидуальные особенности фирмы и будет доступен.

Рассматриваемые особенности малых предприятий, заключаются в преимущественном использовании внутренних источников финансирования. Малые фирмы, которые ориентируются на оптово розничные продажи, как правило, не имеют больших складских помещений. Работаю «по заказу» то есть при крупном заказе малая фирма заказывает у крупной организации и доставляет по месту назначения. Возникает проблема с покупателем, которому нужен товар здесь и сейчас, а фирма не может предоставить его даже если имеет возможность на выгодных условиях для себя продавать и покупать этот товар зачастую в небольших фирмах хорошим спросом пользуются несколько товарных позиций и нужно организовать работу таким образом, чтобы эти товарные позиции были всегда в нужном количестве. На продажи фирм влияет сезонность, которую надо учитывать при анализе. Стоит отметить, что фирмы такого плана, как правило, имеют несколько складов разнесенных по городам региона. Так как стройматериалы зачастую приобретаются в разных населенных пунктах, то в место назначения они доставляются большегрузным транспортом. Как правило, процентов на 60–70 автопарк собственный остальные единицы работают по найму.

Для того рода фирм можно выделить ряд особенностей в финансовой деятельности:

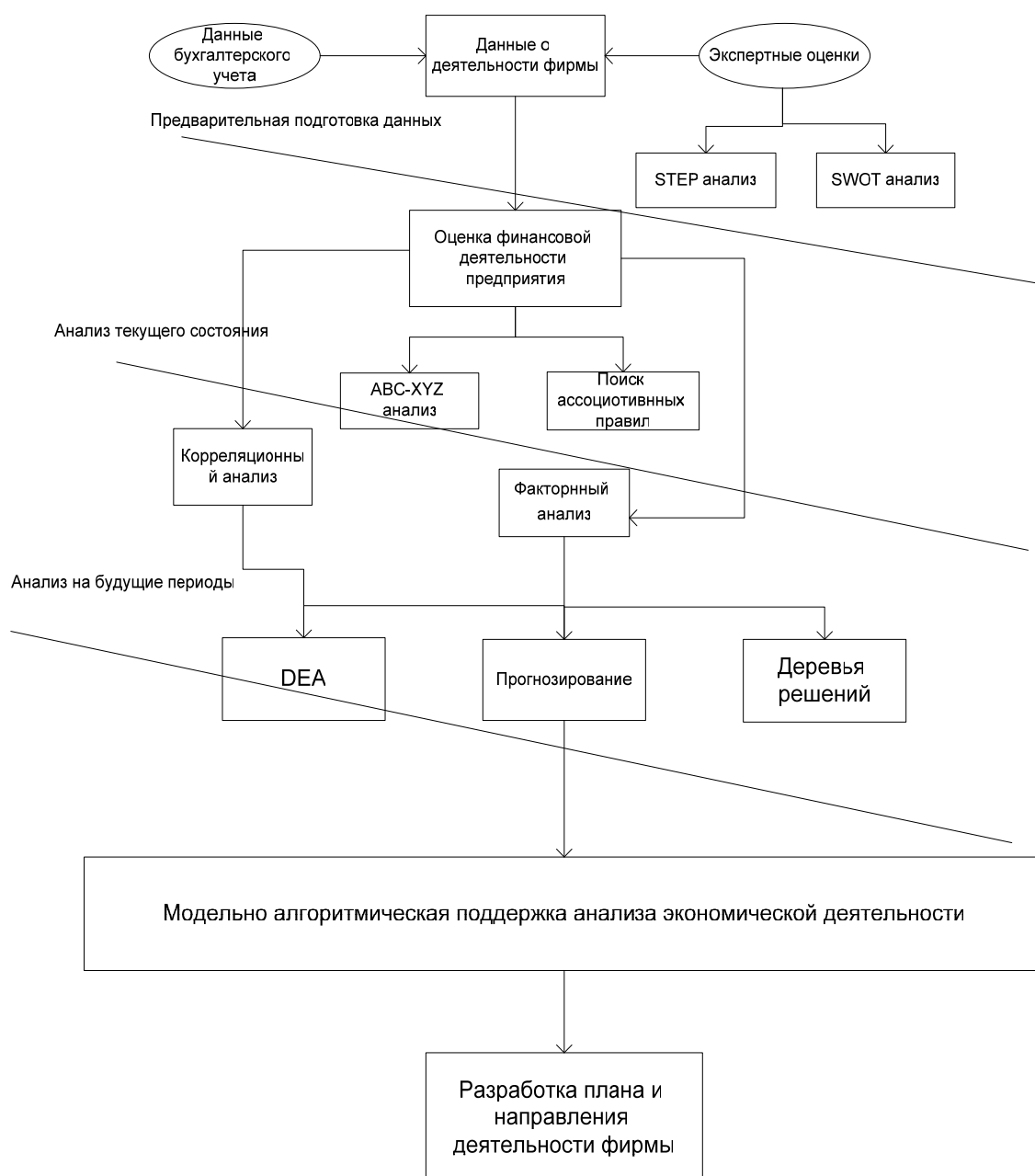
- использование программных комплексов только для учета движения товара и бухгалтерской отчетности;
- небольшая товарная номенклатура с большим объемом продаж;
- многообразие факторов влияющих на деятельность фирмы;
- отсутствие ценовой политики.

Для начала нужно определить, как работает предприятие, какими финансовыми характеристиками оно обладает. Стоит проанализировать внешнюю и внутреннюю среду, которая окружает фирму.

Прежде чем анализировать деятельность нужно собрать данные о деятельности фирмы. Стоит отметить как данные бухгалтерского учета, так и оценки деятельности фирмы. Оценить деятельность фирмы с помощью экспертных оценок.

Для реализации анализа по приведенному алгоритму не потребуется покупка дорогостоящих программных продуктов. Довольно большое количество прикладных пакетов распространяются в интернете бесплатно. Хотя они и не рассчитаны на большие объемы данных, но их вполне достаточно для анализа данных фирмы. Такое положение вещей позволит экономить денежные средства.

В результате описанных методов опишем алгоритм анализа экономической деятельности фирмы:



Алгоритм был разделен на три части:

- предварительная подготовка данных предполагает сбор данных выявление факторов окружающей среды влияющих на деятельность фирмы;
- анализ текущего состояния позволит выявить особенности товарной номенклатуры характер покупателей;
- анализ на будущие периоды, чтобы получить правильные результаты нужно обработать данные при помощи факторного анализа и корреляционного, понять, насколько эффективна деятельность фирмы, и

какие закономерности можно выявить в процессе деятельности организации;

В конце реализации алгоритма будет построена модельно алгоритмическая поддержка экономического анализа с рекомендациями и планом деятельности на будущее.

Библиографическая ссылка

1. URL: <http://logistic-forum.lv/menegment/oborachi-vaemost-tovara>.

© Гончарова И. С., 2012

УДК 004.89

В. Д. Дергачев, Ю. С. Ломаев
 Научный руководитель – Е. А. Попов
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МЕТОДЫ ПОДАВЛЕНИЯ ШУМОВ И АЛГОРИТМЫ ОПТИМИЗАЦИИ В ЗАДАЧЕ АППРОКСИМАЦИИ РЕНТГЕНОГРАММЫ ВЕЩЕСТВА NIFE ФУНКЦИЯМИ ГАУССА

Обработка результатов эксперимента может быть проведена с использованием различных методов фильтрации и оптимизации. В данной работе приводятся методы: фильтр низких частот, метод адаптивной фильтрации Винера (задача подавления шумов) и использование генетического алгоритма, численного дифференцирования (задача оптимизации) при дальнейшей аппроксимации рентгенограммы вещества функциями Гаусса с использованием градиентного метода Левенберга–Марквардта.

Прежде всего, необходимо произвести подавление шумов, присутствующих в исходной рентгенограмме, что позволит построить корректную модель, отражающую физические свойства материала. Данная задача может быть реализована с помощью дискретного преобразования Фурье (фильтр низких частот) и метода адаптивной фильтрации Винера [4]. В качестве результата этого преобразования формируется некоторая отфильтрованная выборка.

Следующий этап – задача аппроксимации рентгенограммы функциями Гаусса [3] при использовании градиентного метода Левенберга–Марквардта [1], который позволяет получить вектор значений параметров функций (абсцисса точки максимума функции, ордината, полуширина пика). Данный метод использует начальную оценку параметров аппроксимирующих функций Гаусса. Результатом работы метода является оптимальный вектор параметров модели.

Начальная оценка параметров определяется исходя из выборки. Эта задача может быть решена с помощью генетического алгоритма (ГА), так как она сводится к поиску точек максимума функции. ГА возвращает начальную оценку параметров функций Гаусса, используемую в работе градиентного метода.

Иным образом данная задача может быть решена проведением численного дифференцирования выборки [2]. Используя необходимый и достаточный условия существования экстремума, формируется критерий выбора тех точек выборки, значения которых удовлетворяют данным условиям. При этом оценивается только абсцисса точки максимума функции, так как данный параметр несет наибольшую информацию относительно расположения пика в рентгенограмме.

Библиографические ссылки

1. Levenberg K. A method for the solution of certain problems in least squares. *Quart. Appl. Math.*, 1944. Vol. 2. P. 164–168.
2. Nocedal J., Wright S. J. *Numerical Optimization*. Springer. New York, 1999.
3. Гилл Ф., Мюррей У., Райт М. *Практическая оптимизация*. М.: Мир, 1985.
4. URL: http://find.spa.umn.edu/matlab5_help/toolbox/images/wiener2.html.

© Дергачев В. Д., Ломаев Ю. С., 2012

УДК 519.8

Е. И. Дмитриев
 Научный руководитель – А. В. Медведев
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОБ ОДНОЙ ЗАДАЧЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ СТОХАСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Рассматриваются задачи анализа данных, возникающие при идентификации стохастических систем. Предложен способ генерации рабочей выборки на основе обучающей. Приведены компьютерные исследования новых классов непараметрических оценок и алгоритмов, предназначенных для построения адаптивных моделей стохастических систем.

В задаче идентификации сложных систем в условиях непараметрической неопределенности исследователь располагает некоторой исходной обучающей выборкой. Часто в пространстве «входных-выходных» переменных элементы этой выборки образуют «сгущения», а в ряде других подобластей пространства – «разряжения». При их использовании при решении задачи идентификации предлагается из

имеющейся обучающей выборки сгенерировать новую «рабочую» выборку, которая непосредственно используется в непараметрических моделях [1]. Этот процесс генерации, предлагаемый в настоящем докладе целесообразно использовать и в других непараметрических адаптивных системах. Процесс генерации основывается на непараметрическом оценивании

регрессионных характеристик по наблюдениям с шумами.

Если осуществить процесс генерации новой «рабочей» выборки из исходной обучающей $(x_i, u_i, i = \overline{1, s})$ на основе создания равномерной сетки в пространстве $\Omega(u)$ и вычисления в ее узлах непараметрической оценки $x \in \Omega(x)$, то можно получить другую «рабочую» выборку $(x'_i, u'_i, i = \overline{1, s'})$, где $s' \ll s$. На этой выборке вводится новый тип стохастических аппроксимаций из класса Н-аппроксимаций. Вычислительные эксперименты показывают, что объем рабочей выборки, при практически том же качестве оценивания регрессионных характеристик, значительно меньше исходной обучающей выборки. Для генерации элементов «рабочей» обучающей выборки используется соответствующий непараметрический индикатор. В докладе приводятся некоторые численные исследования одного класса Н-аппроксимаций. Ниже графически представлен результат генерации рабочей выборки в сравнении с исходной выборкой в двух плоскостях (случай двух входов).

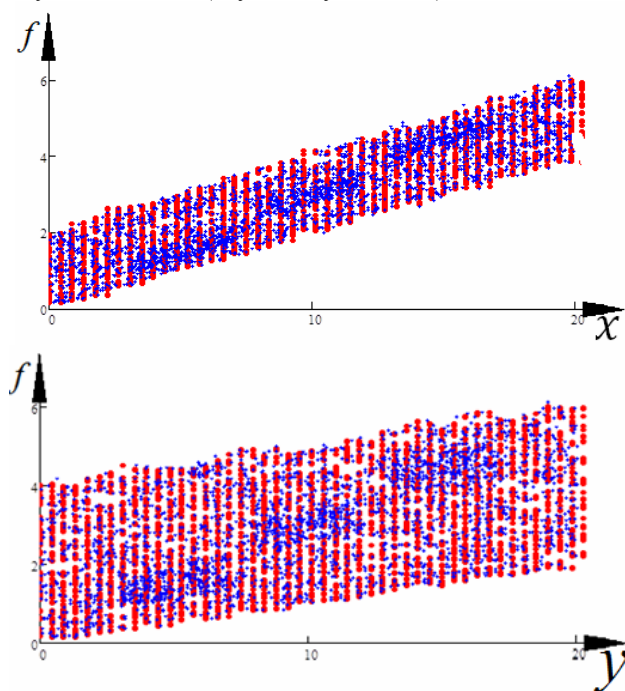


Рис. 1. Исходная выборка представлена красными жирными точками, сгенерированная – синими, более тонкими точками

В докладе рассматривается так же случай оценивания регрессионных характеристик при неравномерно распределенных элементах исходной обучающей выборки. Для этого была введена и исследована непараметрическая оценка кривой регрессии по наблюдениям с шумами, использующая в вычислительной формуле вместо измерения выхода объекта x_i ($i = \overline{1, s}$) гиперплоскость $\varphi(x, \bar{x}_k, \bar{u}_k)(\bar{x}_k, \bar{u}_k)$ – временные векторы объемом k , аппроксимирующую некоторую окрестность точки (x_i, u_i) (окрестность состоит из точек, выбираемых из соображения их

близости к (x_i, u_i) относительно некоторого расстояния h , определяемого экспериментальным путем) [2]. В докладе приведены численные исследования предложенных непараметрических процедур, иллюстрирующие их эффективность и необходимость использования для идентификации стохастических систем.

Таким образом, каждой точке выборки (x_i, u_i) поставлена в соответствие некая гиперплоскость, параметры которой определяются исходя из МНК. В результате исследований данной оценки ошибка идентификации по сравнению с классической непараметрической оценкой имеет значение на порядок, а в некоторых случаях и на два порядка, меньше. Данный результат объясняется привлечением дополнительной полезной информации о поведении соседних с (x_i, u_i) точек.

Таким образом, при значительном уменьшении объема выборки (варьируется кол-во узлов сетки и происходит отсеивание индикатором некоторых точек сетки, в которых знаменатель классической оценки равен 0), не наблюдается значительного увеличения ошибки идентификации (ошибка сохраняет свой порядок малости). Таким образом, в дальнейшей работе для исследований лучше брать новую «рабочую» выборку, так как исследователю выгоднее использовать выборку меньшего объема для уменьшения вычислительных затрат.

Ниже графически представлен результат работы данной модифицированной непараметрической оценки с выборкой с шумом, снятой с функции одной входной переменной, в сравнении с обычной непараметрической оценкой.

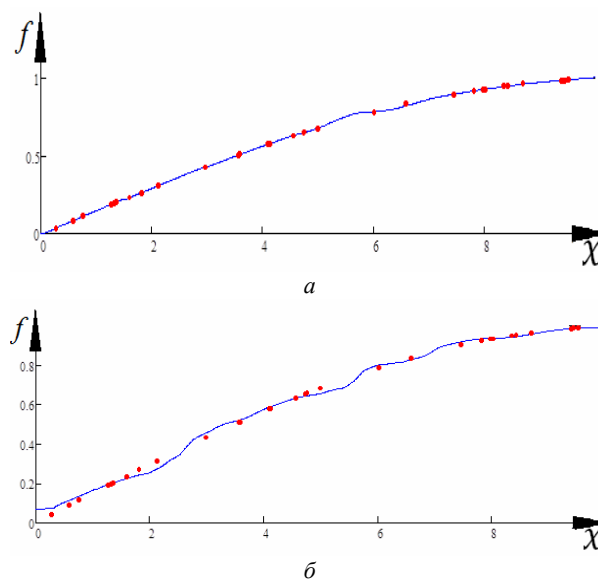


Рис. 2. Модифицированная оценка (а) и классическая оценка (б)

Библиографические ссылки

1. Медведев А. В. Непараметрические системы адаптации. Новосибирск : Наука, 1983.
2. Катковник В. Я. Непараметрическая идентификация и сглаживание данных. М. : Гл. ред. физ.-мат. лит., 1985.

К. Н. Жильцов

Научный руководитель – В. А. Горельский

Научно-исследовательский институт прикладной математики и механики
Томского государственного университета, Томск**МЕТОД КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В РЕШЕНИИ ДВУМЕРНЫХ ЗАДАЧ ТЕПЛОВОГО ВЗРЫВА**

Рассматривается задача о тепловом самовоспламенении реакционно способного вещества в двумерной осесимметричной постановке, решенная методом конечных элементов. Проведена оценка влияния амплитуды температурных колебаний окружающей среды на период индукции теплового взрыва.

Метод конечных элементов (МКЭ) на сегодняшний день является общепризнанным основным методом структурного анализа в целом ряде областей науки и техники [1]. Широкое использование этого метода в значительной мере объясняется простотой физической интерпретации основных его вычислительных операций, большой геометрической гибкостью и применимостью к широкому классу уравнений в частных производных. В отличие от других численных методов, МКЭ обеспечивает единственность приближенного решения дифференциального уравнения во всех точках рассматриваемой области и является более эффективным на практике.

В работах [2] представлен краткий обзор работ по теории торфяных пожаров, а так же физико-математическая модель их возникновения и численного решения. В работах [3, 4] представлен теоретический анализ изменения периода индукции в одномерной постановке. В работе, на основе предыдущих исследований, анализируется расчет двумерной осесимметричной задачи о нестационарном развитии саморазогрева вещества в системе торф-грунт, выполненном методом конечных элементов.

В условиях естественного нахождения большой массы реакционно способных веществ (торф, хранилища зерна, риса и т. д.), колебания температуры атмосферного воздуха (суточные и особенно сезонные), окружающего реакционноспособное вещество, бывают очень большими. С учетом огромного ущерба, связанного с возникающими пожарами, исследование влияния колебаний температуры среды на критические условия и период индукции ТВ, имеет большое значение для современной теории катастроф, в частности экологических.

Область расчета представлена на рисунке. Граница G_1 – ось симметрии. На границах G_3, G_4 задавались условия не протекания. Граница G_2 – граница температурных колебаний. Система уравнений, описывающая изменение во времени температуры T и глубины превращения вещества α имеет вид:

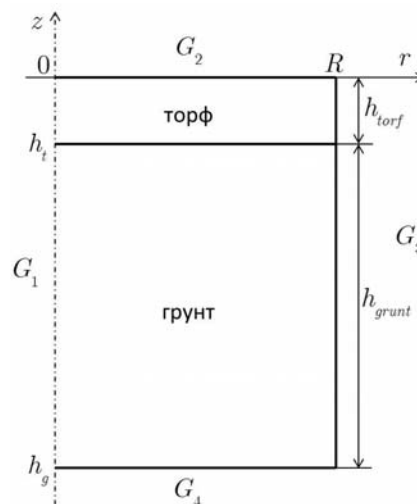
$$C_p \frac{\partial T}{\partial t} = \alpha r Q k_0 \exp\left(-\frac{E}{RT}\right) + \lambda \frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \lambda \frac{\partial T}{\partial r} + \lambda \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}, \quad (1)$$

$$\frac{\partial \alpha}{\partial t} = -\alpha k_0 \exp\left(-\frac{E}{RT}\right). \quad (2)$$

Граничные условия для температуры:

$$\frac{\partial T}{\partial x}(G_2) = T_0 + T_A \sin(\omega t), \quad \frac{\partial T}{\partial x}(G_3, G_4) = 0. \quad (3)$$

Область расчета представлена на рисунке.



Область расчета

Из приведенных расчетов видно, что период индукции τ_{ind} в случае двумерного осесимметричного расчета задачи теплового самовоспламенения реагирующего вещества, с толщиной слоя равной 2,5 метра, значительно уменьшается при увеличении начальных значений температуры. При начальной температуре $T_0 = 0$ °C периоды индукции τ_{ind} соответствуют результатам, полученным при решении одномерной задачи самовоспламенения, но при увеличении значений T_0 период индукции резко сокращается, а по достижении 50 °C принимает значения, которые были получены при решении одномерной задачи.

Зависимость периода индукции τ_{ind} от начальной температуры T_0 в слое торфа толщиной 2,5 метра

T_A, K	T_0, K					
	0	5	10	15	20	25
5	73.50	2.37	0.55	0.30	0.16	0.09
10	64.70	1.82	0.46	0.27	0.16	0.09
15	50.90	1.47	0.38	0.25	0.15	0.09
20	34.40	0.66	0.34	0.23	0.15	0.09
25	17.70	0.47	0.30	0.21	0.15	0.09
30	5.60	0.37	0.26	0.20	0.14	0.09
35	0.51	0.31	0.23	0.18	0.13	0.09
40	0.35	0.26	0.21	0.17	0.13	0.09
45	0.29	0.24	0.19	0.16	0.12	0.09
50	0.25	0.21	0.17	0.15	0.12	0.09

Результаты расчетов, проведенных в широком интервале вариации параметров начального значения температуры и амплитуды колебаний температуры воздуха, позволяют сделать вывод о том, что период индукции τ_{ind} теплового самовоспламенения при расчетах в двумерной постановке задачи существенно отличается от значений, получаемых при одномерных расчетах. В частности, при расчетах в двумерной постановке повышение начальной температуры значительно сокращает период индукции, что позволяет с большей точностью определять момент воспламенения. Это облегчает задачи мониторинга, прогнозирования и принятия мер для предупреждения самовоспламенения.

Библиографические ссылки

1. Румянцев А. В. Метод конечных элементов в задачах теплопроводности : учеб. пособие. Калининград. 1995. 170 с.
2. Гришин А. М. О математическом моделировании торфяных пожаров // Вестник ТГУ. Математика и механика. 2008. № 3(4). С. 85–95.
3. Жильцов К. Н., Горельский В. А., Штейнберг А. С. Численное моделирование самовозгорания торфа вследствие низкочастотных колебаний температуры // Известия высших учебных заведений «Физика». Томск, 2011. С. 53–57.
4. Горельский В. А., Ящук А. А., Штейнберг А. С. Тепловой взрыв при наличии колебаний температуры среды, окружающей реакционную смесь // Хим. физика. 2010. Т. 29. № 9. С. 37–41.

© Жильцов К. Н., 2012

УДК 519.8

А. К. Идаятова

Научный руководитель – А. В. Медведев

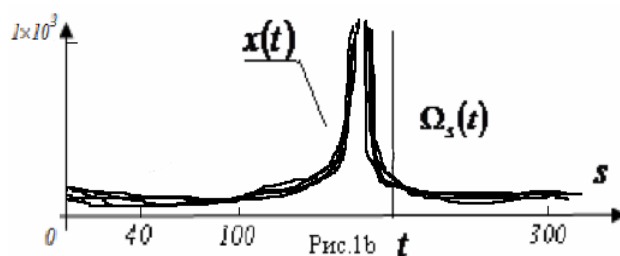
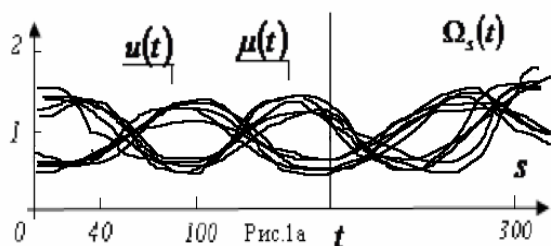
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

О СГЛАЖИВАНИИ НЕКОТОРЫХ ТРАЕКТОРИЙ ЛАВИНООБРАЗНЫХ ПРОЦЕССОВ

Рассматривается задача моделирования лавинообразных процессов. Представлены непараметрические алгоритмы идентификации развивающихся во времени процессов, а также приводятся численные результаты статистического моделирования.

Лавинообразные процессы характеризуются тем, что их возникновение обусловлено определенным соотношением значений поступающих внешних воздействий или входных возмущений. Существенным здесь является то, что внешние (входные) воздействия представляются медленно изменяющимися во времени величинами. Подобные процессы являются предметом исследования в теории катастроф и связаны с существенной нелинейностью между переменными, характеризующими этот процесс [1]. Важнейшим при изучении такого рода процессов является наличие априорной информации, которой чаще всего недостает на этапе постановки задачи.

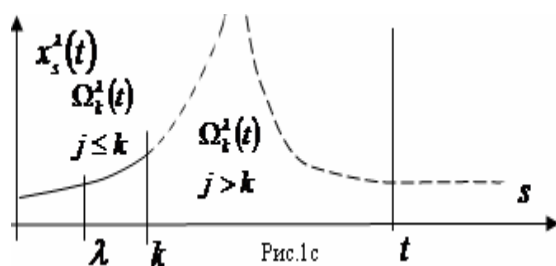
В дальнейшем, примем обозначения: $x(t)$ – выходная переменная процесса; $u(t)$ – управляющее воздействие; $\mu(t)$ – входная переменная; t – непрерывное время; μ_t, u_t, x_t – означает измерение $\mu(t)$; $u(t), x(t)$ в дискретное время t со случайной помехой $\xi_i(t)$.



В результате наблюдений переменных процесса имеем выборку, состоящую из n реализаций $\{\mu_t^j, u_t^j, x_t^j, t = \overline{1, s}; j = \overline{1, n}\}$, показанных на рис. 1, а и 1, b. Для приближения $M\{x/u, \mu\}$ воспользуемся непараметрическим сглаживанием

$$\begin{aligned} x_s^j(u(t), \mu(t)) &= \\ &= \sum_{i=1}^s x_t^j \Phi\left(\frac{u(t) - u_t^j}{c_s}\right) \Phi\left(\frac{\mu(t) - \mu_t^j}{c_s}\right) / \\ &/ \sum_{i=1}^s \Phi\left(\frac{u(t) - u_t^j}{c_s}\right) \Phi\left(\frac{\mu(t) - \mu_t^j}{c_s}\right). \end{aligned} \quad j = \overline{1, n}. \quad (1)$$

Из соображений простоты в (1) $\mu(t), u(t)$ приняты скалярными. В случае если $\mu(t), u(t)$ векторные, то (1) преобразуется обычным образом [2].



Входные возмущения показаны на рис. 1, а; выходные, в том числе развитие лавины – на рис. 1, б. На рис. 1, с до текущего момента времени k показана оценка отклика системы $x(t)$, а при $\lambda > k$ – прогноз $x(t)$, т. е. $x_s^j(t)$.

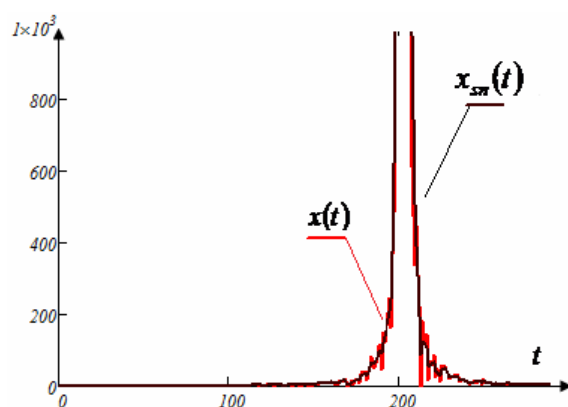


Рис. 2

На рис. 2 показаны выход процесса $x(t)$ и его оценка X_{sn} .

Непараметрическая модель текущего процесса в момент времени k построена на основании имеющейся обучающей выборки $\{\mu_t^j, \mu_t^j, x_t^j, t = \overline{1, s}; j = \overline{1, n}\}$.

Были проведены численные исследования непараметрической модели лавинообразного процесса, для этого было взято 3 реализации входных воздействий $\mu(t), u(t)$ $s = 300, n = 3$ и соответствующая реализация $x(t)$ [3].

Наблюдаем некоторый процесс, где k – текущий момент времени. Причем до момента k имеем оценку отклика системы $x(t)$, а при $\lambda > k$ – прогноз $x(t)$.

Для того чтобы построить прогноз $x(t)$, введем следующий критерий δ :

$$\delta_{mp}^2 = \sum_{t=\lambda-m-p}^{\lambda-p} (x_t - x_{t-p}^{sn})^2,$$

где x_t – измеренные значения выхода текущего процесса, а x_{t-p}^{sn} – соответственно, оцененные значения выхода процесса, наблюдаемого в прошлом, причем, взятые с некоторым сдвигом p ; p и m в данной формуле обеспечивают процесс скольжения. Таким образом, при определенном p наблюдается малое отклонение значений точек выборки текущего процесса от значений точек выборки процесса, уже прошедшего. Это говорит о том, что скорее всего наш текущий процесс будет развиваться так же как и процесс наблюдаемый в прошлом. На рис. 3 до текущего момента времени k показана оценка отклика системы $x(t)$, а при $\lambda > k$ – прогноз $x(t)$.

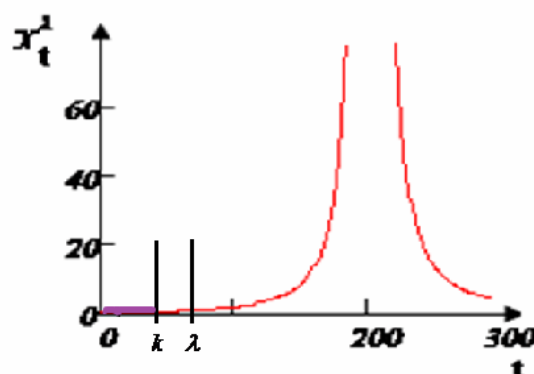


Рис. 3

Библиографические ссылки

1. Арнольд В. И. Теория катастроф. М. : Наука, 1990.
2. Медведев А. В. Non-Parametric Stochastic Approximation in Adaptive Systems Theory/ Applied Methods of Statistical Analysis. Simulations and Statistical inference // Novosibirsk: Publishinghouse of NSTU, 2011.
3. Идаятова А. К., Медведев А. В. О непараметрическом моделировании лавинообразных процессов/ Решетневские чтения : материалы XV Междунар. науч. конф., посвящ. памяти генер. конструктора ракет.-космич. систем акад. М. Ф. Решетнева: в 2 ч. / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – Красноярск, 2011.

© Идаятова А. К., 2012

С. В. Колесников, Д. С. Новиков
 Научный руководитель – П. К. Лопатин
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РЕШЕНИЕ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ КИНЕМАТИКИ ДЛЯ ПЛОСКОГО МАНИПУЛЯТОРА

Предложен способ решения задачи формирования целевого множества конфигураций, в которых манипуляционный робот может захватить некоторый статичный объект. Предлагаемый алгоритм основан на алгоритме полного перебора, однако сам таковым не является, поэтому работает намного быстрее. В то же время, описанный ниже метод гарантирует выявление всех целевых конфигураций.

На текущем этапе развития робототехники большой интерес представляют манипуляционные роботы (МР), представляющие собой, по сути, механические руки. Основная функция МР – некоторым образом влиять на окружающую среду. Для решения своей основной задачи МР должен обладать некоторым рабочим инструментом или схватом, сенсорной системой, доставляющей роботу достоверную информацию об окружающей его небольшой области пространства, двигательной системой и т. д. В общем случае МР может состоять из любого количества звеньев, и управление такой системой оказывается весьма сложной задачей.

Часто возникает ситуация, когда необходимо передвинуть МР из одного положения в другое в среде с неизвестными препятствиями и захватить некоторый статичный объект. В [1] предложен алгоритм, позволяющий решить данную задачу за конечное число шагов либо получить обоснованный ответ о том, что цель недостижима. Одной из первых задач указанного алгоритма является формирование целевого множества конфигураций МР, в которых цель физически может быть захвачена имеющимся роботом. Далее целевые конфигурации по очереди проверяются на достижимость, пока не будет найдена первая разрешенная конфигурация из множества целевых, после чего алгоритм успешно завершает свою работу. Если в целевом множестве нет разрешенных конфигураций, то алгоритм завершает свою работу неуспешно.

Рассмотрим задачу формирования целевого множества конфигураций МР. Для начала определим основное требование к целевому множеству: оно должно быть конечным, поскольку иначе алгоритм [1] не сможет завершить свою работу корректно. Для выполнения указанного требования необходимо ввести ограничения на обобщенные координаты для всех сочленений МР. Например, для вращательного сочленения: $0 < q_i < 360$ и т. п. Также необходимо ввести дискретность пространства, в котором работает МР, и обеспечить уникальность всех членов целевого множества: конфигурации должны отличаться, по меньшей мере, на один дискрет. Например, конфигурации $A = [a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_n]$ и $B = [a_1, a_2, \dots, a_i + d, \dots, a_n]$, где d – шаг дискретизации пространства, могут одновременно присутствовать в целевом множестве. Множество конфигураций (например, $A_i = [1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_n]$) будем называть дочерними для конфигурации B (например, $B = [1, b_2, \dots, b_i + d, \dots, b_n]$), если левая часть

векторов будет совпадать (в примере – первая координата = 1).

Алгоритм простого полного перебора проверяет абсолютно все возможные конфигурации, которые соответствуют указанным выше ограничениям, это часто занимает много времени. Проверка конфигурации заключается в решении прямой задачи кинематики и сверении координат схвата МР с координатами объекта, который необходимо захватить. Предлагается ввести некоторый критерий, при выполнении которого, есть смысл решать прямую задачу кинематики для текущей конфигурации, а при невыполнении – отбросить ее, не выполняя лишних вычислений. Все отброшенные конфигурации должны быть неперспективными, т.е. среди них не должно быть таких, в которых объект может быть захвачен.

Критерий перспективности конфигурации МР можно сформулировать так: если для всех сочленений текущей конфигурации МР справедливо неравенство:

$$\sqrt{(x_c - x_j)^2 + (y_c - y_j)^2} \leq \sum_{i=j}^n L_i, \quad (1)$$

где $\{x_c, y_c\}$ – координаты точки, которую нужно схватить; $\{x_j, y_j\}$ – координаты точки, в которой находится текущее (j-е) сочленение; $\sum_{i=j}^n L_i$ – сумма длин звеньев МР закрепленных после j-го сочленения; то конфигурация – перспективная (для нее есть смысл решать прямую задачу кинематики), иначе – можем отбросить эту и все ее дочерние конфигурации.

Перебор начинается с первого звена, оно сдвигается на определенный дискрет. При этом сдвигаются все последующие звенья и сочленения. Далее проверяется выполнение неравенства 1 для сочленения, следующего за первым звеном. Если выясняется, что суммарная длина оставшихся звеньев (не учитывая первое звено) меньше расстояния от проверяемого сочленения до точки, которую необходимо схватить, то такая конфигурация отбрасывается. Такое решение является обоснованным, так как кратчайшим расстоянием между двумя точками является отрезок прямой, и если это расстояние превышает суммарную длину отрезков ломаной (в виде которой мы можем представить манипулятор, стремящийся схватить цель), то ни в одной дочерней конфигурации объект не будет захвачен. Конфигурация отбрасывается вместе со всеми ее дочерними конфигурациями, что позволяет не решать для них прямую задачу кинематики. Таким об-

разом, понижается вычислительная трудоемкость алгоритма.

Ход модифицированного алгоритма:

1. Организовать перебор по всем возможным конфигурациям МР (например, рекурсивно).

2. Для всех сочленений МР в текущей конфигурации выполнить:

3.1. Предлагаемый критерий выполняется? Если нет – отбросить данную конфигурацию и все ее дочерние – переход на шаг 1. Иначе – переход на шаг 3.2.

3.2. Проверяемое сочленение – последнее? Если нет – рассчитать координаты следующего сочленения и перейти на шаг 2. Иначе – перейти на шаг 3.3.

3.3. Цель может быть захвачена? Если да – добавить текущую конфигурацию в целевое множество и перейти на шаг 1. Если нет – перейти на шаг 1.

Библиографические ссылки

1. Лопатин П. К. Алгоритм захвата манипулятором объекта в неизвестной статической среде // Вестник СибГАУ. Вып. 3(29). 2010. С. 33–37.

© Колесников С. В., Новиков Д. С., 2012

УДК 681.3.06

С. В. Колесников

Научный руководитель – П. К. Лопатин

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

УПРАВЛЕНИЕ МАНИПУЛЯЦИОННЫМ РОБОТОМ В НЕИЗВЕСТНОЙ СРЕДЕ С ПОМОЩЬЮ АЛГОРИТМА A*

Рассматриваются вопросы разработки программного продукта, позволяющего просчитать траекторию пути манипулятор до захвата целевой точки.

В наше время робототехника активно развивающееся направление которое всё больше распространяется и используется в различных аспектах нашей жизни. Они используются как при потоковом производстве различность товаров, таких как машины или обыкновенные продукты питания, так и в космической сфере для сбора разного рода ископаемых. А так же существуют роботы, которые просто выполняют или копируют деятельность человека, к примеру, играют на музыкальных инструментах в футбол или убираются в доме.

Во всех этих случаях роботам приходится двигаться в пространстве. Что бы двигаться в пространстве им приходится в них ориентироваться с помощью сенсорных систем. Но сенсорная система может только распознать есть ли впереди препятствие или нет, остальную же работы выполняет специальное программное обеспечение, которое на основе полученных данных рассчитывает траекторию пути и только после чего робот начинает движение. Во всех этих случаях роботам приходится двигаться в пространстве. Что бы двигаться в пространстве им приходится в них ориентироваться с помощью сенсорных систем. Но сенсорная система может только распознать есть ли впереди препятствие или нет, остальную же работы выполняет специальное программное обеспечение, которое на основе полученных данных рассчитывает траекторию пути и только после чего робот начинает движение. Мой программный продукт можно отнести к программам такого типа. Он состоит на основе базового алгоритма и использует алгоритм A*.

Наилучшим алгоритмом для поиска оптимальных путей в различных пространствах является A*. Этот эвристический поиск сортирует все узлы по приближению наилучшего маршрута идущего через этот узел. Типичная формула эвристики выражается в виде

$$f(n) = g(n) + h(n),$$

где $f(n)$ – значение оценки, назначенное узлу n ; $g(n)$ – наименьшая стоимость прибытия в узел n из точки старта; $h(n)$ – эвристическое приближение стоимости пути к цели от узла n .

Таким образом, этот алгоритм сочетает в себе учет длины предыдущего пути из алгоритма Дейкстры с эвристикой из алгоритма «лучший-первый». Так как некоторые узлы могут обрабатываться повторно (для поиска оптимальных путей к ним позднее) необходимо ввести новый список Closed для их отслеживания. A* имеет множество интересных свойств. Он гарантированно находит кратчайший путь, до тех пор пока эвристическое приближение $h(n)$ является допустимым, то есть он никогда не превышает действительного оставшегося расстояния до цели. Этот алгоритм наилучшим образом использует эвристику: ни один другой алгоритм не раскроет меньшее число узлов, не учитывая узлов с одинаковой стоимостью.

На практике A* оказывается очень гибким. Рассмотрим различные части алгоритма. Состоянием зачастую является ячейка или позиция, которую занимает объект. Но при необходимости, состоянием с таким же успехом может быть ориентация и скорость (например, при поиске пути для танка или любой другой машины – их радиус поворота становится хуже при большей скорости).

Соседние состояния могут изменяться в зависимости от игры и локальной ситуации. Смежные позиции могут быть исключены, потому что они непроходимы. Некоторые типы местности могут быть непроходимыми для некоторых объектов, но проходимыми для других; объекты, которые медленно разворачиваются, не могут перемещаться во все соседние клетки.

Стоимость перехода из одной позиции в другую может представлять множество вещей: обычное расстояние между позициями; стоимость по времени или топливу на перемещение; штрафы за проезд через нежелательную область (например, точки в пределах вражеской артиллерии); бонусы за проезд через предпочтительные области (например, исследование новой области или захват контроля над неконтролируемыми зонами); и эстетические соображения (например, если диагональные перемещения такие же по стоимости, как и ортогональные, все равно лучше сделать их стоимость больше, для того чтобы пути выглядели более прямыми и естественными).

Приближение обычно равняется минимальному расстоянию между текущим узлом и целью умноженному на минимальную стоимость передвижения между узлами. Это гарантирует допустимость эвристики $h(n)$. (На карте с квадратными клетками, где объекты могут занимать только точки на сетке, минимальным расстоянием будет не геометрическое расстояние, а минимальное число ортогональных и диагональных перемещений между двумя точками.)

Цель не обязательно должна быть единственной позицией, но может состоять из множества позиций. Тогда приближение должно равняться минимуму приближений ко всем возможным целям. Указание пределов по стоимости пути или по расстоянию, или по обоим признакам может быть легко реализовано. Из моего непосредственного опыта я знаю, что A^* хорошо работает для большого числа типов путей в военных играх (wargames) и стратегиях.

Существуют ситуации, в которых A^* не может работать хорошо по различным причинам. Требования работы в реальном масштабе времени для некоторых игр,

плюс ограничения по памяти и процессорному времени в некоторых из них, создают проблемы для хорошей работы даже для A^* . Большая карта может требовать тысячи ячеек в списках Open и Closed, для чего может оказаться недостаточно места. Даже если для них окажется достаточно памяти, алгоритмы для работы с этими списками могут оказаться неэффективными.

Качество работы алгоритма сильно зависит от качества эвристического приближения $h(n)$. Если h близко к истинной стоимости оставшегося пути, то эффективность будет очень высокой, с другой стороны, если h будет слишком низким, то это отразится на эффективности в худшую сторону. На самом деле, алгоритм Дейкстры – это A^* с h установленной в ноль для всех узлов – это конечно будет допустимым приближением и этот алгоритм найдет путь, но это будет очень медленно.

Подводя итоги можно сделать вывод что алгоритм A^* не идеален у него существуют проблемы но так же он на много лучше большинства существующих алгоритмов. Он всегда выдаёт наикратчайший путь, если точка не досягаема он сообщит об этом. Ценой этого стали скорость и память, но для этого алгоритма существуют, модификация реализация которых поможет ускорить его работу и уменьшить количество используемой им памяти.

Библиографические ссылки

1. Кормен Т., Штайн К. Алгоритмы. Построение и анализ. М.: Вильямс, 2005. 1296 с.
2. Макконнел Дж. Основы современных алгоритмов. М.: Техносфера, 2006. 368 с.

© Колесников С. В., 2012

УДК 62-506.1

Н. В. Коплярова

Научный руководитель – О. В. Шестернева

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

О НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОМ АЛГОРИТМЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Рассматривается задача идентификации нелинейных динамических процессов с использованием модели Винера, линейная динамическая часть объекта находится в условиях непараметрической неопределенности. Вид нелинейности предполагается неизвестным. Приводится алгоритм для создания адекватных в смысле среднеквадратичного критерия моделей систем.

Развитие теории и методов математического моделирования нелинейных динамических систем является актуальной проблемой современной прикладной математики. Наиболее важным с точки зрения приложений классом динамических процессов являются системы, допускающие активный эксперимент при отсутствии полной априорной информации о структуре и параметрах моделируемого объекта.

Пусть исследуемая нелинейная динамическая система представлена в виде двух последовательно включенных звеньев – линейного динамического и нелинейного статического (модель Винера) [2].

Пусть $\{u(t_i), x_i\}$, $i = 1, s$ – выборка измерений реакции объекта на тестовое входное воздействие $u(t)$. Структура и параметры линейной динамической части, а также вид нелинейного звена системы неизвестны. На основании имеющейся информации требуется построить модель нелинейного динамического процесса, адекватно описывающую его поведение при произвольном входном воздействии.

Известно, что реакция системы линейной динамической системы $w(t)$ на входное воздействие $u(t)$ описывается интегралом Дюамеля [1]:

$$w(t) = k(0)u(t) + \int_0^t k'(t-\tau)u(\tau)d\tau = k(0)u(t) + \int_0^t h(t-\tau)u(\tau)d\tau, \quad (1)$$

где $h(t)$, $k(t)$ – весовая и переходная функции системы.

Выход нелинейного объекта может быть описан как некоторая функция от интеграла Дюамеля [2]:

$$q(t) = f\{w(t)\}. \quad (2)$$

здесь $q(t)$ – выходной сигнал системы; $w(t)$ – выход линейной части системы (не измеряемый); $f\{\}$ – нелинейный оператор.

Если подать на вход системы единичное воздействие, выход линейной части системы $w(t)=k(t)$ будет стремиться к некоторой неизвестной константе $C1$, а выход нелинейного объекта будет стремиться к величине, равной $f(C1)$. При некотором произвольном постоянном входном воздействии $u(t) = C$: $w(t) = Ck(t)$, $q(t) = f(Ck(t))$. Проведя серию экспериментов над системой, в ходе которых будем подавать на ее вход различные константы, можем получить выборку

$$\{U, Q\} : U = \{u_1, u_2, \dots, u_c\}, Q = \{q_1, q_2, \dots, q_c\}, \quad (3)$$

где q_i – установившееся значение выхода системы при входном воздействии u_i . Причем значения q_i будут пропорциональны $f(u_i)$, т. е. $q_i = C2f(u_i)$, $C2 = \text{const}$.

На основании полученной выборки можно построить непараметрическую оценку функции нелинейного звена объекта: $q = f\hat{1}(u) = f(u)$ следующим образом:

$$f\hat{1}(u) = \frac{\sum_{i=1}^s q1_i H\left(\frac{u-u1_i}{C_s}\right)}{\sum_{i=1}^s H\left(\frac{u-u1_i}{C_s}\right)}, \quad (4)$$

где $H(\cdot)$ – колоколообразная функция; c_s – параметр размытости, на которые накладываются условия сходимости, которым они должны удовлетворять; $q1_i$ – установившееся значение выхода системы при входном воздействии $u1_i$ [1].

Далее получаем оценку функции $u = f\hat{2}(q) = f^{-1}(q)$. Таким образом, будем полагать, что вид нелинейности системы известен. При этом значения переходной функции линейного звена объекта $k(t)$ могут быть рассчитаны: $k(t) = f^{-1}(q(t)) = f\hat{2}(q(t))$

При произвольном входном воздействии модель нелинейного элемента примет вид:

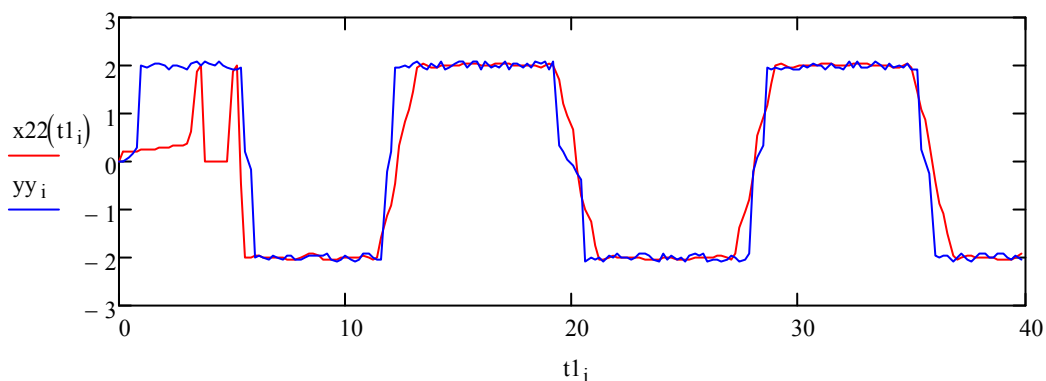
$$\hat{q}(t) = f\hat{1}\left[\frac{1}{sc_s} \sum_{i=1}^s \sum_{j=1}^{t/\Delta t} f\hat{2}(q_i) \times \times H'\left(\frac{t-\tau_j-t_i}{c_s}\right) [u(\tau_j)\Delta\tau]\right]. \quad (5)$$

где q_i – реакция нелинейной системы на единичное входное воздействие; u – тестовое входное воздействие.

Рассмотрим следующую систему: линейная часть объекта описывается дифференциальным соотношением: $2 \cdot y''(t) + 0.3 \cdot y'(t) + y(t) = u(t)$.

Нелинейный элемент представляет собой звено насыщения с параметрами: $b1 = 2$ $v0 = 0.4$.

Тестовое входное воздействие: $u(t) = 2\cos(0.4t)$.



$x2(t)$ – модель нелинейной системы, yy_i – выход системы, объем выборки $s = 150$, шаг дискретизации $h = 0.2$, помеха 5 %, относительная средняя ошибка моделирования 6.4 %

Полученная непараметрическая модель адекватно описывает данную систему при различных видах нелинейной части объекта, в условиях зашумленности каналов связи, при различном объеме выборки и входных воздействиях.

Библиографические ссылки

1. Медведев А. В. Непараметрические системы адаптации. Новосибирск: Наука, 1983. 173 с.
2. Чайка С. Н. К идентификации динамических систем при частично параметризованной структуре модели // Динамика систем : Управление и оптимизация. Горький: Изд-во Горьк. гос. ун-та, 1989.

© Коплярова Н. В., 2012

А. А. Корнеева
Научный руководитель – А. В. Медведев
Сибирский федеральный университет, Красноярск

НЕКОТОРЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ К ЗАДАЧЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ

Рассматривается задача параметрической идентификации или идентификации в «узком» смысле. Исследуется влияние неточности в выборе параметрической структуры модели на результаты численного моделирования исследуемого объекта. Приводятся результаты вычислительного эксперимента.

При решении задач идентификации большую роль играет уровень априорной информации [1; 2] об исследуемом процессе. При изучении того или иного объекта мы сталкиваемся с недостатком априорной информации, влиянием случайных помех, погрешностями измерений, то есть обладаем, в различной мере, неполной информацией. В зависимости от уровня априорной информации об объекте различают задачи идентификации в «узком» и «широком» смыслах [2].

Задача параметрической идентификации или идентификации в «узком» смысле, разбивается на два этапа. Исследуемый процесс описывается зависимостью вида $x(t) = A(u(t), \xi(t))$, где $\xi(t)$ – случайная помеха. На первом этапе, на основании имеющейся априорной информации, определяется параметрический класс операторов A^α , например: $\tilde{x}_\alpha(t) = A^\alpha(u(t), \alpha)$, где A^α – параметрическая структура модели, а α – вектор параметров [3]. На втором этапе осуществляется оценка параметров α на основе имеющейся выборки $\{x_i, u_i, i = \overline{1, S}\}$, S – объем выборки. Успех решения задачи идентификации в этом случае существенно зависит от того, насколько «удачно» определен оператор A^α .

Идентификация в «широком» смысле предполагает отсутствие этапа выбора параметрического класса оператора. Часто оказывается значительно проще определить класс операторов на основе сведений качественного характера, например, линейности процесса или типа нелинейности, однозначности либо неоднозначности и др. В этом случае задача идентификации состоит в оценивании этого оператора на основе выборки $\{x_i, u_i, i = \overline{1, S}\}$ в форме $\tilde{x}_S(t) = A_S(u(t), \vec{x}_S, \vec{u}_S)$, где $\vec{x}_S = (x_1, x_2, \dots, x_S)$, $\vec{u}_S = (u_1, u_2, \dots, u_S)$ – временные векторы.

При вычислительном эксперименте уравнение объекта было принято в виде:

$$\dot{x}^t = 0.5u_1^t + \sin(u_2^t) + u_3^t, \quad (1)$$

где $u_1(t), u_2(t), u_3(t)$ – входные переменные объекта, а $x(t)$ – выходная переменная, то есть на вход объекта подается управляющее воздействие $u(t) = (u_1(t), u_2(t), u_3(t)) \in [0; 3]$. Обучающая выборка формировалась случайным образом при различных объемах $S = 100, 200, 300$.

На первом этапе численного исследования мы «угадали» верную структуру объекта [4]. Мы можем

сделать это лишь в рамках вычислительного эксперимента, поскольку сами задаем исследуемый процесс в виде структуры (1). Уравнение модели имеет следующий вид:

$$\hat{x}^t = \alpha_1 u_1^t + \alpha_2 \sin(u_2^t) + \alpha_3 u_3^t. \quad (2)$$

Оценка параметров $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ осуществлялась с помощью метода наименьших квадратов. Относительная ошибка моделирования σ для уравнения (2) близка нулю, параметры оцениваются достаточно точно, при наложении помех 5 % и 10 % ошибка составляет 9 % и 18 % соответственно.

Оценка качества моделирования производилась по формуле

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{S} \sum_{i=1}^S (x_i - \hat{x}(u_i))^2 / \frac{1}{S-1} \sum_{i=1}^S (m - x_i)^2}, \quad (3)$$

где m – оценка математического ожидания выхода объекта.

На втором этапе мы допустили неточность в выборе параметрической структуры модели, как это и бывает на практике. Пусть модель процесса (1) описывается уравнением вида $\hat{x} = \alpha_1 u_1^t + \alpha_2 \sin(0.8u_2^t) + \alpha_3 u_3^t$. В этом случае ошибка σ составила 46 % в условии отсутствия помех, 49 % и 51 % при действии 5 % и 10 % помех соответственно. На рис. 1 проиллюстрировано отклонение выхода модели (пунктирная линия) от истинного выхода объекта (сплошная линия), i – текущая итерация при произвольных значениях входных воздействий из интервала $[0; 3]$.

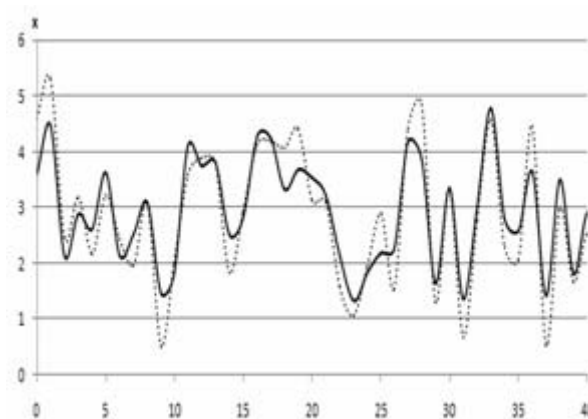


Рис. 1

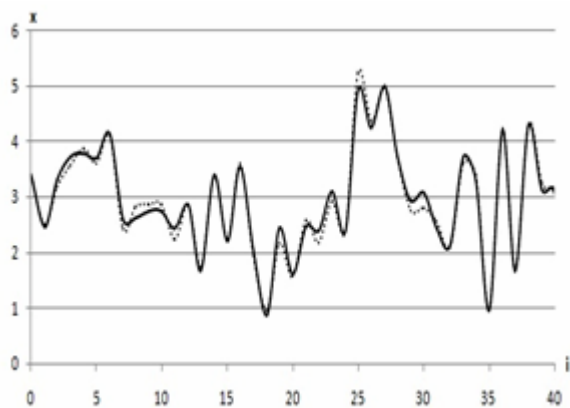


Рис. 2

Как видно из вышесказанного, отклонение выхода модели от истинного выхода объекта значительно, хотя ошибка в выборе структуры модели не существенна. При выборе модели в виде $\hat{x} = \alpha_1 u_1^t + \alpha_2 \sin(0.99 u_2^t) + \alpha_3 u_3^t$ относительная ошибка моделирования составила 9 %, при наложении помех 5 % и 10 % – 13 % и 19% соответственно (рис.2). Ошибка моделирования приближается к нулю лишь при выборе структуры вида

$$\hat{x} = \alpha_1 u_1^t + \alpha_2 \sin(0.99 u_2^t) + \alpha_3 u_3^t,$$

то есть при почти совпадающей параметрической структуре.

Результаты данного эксперимента показывают, что выбор параметрической структуры модели является очень важным этапом моделирования в «узком» смысле. Ошибка, пусть даже и не существенная, приводит к значительному снижению качества моделирования. Эта проблема отсутствует при непараметрической идентификации стохастических объектов [3]. Важную роль при этом играет так же анализ данных [4], предваряющий задачу идентификации.

Библиографические ссылки

1. Цыпкин Я. З. *Основы информационной теории идентификации*. М.: Наука, 1984. 320 с.
2. Эйкхофф П. *Основы идентификации систем управления*. М.: Мир, 1975. 683 с.
3. Медведев А. В. *Непараметрические системы адаптации*. Новосибирск, Наука, 1983. 174 с.
4. Корнеева А. А. О непараметрическом восстановлении матрицы наблюдений с пропусками в задаче идентификации с шумами // Молодой ученый. – 2012. № 3(38). С. 51–60.

© Корнеева А. А., 2012

А. А. Коромылова

Научный руководитель – Е. С. Семенкин

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

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВА МАСШТАБИРУЕМОСТИ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

Разработана и протестирована программа безусловной оптимизации функций многих переменных генетическим алгоритмом.

Генетические алгоритмы способны не только решать задачи оптимизации, но и сокращать перебор в сложных задачах. Генетический алгоритм основан на имитации естественной эволюции [1]. Данная работа посвящена определению зависимости между числом переменных и ресурсами, затрачиваемыми для достижения заданной надежности при решении задач безусловной оптимизации функций многих переменных.

Тестирование генетического алгоритма проводилось на следующих функциях:

1. Функция Растригина:

$$I(x, y) = 0.1x^2 + 0.1y^2 - 4 \cdot \cos(0.8 \cdot x) - 4 \cdot \cos(0.8 \cdot y) + 8$$

$$x, y \in [-16; 16], \min = I(0, 0) = 0$$

2. Аддитивная потенциальная функция:

$$I(x_1, x_2) = z(x_1) + z(x_2),$$

$$z(x) = -\frac{1}{(x-1)^2 + 0.2} - \frac{1}{2(x-2)^2 + 0.15} - \frac{1}{3(x-3)^2 + 0.3}$$

$$x_1, x_2 \in [0; 4], \min = I(2, 2) = -15.6$$

3. Мультипликативная потенциальная функция:

$$I(x_1, x_2) = -z(x_1)z(x_2),$$

$$z(x) = -\frac{1}{(x-1)^2 + 0.2} - \frac{1}{2(x-2)^2 + 0.15} - \frac{1}{3(x-3)^2 + 0.3}$$

$$x_1, x_2 \in [0; 4], \min = I(2, 2) = -60.8$$

Генетический алгоритм способен решать задачи большой размерности, благодаря свойству масштабируемости. Оно заключается в способности алгоритма находить решение поставленной задачи с заданной точностью и при этом затрачивать не большое количество ресурсов, по сравнению с увеличением размерности поискового пространства.

Чтобы исследовать генетический алгоритм на масштабируемость была зафиксирована определённая надежность. После этого было проведено тестирование данных функций для одной, двух, трёх, четырёх, пяти, десяти, пятнадцати и двадцати переменных. Число затрачиваемых ресурсов на решение задачи

безусловной оптимизации при добавлении одной переменной возрастало на порядок, в то время как поисковое пространство увеличивалось в тысячи или десятки тысяч раз. Таким образом, результаты тестирования показали, что применение генетических алгоритмов в задаче безусловной оптимизации функций нескольких переменных позволяет существенно снизить потребляемые ресурсы, затрачиваемые для нахождения решения.

УДК 519.68

Р. И. Кузьмич
Научный руководитель – И. С. Масич
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПОИСК ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ ПРИЗЕМЛЕНИЕМ КОСМИЧЕСКОГО КОРАБЛЯ

Осуществляется поиск закономерностей при решении задачи управления приземлением космического корабля. Для решения данной задачи используются методы деревьев решений и логического анализа данных.

Задача управления приземлением космического корабля относится к задачам классификации. В табл. 1 приведена выборка для данной задачи, состоящая из 6 объектов, которые относятся к классу с ручным управлением кораблем (0 класс), и 9 объектов, относящихся к классу с автоматической посадкой корабля (1 класс). Каждый объект в выборке характеризуется семью признаками: stability, error, sign, wind, magnitude, visibility, class. Как видно, в выборке имеются пропущенные значения, которые в таблице 1 обозначены «*».

Таблица 1

class	stability	error	sign	wind	magnitude	visibility
1	*	*	*	*	*	1
0	1	*	*	*	*	0
0	0	2	*	*	*	0
0	0	1	*	*	*	0
0	0	3	1	1	*	0
0	*	*	*	*	4	0
1	0	4	*	*	1	0
1	0	4	*	*	2	0
1	0	4	*	*	3	0
1	0	3	0	0	1	0
1	0	3	0	0	2	0
1	0	3	0	1	1	0
1	0	3	0	1	2	0
0	0	3	0	0	3	0
1	0	3	0	1	3	0

Задача состоит в том, чтобы на основании имеющейся выборки данных извлечь правила (закономерности), с помощью которых можно классифицировать объекты.

Для решения данной задачи будем использовать методы деревьев решений и логического анализа данных, так как в основе их работы лежит принцип вывода логических закономерностей или правил.

Библиографическая ссылка

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. 452 с.

© Коромыслова А. А., 2012

Классификационная модель, представленная в виде дерева решений, является интуитивной и упрощает понимание решаемой задачи. Результат работы метода в отличие, например, от нейронных сетей, представляющих собой «черные ящики», легко интерпретируется пользователем. Методы деревьев решений строят непараметрическую модель классификации, что позволяет избежать необходимости знаний о зависимости между исследуемыми данными.

Особенностью предлагаемого метода логического анализа данных является то, что вместо того, чтобы просто ответить на вопрос, к какому из классов принадлежит новое наблюдение, он строит аппроксимацию областей пространства признаков, содержащей наблюдения соответствующих классов. Наиболее важные преимущества такого подхода – это возможность дать объяснение для любого решения, полученного методом, возможность выявления новых классов наблюдений, возможность анализа роли и природы признаков.

В качестве способа тестирования в данном случае применяется кросс-проверка, так как выборка наблюдений состоит всего из 15 объектов.

Наиболее часто использующийся метод кросс-проверки – k-областной метод статистики. Этот метод заключается в случайном делении выборки на k приблизительно одинаковых подмножества, одно из этих подмножеств помечается как тестовое множество, модель строится на k-1 подмножествах, а затем тестируется на k-том. Этот процесс повторяется k раз, каждый раз выбирается новое тестовое множество, затем средняя точность выводится как мера качества используемого метода.

Случай k-областей называется методом перочинного ножа или поочередного пропуска, если число k берется равным количеству наблюдений в выборке, т.е. тестовое множество состоит всегда только из 1 объекта.

Примеры правил, из которых строилась решающая модель для метода логического анализа данных, приведены в табл. 2. Правила получены с использованием программного приложения, реализованного авторами.

Таблица 2

class	stability	error	sign	wind	magnitude	visibility
0	1					
0		<3				
0			1			
1						1
1					<4	
1		≥3				

Примеры правил, из которых строилась решающая модель для метода деревьев решений:

- 1) если error = 1, тогда класс 0;
- 2) если error = 2, тогда класс 0;
- 3) если error = 3 и magnitude = 1, тогда класс 1;
- 4) если error = 3 и magnitude = 2, тогда класс 1;
- 5) если error = 3 и magnitude = 3, тогда класс 0;

- 6) если error = 3 и magnitude = 4, тогда класс 0;
- 7) если error = 4, тогда класс 0.

Данные правила получены с использованием метода деревьев решений (J48), реализованного в системе анализа данных WEKA [1].

В результате каждое правило, полученное методом логического анализа данных, состоит из одной переменной. При построении всех правил не участвует только переменная wind. Правила, построенные методом деревьев решений (J48) содержат как одну переменную (error), так и две (error и magnitude). Полученные правила позволяют ответить на главный вопрос: почему конкретное наблюдение принадлежит данному классу? Таким образом, выявленные закономерности являются простыми, наглядными и эффективными.

Библиографические ссылки

1. Weka The University of Waikato [Электронный ресурс]. URL: <http://www.cs.waikato.ac.nz/~ml/weka/index.htm..>

© Кузьмич Р. И., 2012

УДК 519.8

Д. И. Ликсонова

Научный руководитель – А. В. Медведев

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

ОБ ИССЛЕДОВАНИИ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИХ РЕКУРРЕНТНЫХ ОЦЕНОК ФУНКЦИИ РЕГРЕССИИ

Исследуется непараметрическая рекуррентная оценка функции регрессии по наблюдениям с ошибками. Приведены результаты моделирования рекуррентных оценок при различных значениях аргумента кривой регрессии. Анализируются различные варианты оценок в зависимости от поведения параметров размытости.

Пусть дана двумерная случайная величина (x, y) с неизвестными плотностями распределения $p(x, y)$, $p(x) > 0$ для любых $x \in R^1$, и выборка статистически независимых наблюдений $(x_i, y_i, i = \overline{1, s})$.

Известно [1], что непараметрическая оценка функции регрессии имеет следующий вид:

$$y_s(x) = \sum_{i=1}^s y_i \hat{O}\left(\frac{x-x_i}{c_s}\right) / \sum_{i=1}^s \hat{O}\left(\frac{x-x_i}{c_s}\right), \quad (1)$$

где колоколообразные функции $\hat{O}\left(\frac{x-x_i}{c_s}\right)$ и параметр

размытости $\tilde{n}_s$ удовлетворяют некоторым условиям сходимости. В качестве непараметрической оценки функции регрессии может быть также использована следующая статистика:

$$y_s(x) = \sum_{i=1}^s c_i^{-1} y_i \hat{O}\left(\frac{x-x_i}{c_i}\right) / \sum_{i=1}^s c_i^{-1} \hat{O}\left(\frac{x-x_i}{c_i}\right). \quad (2)$$

Из (2) может быть получена рекуррентная оценка функции регрессии. Для этого в (2) прибавим и вычтем $y_{s-1}(x)$, и, выполняя простые преобразования, находим:

$$y_s(x) = \left(\sum_{i=1}^s c_i^{-1} y_i \hat{O}\left(\frac{x-x_i}{c_i}\right) \right) / \left(\sum_{i=1}^s c_i^{-1} \hat{O}\left(\frac{x-x_i}{c_i}\right) \right) - y_{s-1}(x) + y_{s-1}(x)$$

и далее получим:

$$y_s(x) = y_{s-1}(x) - \alpha_s^{-1} c_s^{-1} (y_{s-1}(x) - y_s) \hat{O}\left(\frac{x-x_s}{c_s}\right), \quad (3)$$

$$\alpha_s = \alpha_{s-1} + c_s^{-1} \hat{O}\left(\frac{x-x_i}{c_s}\right), \quad \alpha_0 = 0. \quad (4)$$

Таким образом, рекуррентная непараметрическая функция регрессии имеет форму (3), (4).

Вычислительный эксперимент. Пусть истинная зависимость $y = F(x)$ имеет вид $y = 2 \sin x$. Далее используем эту зависимость для формирования обучающей выборки, искажая при этом y случайной 5%-й помехой. В качестве $\hat{O}\left((x-x_i)/c_i\right)$ используем треугольное ядро. Таким образом, получена следующая обучающая выборка $(x_i, y_i, i = \overline{1, s})$, $x_i \in [0, 3]$. Параметр размытости c_i определяется по формуле: $c_i = A/\sqrt[3]{i}$, где $i = 1, 2, \dots, 100$; $s = 100$. В дальнейшем проведем эксперимент в трех вариантах.

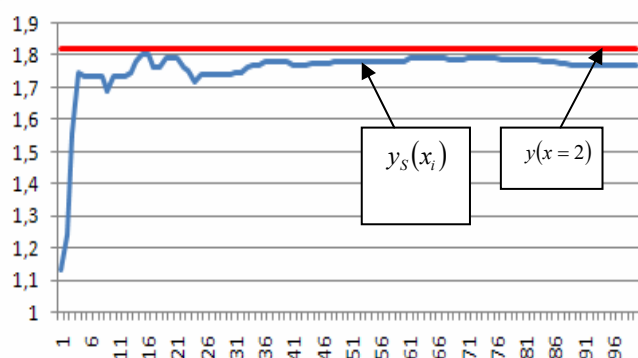


Рис. 1

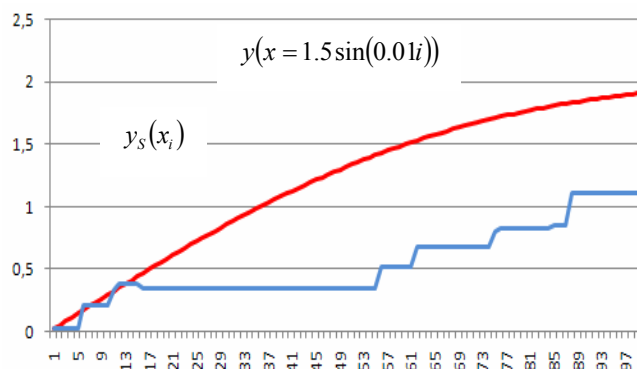


Рис. 2

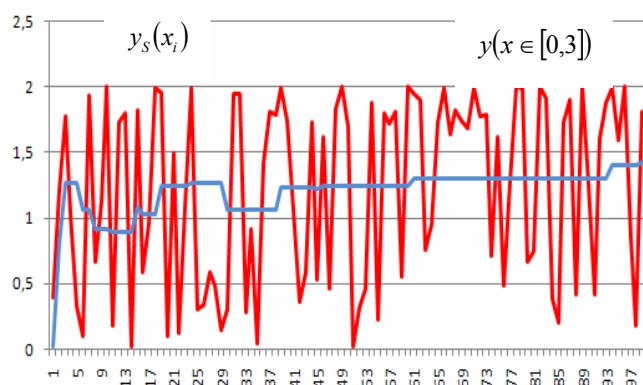


Рис. 3

В первом случае примем $x = 2$, $A = 1.6$ (рис. 1). Из рис. 1 видно, что непараметрическая оценка функции регрессии приближается к исходной функции. Во втором случае x меняется по формуле $x_i = 1.5 \sin(0.01i)$, $c_i = A/\sqrt[4]{i}$, $A = 0.5$ (рис. 2). Из рис. 2 видно, что непараметрическая оценка функции регрессии медленно приближается к истинной функции. В третьем случае x_i , $i = \overline{1, 100}$ принимает случайные значения из интервала $[0, 3]$, $c_i = A/\sqrt[4]{i}$, $A = 0.5$ (рис. 3). Из рис. 3 видно, что использование непараметрической рекуррентной оценки функции регрессии приводит к неудовлетворительным результатам.

Выводы. Численные исследования непараметрических рекуррентных оценок показали, что в случае, если x принять постоянным, то оценка приближается к истинному значению. Но при решении практических задач это редкий случай. Обычно x меняется по некоторой траектории или случайным образом. В этом случае применение рекуррентных оценок ока-

зывается неэффективным. Представляет интерес дальнейшее исследование рекуррентных непараметрических оценок для поиска экстремума некоторой зависимости или управление экстремальным объектом при активном накоплении информации [2].

Библиографические ссылки

1. Надарая Э. А. Непараметрическое оценивание плотности вероятностей и кривой регрессии. Тбилиси : Изд-во Тбилисского ун-та, 1983. 194 с.
2. Медведев А. В. О рекуррентных непараметрических алгоритмах адаптации // Решетневские чтения : материалы XV Междунар. конф. Красноярск : изд-во СибГАУ, 2011. С. 473–474.
3. Васильев В. А., Добровидов А. В., Кошкин Г. М. Непараметрическое оценивание функционалов от распределений стационарных последовательностей. М. : Наука, 2004. 508 с.

© Ликсонова Д. И., 2012

УДК 519.6

Е. С. Мангалова
 Научный руководитель – О. В. Шестернева
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОБ ОДНОМ АЛГОРИТМЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Предлагается алгоритм прогнозирования временных рядов на основе ансамбля авторегрессионных моделей. Для построения частных моделей применяется процедура рекурсивного разбиения. Вводится процедура объединения частных моделей в ансамбль с использованием нечеткого логического контроллера. Предлагаемый алгоритм был апробирован на реальных данных.

Прогнозирование – один из наиболее важных инструментов при принятии индивидуальных или организационных решений [1]. Прогнозирование временных рядов позволяет предсказывать состояние различных процессов (экономических, социальных и т. д.) на основе их предыстории. Большинство реальных процессов являются нелинейными и нестационарными, однако на конечных временных интервалах могут быть описаны линейными стационарными моделями. Тогда модель временного ряда принимает вид

$$x(t) = \sum_{k=1}^N \sum_{i=1}^{m_k} a_i^{(k)} x(t-i) I_i^{(k)}(t) + \xi(t), \quad (1)$$

где $a^{(k)} = \{a_1^{(k)}, a_2^{(k)}, \dots, a_{m_k}^{(k)}\}$ – параметры локальных моделей; $I^{(k)}(t)$ – индикаторные функции:

$$I^{(k)}(t) = \begin{cases} 1, & t \in T_k, \\ 0, & t \notin T_k, \end{cases}$$

где T_k ($k = 1, 2, \dots, N$) – непересекающиеся интервалы. Задача состоит в определении линейных стационарных участков.

В работе рассмотрена возможность применения процедуры рекурсивного разбиения [2] при построении моделей вида (1). Данный подход позволяет однозначно определить интервалы T_k в случае $m_k = \text{const}$

и множество интервалов, если $m_k \neq \text{const}$, что соответствует множеству моделей (1):

$$\hat{x}^j(t) = \sum_{k=1}^N \sum_{i=1}^{m_k} (\hat{a}^j)_i^{(k)} x^j(t-i) I_j^{(k)}(t), \quad j \in G,$$

где G – множество индексов частных моделей.

Предложено объединение полученных частных моделей в ансамбль:

$$\hat{x}(t) = \sum_{j \in G} w^j \hat{x}^j(t) / \sum_{j \in G} w^j$$

где w^j – веса частных моделей. Адаптивная настройка весов w^j происходит по принципу нечеткого логического контроллера.

Предложенный способ прогнозирования временных рядов был апробирован на данных 1st International Competition of Time Series Forecasting [3].

Библиографические ссылки

1. Makridakis S., Wheelwright S., Hyndman R. *Forecasting methods and applications*, 3rd Edition, John Wiley & Son s, USA, 2008.
2. Härdle, W. *Applied Nonparametric Regression*. Cambridge University, Press 1990, 333 pp.
3. 1st International Competition of Time Series Forecasting. (undated). [Online]. http://www.caos.inf.uc3m.es/~jperalta/ICTSF/ICTSF_Datasets.xls.

© Мангалова Е. С., 2012

УДК 519.713

Д. С. Новиков
 Научный руководитель – П. К. Лопатин
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АЛГОРИТМ ПОЛНОГО ПЕРЕБОРА В ЗАДАЧЕ УПРАВЛЕНИЯ МАНИПУЛЯТОРОМ В НЕИЗВЕСТНОЙ СРЕДЕ

Рассмотрен алгоритм полного перебора, описан способ применения данного алгоритма для решения задачи управления манипулятором в неизвестной среде, предложены входные и выходные параметры алгоритма. Отмечены сильные и слабые стороны алгоритма.

Основная функция манипулятора (МР) – некоторым образом влиять на окружающую среду. Для решения своей основной задачи МР должен обладать некоторым рабочим инструментом или схватом, сен-

сорной системой, позволяющей ему ориентироваться в пространстве, двигательной системой и пр. В общем случае МР может состоять из любого количества звеньев, и управление такой системой оказывается

весьма сложной задачей, которая и будет рассмотрена в данной статье. Рассмотрим ситуацию, когда необходимо передвинуть МР из одного положения в другое в среде с неизвестными запрещенными состояниями.

Существует алгоритм, позволяющий решить данную задачу за конечное число шагов либо получить обоснованный ответ о том, что цель недостижима [2]. Данный алгоритм годится для n -звенного манипулятора и сводится к конечному числу вызовов процедуры планирования пути в известной среде (ПИ). Планирование пути в среде с известными запрещенными состояниями – задача, имеющая множество разных алгоритмов решения. В [2] указано, что алгоритм полного перебора [1] гарантированно находит путь, если он существует, или дает обоснованный ответ о том, что пути не существует, если это действительно так. Также полный перебор прост алгоритмически и в реализации.

Рассмотрим случай, когда все сочленения n -звенного МР – вращательные, и все его движения лежат в одной плоскости. Пространство конфигураций такого МР – n -мерное, по осям откладываются повороты последующих звеньев относительно предыдущих. Пространство конфигураций должно быть ограниченным. Ограничения могут быть обоснованы устройством робота (например, недопустимо взаимное пересечение звеньев) и условиями задачи планирования маршрута (например, целесообразно ограничить координату, соответствующую некоторому сочленению, промежутком $[0; 360]$ градусов).

Алгоритм полного перебора работает с конкретными значениями координат, поэтому пространство конфигураций должно быть дискретным, чтобы ограничить количество точек, которые необходимо перебрать. Степень дискретизации пространства конфигураций можно выбрать произвольно, будем использовать значения 10, 5, 2 и 1 градус. Представив все пространство конфигураций в виде множества точек, введем понятие разрешенной вершины – это такая конфигурация, в которой МР ни одной своей точкой не касается ни одного препятствия и удовлетворяет конструктивным ограничениям. Все остальные точки будем считать запрещенными. Тогда задача процедуры ПИ – сгенерировать линию (последовательность следующих одна за другой разрешенных точек) в n -мерном пространстве конфигураций, соединяющую две точки – начальную и конечную, при этом сгенерированная линия не должна налегать ни на одну известную запрещенную точку. Ниже представлен ход алгоритма полного перебора [1]:

1. Поместить начальную точку в список Открыт;
2. Список Открыт пуст? Если да, то алгоритм завершается неудачно, иначе – переход на шаг 3;
3. Взять первую вершину из списка Открыт и переместить ее в список Закрыт. Обозначить эту вершину через n ;

4. Получить соседние к n разрешенные вершины. Поместить их в конец списка Открыт. Запомнить породившую их вершину;

5. Является ли какая-либо из соседних вершин целевой? Если да, то алгоритм завершается удачно. Иначе – переход на шаг 2.

В соответствии с ходом алгоритма полного перебора каждая точка пространства конфигураций попадает в список Открыт (и список Закрыт) только один раз. Вывод о том, что путь найден, делается на пятом шаге алгоритма, при этом нет гарантии, что найден кратчайший или наилучший путь. Для каждой точки, вновь добавляемой в список Открыт, известна точка, породившая ее, поэтому мы можем легко получить результирующий маршрут, проследовав по указателям, начиная с целевой вершины. При этом мы можем быть уверены в том, что результирующий путь не налегает на известные запрещенные точки, т. к. он строится из вершин в списке Открыт, а запрещенные точки в этот список не добавляются.

Вывод о том, что целевая вершина недостижима делается на втором шаге алгоритма, в случае, если список Открыт становится пуст, и цель еще не достигнута. Такой вывод можно считать обоснованным по следующим причинам: в список Открыт добавляются все разрешенные вершины, в которые можно попасть из начального положения, проследовав по добавленным туда ранее разрешенным вершинам; все точки, помещенные в список Открыт будут рассмотрены на предмет того, являются ли они целевыми, если ранее не будет найдена целевая точка. Если целевая точка не была добавлена в список Открыт и, в связи с этим, не была обнаружена, значит, в нее невозможно попасть из начального положения, следовательно перемещаясь по другим разрешенным точкам, т. е. маршрут сгенерирован быть не может.

Входными данными для описанного алгоритма являются: начальная и конечная точка пространства конфигураций, список запрещенных точек. На выход алгоритм передает список попарно соседних точек пространства конфигураций, пройдя по которым, манипулятор сможет передвинуться из начального положения в конечное, если не будут обнаружены ранее неизвестные препятствия. Явным недостатком описанного алгоритма является длительное время работы, связанное с большой вычислительной трудоемкостью.

Библиографические ссылки

1. Ильин В. А., Лопатин П. К. Манипуляционные роботы: Кинематика. Динамика. Управление : учеб. пособие ; СибГАУ. Красноярск, 2005. 92 с.
2. Лопатин П. К. Алгоритм захвата манипулятором объекта в неизвестной статической среде // Вестник СибГАУ. Вып. 3(29). 2010. С. 33–37.

© Новиков Д. С., 2012

В. Ф. Первушин
 Научный руководитель – А. В. Медведев
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ СТАЦИОНАРНЫХ ЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Рассматривается обобщение метода временных характеристик для идентификации стационарных линейных динамических объектов в условиях непараметрической неопределенности. Приводится вывод правила для расчета значений временных характеристик объекта, на основании полученных на этапе идентификации результатов.

Идентификация объектов в условиях непараметрической неопределенности предполагает наличие у исследователя относительно небольшого объема информации об объекте изучения недостаточной для построения параметрических моделей объекта. Подобные ограничения, накладываемые на объем полезной информации и ресурсы для её получения, рассматриваются в теории непараметрических систем [1] и представляют собой актуальную и, по словам редактора работы [2] Н. С. Райбмана, чрезвычайно трудную задачу.

В настоящей работе рассматривается метод проведения активных экспериментов с объектом идентификации, с целью получения информации об объекте, необходимой для построения его модели, в условиях, когда об объекте известно только о его принадлежности к классу стационарных линейных динамических объектов. Данный метод опирается на классический метод временных характеристик изложенный в [3]. Идея предлагаемого обобщения классического метода заключается в использовании разнообразных тестовых сигналов (помимо ступенчатых и импульсных) для идентификации характеристик объекта.

В качестве модели стационарного линейного динамического объекта предлагается использовать интеграл свертки его характеристик [4], который, в случае, множества входных и выходных характеристик, представляет собой векторно-матричное уравнение

$$\begin{pmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \\ \dots \\ x_n(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_1(t-t_0) \\ f_2(t-t_0) \\ \dots \\ f_n(t-t_0) \end{pmatrix} + \int_{t_0}^t \begin{pmatrix} g_{11}(t-\tau) & g_{12}(t-\tau) & \dots & g_{1m}(t-\tau) \\ g_{21}(t-\tau) & g_{22}(t-\tau) & \dots & g_{2m}(t-\tau) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ g_{n1}(t-\tau) & g_{n2}(t-\tau) & \dots & g_{nm}(t-\tau) \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} u_1(\tau) \\ u_2(\tau) \\ \dots \\ u_m(\tau) \end{pmatrix} d\tau, \quad (1)$$

где $x_i(t)$, $i=1, \dots, n$ – множество выходных сигналов модели объекта; n – количество выходных сигналов;

$u_j(t)$, $j=1, \dots, m$ – множество входных сигналов модели объекта; m – количество входных сигналов; $f_i(t)$ – множество свободных составляющих движения модели объекта; $g_{ij}(t)$ – множество импульсных переходных функций модели объекта соответствующих i -му выходному и j -му входному каналам связи модели объекта; t_0 – время начала наблюдения за объектом.

Необходимо решить задачу определения значений характеристик объекта ($f_i(t)$ и $g_{ij}(t)$) на основании результатов экспериментов с данным объектом. Решения задачи можно получить, при помощи непрерывного преобразования Лапласа уравнения (1)

$$\vec{X}(p) = \vec{F}(p) + \vec{G}(p) \cdot \vec{U}(p), \quad (2)$$

где $\vec{X}(p)$ – это изображение вектора «выходов»; $\vec{F}(p)$ – изображение вектора свободных составляющих движения; $\vec{G}(p)$ – изображение матрицы импульсных переходных функций; $\vec{U}(p)$ – изображение вектора «входов».

Для идентификации характеристик объекта возможно проведение $m + m \cdot n$ экспериментов, описанных в классическом методе временных характеристик с последовательной подачей на каждый из «входов» объекта сигнала, который описывается некоторой параметрической функцией времени. Результат каждого эксперимента описывается уравнением (2). По завершению этапа проведения экспериментов исследователь имеет систему уравнений, описывающую всю серию экспериментов. Далее необходимо решить полученную систему уравнений относительно характеристик объекта и применить обратное непрерывное преобразование Лапласа к ним.

В качестве примера, для наглядности, рассматривается объект с одним «входом» и одним «выходом», находящимся в состоянии покоя (нулевые начальные условия). На «входе» и «выходе» объекта стоят датчики, регистрирующие изменения соответствующих характеристик. На «вход» объекта подается сигнал, описываемый функцией $u(t) = \sin(t)$. На «выходе» объекта регистрируется изменение выходной характеристики. Произведем расчет уравнения для опреде-

ления импульсной переходной функции по реакции объекта:

$$\begin{aligned} X(p) &= G(p) \cdot L\{\sin(t)\} \Rightarrow G(p) = \\ &= X(p) \cdot (p^2 + 1) \Rightarrow g(t) = \frac{d^2 x(t)}{dt^2} + x(t), \end{aligned} \quad (3)$$

здесь $L\{\cdot\}$ – непрерывное преобразование Лапласа.

Предлагаемый метод позволяет расширить возможности по идентификации временных характеристик на объектах, на которых, в силу разнообразных причин, невозможно подавать ступенчатые или импульсные входные возмущения. Также, данный подход может использоваться для идентификации характеристик модели объекта в условиях проведения пассивных экспериментов. Недостатком метода является необходимость использования дополнительных методов обработки «зашумленных» показаний датчиков,

из-за использования оператора дифференцирования на этапе идентификации.

Библиографические ссылки

1. Медведев А. В. Теория непараметрических систем. Общий подход // Вестник СибГАУ. 2008. Вып. 3.
2. Эйхгофф П. Основы идентификации систем управления. Оценивание параметров и состояния. М.: Мир, 1975.
3. Красовский А. А. Справочник по теории автоматического управления / под ред. А. А. Красовского. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. 712 с.
4. Андреев Ю. Н. Управление конечномерными линейными объектами. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1976. 424 с.

© Первушин В. Ф., 2012

УДК 621.384.82

Д. В. Родин

Научный руководитель – Н. Д. Семкин
Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С. П. Королева
(Национальный исследовательский университет), Самара

МЕТОД АНАЛИТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛА ИОННОГО ЗЕРКАЛА ВРЕМЯПРОЛЕТНОГО МАСС-СПЕКТРОМЕТРА

Рассмотрено аналитическое выражение для расчета параметров масс-спектрометра с применением ионных зеркал с нелинейным распределением осевого потенциала. Приводятся результаты моделирования спектрометров двух типов, результаты расчетов зависимости разрешающей способности приборов от массы для различных начальных температур. На основе полученных данных даются выводы о преимуществах масс-спектрометров с применением ионного зеркала с нелинейным распределением осевого потенциала.

Времяпролетные масс-спектрометры находят широкое применение в области космических исследований ввиду своих малых габаритов и массы, так как данные приборы важны в космических условиях. Времяпролетные масс-спектрометры используются для определения химического состава космической пыли, собственной атмосферы космического аппарата. Достоинствами таких масс-спектрометров по сравнению с приборами других принципов действия являются малые габариты, а также высокая чувствительность.

Значительно ограничивает применение времяпролетных масс-спектрометров то, что традиционные методы временной фокусировки обеспечивают разрешающую способность приборов ($R > 500$) при дисперсии энергии ионов до 15 % [1–2]. Существующие пути улучшения характеристик масс-рефлектронов за счет оптимального выбора потенциала центральной сетки отражателя [3], не избавляют от ухудшения разрешения с ростом энергетического разброса ионов вещества-аналита. Все это ограничивает область приложений времяпролетных масс-спектрометров, так как для обеспечения высокой разрешающей способности, приходится создавать крупногабаритные анализаторы с ускоряющими потенциалами в сотни и тысячи вольт, либо ограничивать энергетический спектр ионов, что может быть неприемлемым.

Нами был разработан метод аналитического расчета нелинейного электростатического зеркала, лишенный вышеприведенных недостатков. Данный метод позволяет получить форму потенциала (1), осуществляющую точную компенсацию времени пролета для ионов с различной начальной энергией.

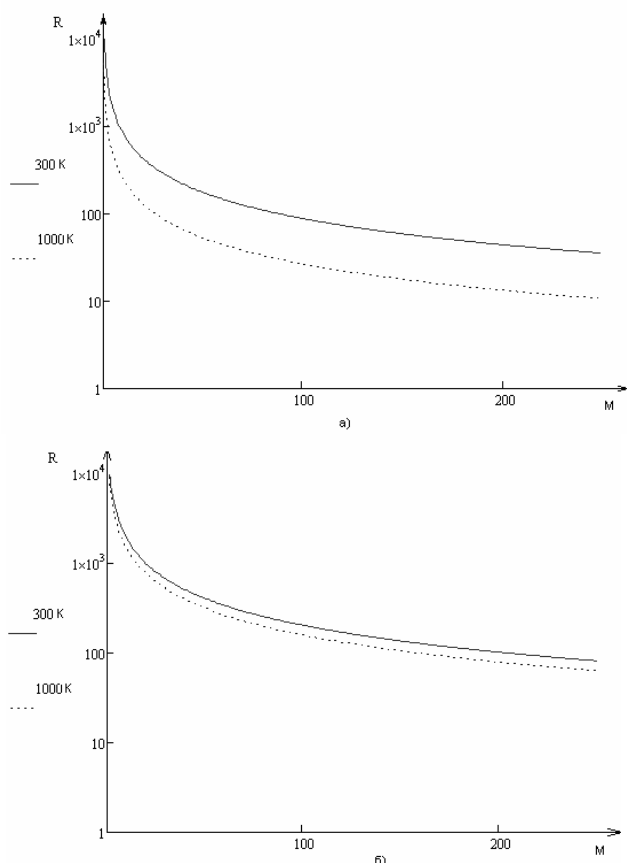
$$\begin{aligned} z = \frac{1}{\pi} \left\{ t_0 \alpha \sqrt{\tilde{\phi}} - L_0 \arcsin \sqrt{\frac{\tilde{\phi}}{1 + \tilde{\phi}}} - \right. \\ \left. - L_1 \left[\sqrt{\tilde{\phi}} + (1 + \tilde{\phi}) \arcsin \sqrt{\frac{\tilde{\phi}}{1 + \tilde{\phi}}} - \frac{\pi}{2} \tilde{\phi} \right] \right\}, \end{aligned} \quad (1)$$

где t_0 – время пролета частицы с нулевой начальной энергией; α – скорость частицы после ускоряющего промежутка; $\tilde{\phi}$ – нормированный потенциал.

Расчет производился для длины бесполевого пространства, равной 20 см и ускоряющего потенциала, равного 100 В. Расчет разрешающей способности спектрометров был проведен для приборов с применением источника ионов с электронной ионизацией и температур 300 К и 1000 К. Были рассмотрены только осевые ионы, поскольку при использовании детектора с малой апертурой, ионы, отклонившиеся от оси прибора просто не будут продетектированы.

Полученные результаты моделирования (рис. 1) позволяют сделать вывод о превосходстве, в отдельных случаях достигающем двух-трех раз, масс-

спектрометра с применением нелинейного зеркала над традиционным масс-рефлектроном.



Зависимость разрешающей способности от массы для схемы: а – с линейным электростатическим зеркалом; б – с нелинейным электростатическим зеркалом

Также следует отметить, что выигрыш в разрешении увеличивается с ростом начального энергетического разброса ионов и позволяет разрешать массы до нескольких тысяч, сохраняя при этом высокую разрешающую способность ($R > 100$) в диапазоне масс до 150 а.е.м. даже для температур порядка 1000 К, тогда как масс-спектрометр с применением линейного

зеркала при том же температурном разбросе имеет разрешение $R > 100$ только в диапазоне масс до 25 а.е.м. С увеличением ускоряющего потенциала происходит повышение разрешающей способности приборов, поскольку уменьшается время, требуемое для разворота траекторий ионов, движущихся в начальный момент времени в направлении, противоположном направлению ускорения ионов. Также с ростом ускоряющего напряжения уменьшается выигрыш в разрешении, получаемом при применении нелинейного зеркала, однако превосходство прибора с нелинейным электростатическим зеркалом сохраняется.

Разработанный метод аналитического расчета распределения нелинейного потенциала электростатического ионного зеркала позволяет существенно расширить диапазон разрешаемых масс, расширить диапазон допустимых начальных энергий ионов вплоть до 100 %, а также повысить точность расчета распределения потенциала. Данный метод также позволяет упростить и ускорить процесс вычислений, поскольку исключает необходимость рассчитывать большое количество точек (как при использовании численных путей расчета), позволяет рассчитывать потенциалы колец нелинейного зеркала непосредственно по их координатам, а также обладает большей точностью, а следовательно, повышает разрешающую способность прибора.

Библиографические ссылки

1. Картаев В. И., Мамырин Б. А., Шмигг Д. В. Новый принцип фокусировки ионных пучков во времяпролетных масс-спектрометрах // ЖТФ. 1971. Т. 41. Вып. 7.
2. Картаев В. И., Мамырин Б. А., Шмигг Д. В. Новый безмагнитный времяпролетный масс-спектрометр с высокой разрешающей способностью // ЖТФ. 1973. Т. 64. Вып. 1.
3. Шмигг Д. В., Дубенский Б. Н. Отражатель масс-рефлектрона // ЖТФ. 1984. Т. 54. Вып. 5.

© Родин Д. В., 2012

УДК 519.8

М. Е. Семенкина

Научный руководитель – Л. В. Липинский
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

САМОКОНФИГУРИРУЕМЫЙ АЛГОРИТМ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Приводится описание реализации самоконфигурируемого алгоритма генетического программирования, а также исследование его эффективности на тестовых и реальных практических задачах.

Эволюционные алгоритмы успешно применяются при решении многих практических задач оптимизации и моделирования, однако существенная зависимость их эффективности от выбора настроек и параметров создает серьезные трудности для дальнейшего расширения возможности их применения. В этой связи в настоящее время активно развиваются подходы,

обычно называемые самоадаптивными, устраняющие процесс выбора настроек за счет их адаптации в ходе работы алгоритма.

Основная идея предложенных в данной статье алгоритмов относится к автоматизации выбора и использования генетических операторов, в связи с чем данные алгоритмы могут быть названы самоконфигу-

рируемыми [1]. Предложенный алгоритм самоконфигурируемого генетического программирования (SCGP) использует динамическую адаптацию на уровне популяции [2] в ходе решения задачи и централизованную форму управления процессом настройки параметров. Вероятности для операторов быть выбранными для порождения очередного потомка адаптируются, исходя из успешности этих операторов на последнем поколении независимо от предыдущих результатов работы. Таким образом снимается типичная для централизованных подходов проблема больших затрат памяти [3]. Вероятности применения операторов не включены в хромосому и не являются объектом эволюции. Все операторы могут быть использованы в течение одного поколения для создания потомков.

Было проведено тестирование SCGP на 17 тестовых задачах и сравнение эффективности с альтернативными подходами на практических задачах. По результатам решения этих задач SCGP уступил одному алгоритму, специально разработанному для решения задач этого типа. SCGP может быть рекомендован для решения задач символьной регрессии как лучшая аль-

тернатива стандартному алгоритму генетического программирования.

В результате проделанной работы можно сделать вывод о том, что SCGP, предложенный в данной статье, позволяет избегать затрат интеллектуальных и вычислительных ресурсов на настройку алгоритма без снижения эффективности.

Библиографические ссылки

1. Schaefer R., Cotta C., Kołodziej J., Rudolph G. (Eds.) *Parallel Problem Solving from Nature – PPSN XI 11th International Conference, Kraków, Poland, September, 11–15. 2010.*
2. Meyer-Nieberg S., Beyer H.-G. *Self-Adaptation in Evolutionary Algorithms.* In F. Lobo, C. Lima, and Z. Michalewicz (Eds.) *Parameter Setting in Evolutionary Algorithm.* P. 47–75. 2007.
3. Gomez J. *Self Adaptation of Operator Rates in Evolutionary Algorithms.* In Deb K. et al. (Eds.) *GECCO 2004, LNCS 3102.* P. 1162–1173. 2004.

© Семенкина М. Е., 2012

УДК 519.68

О. Е. Семенкина

Научный руководитель – Е. С. Семенкин
Сибирский федеральный университет, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО МУРАВЬИНОГО АЛГОРИТМА НА ЗАДАЧЕ КОММИВОЯЖЕРА

Проведено исследование эффективности и скорости работы параллельного муравьиного алгоритма на задаче отыскания кратчайшего маршрута.

Исследование эффективности стохастических алгоритмов, работающих одновременно с большим количеством текущих решений на задачах оптимизации, является актуальной научной проблемой современной математики.

Для реализации и исследования эффективности муравьиного алгоритма была использована оптимизационная задача, которая часто возникает на практике, а именно задача коммивояжера [1]. Формулировка задачи: *Пусть имеется заданное множество из n городов. Требуется найти замкнутый обход минимальной длины с условием, что каждый город должен быть посещен единственный раз.*

Муравьиный алгоритм основан на имитации поведения муравьев в природе [2]. Почти слепые животные, такие как муравьи, справляются с задачей отыскания кратчайшего пути от гнезда до источника пищи и обратно. Для обмена информацией они используют след фермента, оставляемый на пути. Муравей с большей вероятностью выбирает тот путь, на котором большее количество фермента.

Пусть $\tau_{ij}(t)$ это интенсивность следа на ребре (i, j) в момент времени t . Интенсивность следа обновляется в соответствии с формулой $\tau_{ij}(t + n) = \rho \cdot \tau_{ij}(t) + \Delta\tau_{ij}$, где ρ является коэффициентом таким, что $(1 - \rho)$ представляет собой испарение следа.

$$\Delta\tau_{ij} = \sum_{k=1}^m \Delta\tau_{ij}^k,$$

где $\Delta\tau_{ij}^k =$

$$\begin{cases} \frac{Q}{L_k}, & \text{если } k\text{-й муравей использует ребро } (i, j) \text{ в своем обходе} \\ 0, & \text{если не использует} \end{cases}$$

Q является постоянной, а L_k – длина обхода k -го муравья. Пусть число η_{ij} , равное $1/d_{ij}$, называется *видимостью*, где d_{ij} – длина пути между городами i и j . Вероятность перехода из города i в город j для k -го муравья выражается следующим образом

$$p_{ij}^k = \begin{cases} \frac{[\tau_{ij}(t)]^\alpha \cdot [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_k [\tau_{ik}(t)]^\alpha \cdot [\eta_{ik}]^\beta}, & \text{если } k\text{-й муравей еще} \\ & \text{не посещал } j\text{-й город,} \\ 0, & \text{если } k\text{-й муравей} \\ & \text{уже посещал } j\text{-й город.} \end{cases}$$

Здесь α и β являются параметрами, которые управляют относительной важностью следа и видимости.

Алгоритм показывает свою работоспособность и хорошую надежность при достаточном количестве ресурсов. Но необходимое количество ресурсов, а,

следовательно, и время работы, быстро растет с увеличением размерности задачи. Для решения этой проблемы используется распараллеливание алгоритмов.

Также оно применяется для снижения преждевременной сходимости к локальному оптимуму, стимуляции разнообразия и поиска альтернативных решений той же проблемы.

Существует несколько видов распараллеливания эволюционных алгоритмов:

1. Глобальные однопопуляционные.

Имеется одна главная популяция, на основном ядре, а вычисление целевой функции распределено на несколько процессоров.

2. Однопопуляционные

Одна пространственно-распределенная популяция, с некоторыми ограничениями.

3. Многопопуляционные

Несколько независимых популяций, которые периодически обмениваются индивидами, то есть осуществляется миграция, управляемая несколькими параметрами.

Многопопуляционные ГА достаточно трудны для понимания, так как эффекты миграции остаются исследованными не полностью.

При реализации параллельного алгоритма был выбран именно третий тип распараллеливания, так как он является наиболее популярным и интересным для изучения. К тому же вычисление пригодности в задаче коммивояжера не требует значительного количества вычислительных ресурсов.

В разработанной программе на каждом ядре компьютера развивается собственная независимая колония муравьев, которая обменивается с остальными лучшими индивидами через определенное количество поколений. Топология их взаимодействия имеет вид клики («каждый с каждым»).

С помощью разработанной программы параллельного муравьиного алгоритма на тестовой задаче (решетка 5 на 5 городов) была исследована его надежность при различных настройках параметров и при различном количестве ядер.

В табл. 1–3 представлена надежность алгоритма, усредненная по 100 прогонам для одного, двух и четырех ядер соответственно. Всем вариантам алгоритма давалось 10 итераций, 25 муравьев и параметры $\rho=0.6$ и $Q=10$. При этом в случае нескольких ядер имеется ввиду суммарное количество муравьев на всех ядрах.

Таблица 1

$\beta \backslash \alpha$	0	0.5	1	2	5
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
2	0	0.01	0.30	0.25	0.4
5	0.06	0.54	0.86	0.86	0.60
10	0.60	0.80	0.94	0.83	0.72

Таблица 2

$\beta \backslash \alpha$	0	0.5	1	2	5
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0.14	0.06	0
5	0	0.64	0.86	0.78	0.43
10	0.57	0.78	0.88	0.81	0.54

Таблица 3

$\beta \backslash \alpha$	0	0.5	1	2	5
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0.12	0.01	0
5	0.05	0.68	0.90	0.81	0.35
10	0.60	0.85	0.97	0.91	0.63

Из этих таблиц можно сделать вывод, что при увеличении количества ядер, то есть отдельных популяций, качественно работа муравьиного алгоритма не изменяется, хотя и наблюдается некоторое изменение надежности для отдельных настроек. В то же время, существенно повышается скорость работы. Так при одном ядре один прогон занимает около 0.55 секунды, при двух ядрах это занимает около 0.27 секунды, а при четырех – около 0.16. То есть распараллеливание ГА позволяет существенно снизить время выполнения программы, не ухудшая надежности. Наибольшую надежность при одинаковых ресурсах показывает алгоритм со значениями параметров $\alpha = 1$, $\beta = 10$.

В дальнейшем предполагается разработать более эффективные методы распараллеливания муравьиного алгоритма, позволяющие ускорить его работу за счет эффективного взаимодействия разнородных популяций, развивающихся на разных ядрах.

Библиографические ссылки

1. Мудров В. И. Задача о коммивояжере. М. : Знание, 1969. С. 62.
2. Dorigo M. & Gambardella L. M.. Ant Colony System: A Cooperative Learning Approach to the Traveling Salesman Problem // IEEE Transactions on Evolutionary Computation, 1997, 1 (1): 53–66.

© Семенкина О. Е., 2012

М. В. Сержантова, А. А. Кузубов
Научный руководитель – И. В. Ковалев
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ ВАКАНСИЙ В МОНОСЛОЕ h-BN

В представленной работе проводилось численное моделирование магнитных свойств вакансий в монослое гексагонального нитрида бора (h-BN) с использованием квантово-химических расчетов. Полученные данные позволяют предположить, что вакансии в монослоях h-BN могут быть использованы для контроля магнитного упорядочения соединений (ферромагнитное – антиферромагнитное состояние).

Существуют различные методы численного моделирования свойств соединений. Их условно можно разделить на три группы: *ab-initio* (первопринципные), полуэмпирические методы и эмпирические потенциалы. Все они отличаются исходными данными, которые необходимы для проведения расчёта. Наиболее удобным, с точки зрения предсказания свойств соединений, является такой метод расчёта структуры и свойств молекул, который использует информацию только о конфигурации электронных оболочек атомов, составляющих систему. Именно к таким методам относятся *ab-initio* методы, т.е. первопринципные методы, однако из-за высокой сложности расчёта в них применяются некоторые приближения, которые не позволяют применить эти методы к любым системам. При этом точность расчёта в большинстве случаев довольно высока. К основным методам расчёта из первых принципов можно отнести следующие: метод Хартри-Фока и его дальнейшие развития и метод функционала электронной плотности DFT (Density Functional Theory).

Метод Хартри-Фока, или метод самосогласованного поля, является одним из эффективных методов решения задач квантовой химии. Его идея состоит в том, что взаимодействие электрона с его окружением заменяется взаимодействием с неким усредненным полем. Таким образом, не решаемая квантово-механическая задача многих тел сводится к решению одночастичного уравнения Шредингера.

В основе теории функционала плотности лежит простая схема описания обменных и корреляционных эффектов в электронном газе введением соответствующих потенциалов, зависящих от электронной плотности. Наиболее простой тип методов функционала плотности основан на приближении локальной плотности LDA (Local Density Approximation). В этом приближении предполагается, что локально электронная плотность системы может быть описана как электронная плотность однородного электронного газа. В нашей работе применялся другой тип методов, основанный на обобщенном градиентном приближении GGA (Generalized Gradient Approximation). В данном приближении обменно-корреляционный функционал зависит не только от плотности, но и от её первой пространственной производной.

Таким образом, в нашей работе расчеты проводились в рамках формализма теории функционала плотности DFT (Density Functional Theory) [1] с градиент-

ными поправками PW91 (Perdew – Wang) с использованием пакета VASP (Vienna Ab-initio Simulation Package) [2–4]. В ходе вычислений применялся ультрамягкий псевдопотенциал Вандербиля (Vanderbilt ultrasoft pseudopotential) [5]. Так как программа работает с периодическими условиями, по нормали к плоскости задавался вакуумный промежуток (15 Å) исходя из предположения, что на данном расстоянии монослои, находящиеся в соседних суперячейках, не будут оказывать влияния друг на друга. Обратное пространство в первой зоне Бреллюэна автоматически разбивалось на сетку по схеме Монхорста-Пака [6], количество k-точек вдоль каждого из направлений составляло $6 \times 6 \times 1$. Для каждой из структур проводилась оптимизация геометрии до значения силы действующей на атом величиной 10^{-2} eV/Å.

На первом этапе исследовался монослой h-BN без вакансий. Моделировались гексагональная элементарная ячейка, содержащая два атома. Рассматривалось три вида суперячеек монослоя h-BN с вакансиями, содержащих $6 \times 6 \times 1$ (68 атомов), $8 \times 8 \times 1$ (124 атома), $10 \times 10 \times 1$ (196 атомов) элементарных ячеек. Каждая смоделированная суперячейка содержала четыре вакансионных дефекта. Подобные суперячейки были выбраны, чтобы выполнить условие равномерного удаления вакансий друг от друга в ячейке.

Исследовалось ферромагнитное, антиферромагнитное и немагнитное состояния. Ферромагнитное состояние было получено автоматически при использовании спин-поляризованного расчета. Антиферромагнитное состояние задавалось с помощью чередования магнитных моментов на атомах, окружающих вакансию. Для сравнения, для каждой из структур, рассчитывалось немагнитное состояние, в котором суммарный магнитный момент был равен нулю. Установлено, что немагнитное состояние является энергетически невыгодным.

Для монослоев h-BN магнитный момент в системе появляется при наличии вакансий, как бора, так и азота. В обоих случаях, атомы, окружающие вакансию равноудалены друг от друга. Спиновая плотность равномерно распределена на атомах, окружающих вакансию, при этом проекции спинов имеют одинаковое направление.

В случае вакансии бора наблюдается переход от антиферромагнитного к ферромагнитному упорядочению. Для монослоя h-BN с вакансией азота характерна обратная ситуация, т. е. переход от ферромаг-

нитного к антиферромагнитному состоянию. В случае вакансии азота значение магнитного момента существенно не изменяется в зависимости от расстояния между вакансиями. Данное явление объясняется электрон-дефицитным состоянием атомов бора, окружающих вакансию азота.

Локализация магнитного момента для монослоя h-BN с вакансиями обоих типов происходит на атомах, окружающих вакансию.

В ходе численного моделирования магнитных свойств вакансий в монослое h-BN было установлено, что присутствие вакансий приводит к появлению магнитного момента. Показано, что исследуемая система является магнитно упорядоченной. При увеличении расстояния между вакансиями возможен переход от антиферромагнитного к ферромагнитному состоянию и наоборот, в зависимости от типа вакансий. Откры-

тие подобного явления дает новые возможности использования вакансий в монослое h-BN для внедрения и контроля магнитного упорядочения.

Библиографические ссылки

1. Kohn W. and Sham L. J. *Phys. Rev.* 140. 1133 (1965).
2. Kresse G., Hafner J. et al., *Phys. Rev. B* 47. 558 (1993).
3. Kresse G., Hafner J. et al., *Phys. Rev. B* 48. 13115 (1993).
4. Kresse G., Hafner J. et al., *Phys. Rev. B* 49. 14251 (1994).
5. Vanderbilt D. *Phys. Rev. B* 41. 7892 (1990).
6. Monkhorst H. J., Pack J. D., *Phys. Rev. B* 13. 5188 (1976).

© Сержантова М. В., Кузубов А. А., 2012

УДК 681.3

Ю. В. Смешко

Научный руководитель – Е. Д. Агафонов

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

КРИТЕРИЙ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА КЛАССОВ В ЗАДАЧЕ НЕЧЕТКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ С САМООБУЧЕНИЕМ

Рассматривается задача построения нечеткого классификатора для множества объектов, представленных признаковым описанием без указаний учителя. Предложен критерий для автоматического определения количества нечетких классов.

Нередко процесс интеллектуального анализа данных включает в себя решение задачи классификации, то есть группировки объектов исходного множества по однородным классам. При анализе сложных систем границы классов, выделяемых в процессе классификации, могут быть размытыми. В этом случае классы пересекаются и обладают сложной формой и структурой [1]. Требование об однозначности классификации подобной совокупности объектов оказывается чрезмерно жестким. В нечетком подходе к задаче классификации вместо понятия строгой принадлежности к классу вводится понятие функции принадлежности μ , принимающей вещественные значения из интервала $[0,1]$ и отражающей степень сходства объекта с типичным элементом группы (центром класса). При таком подходе класс представляет собой нечеткое множество объектов, а проблема классификации сводится к определению степени принадлежности объекта тому или иному классу.

В задаче классификации с самообучением информация о конечном множестве из m объектов представлена признаковым описанием, которое называют матрицей «объект-свойство» $X_{m \times n}$, где каждый объект $x \in X$ будет интерпретироваться как точка в n -мерном признаковом пространстве $I^n(X)$. Указания о принадлежности объектов классам отсутствуют. Количество классов также заранее неизвестно и должно определяться в процессе группировки. При решении

задачи классификации с самообучением проблема определения количества классов выходит на первый план.

Иногда встречается случай, когда заказчик (владелец данных) точно знает, сколько классов он хотел бы получить [1]. Чаше заказчик высказывает пожелание: хотелось бы получить количество классов в диапазоне от cn до ck . Алгоритм классификации с самообучением должен автоматически выбрать наиболее «естественное» число классов c^* в этом диапазоне. Для этого исследователь формирует критерий $Q(X, c)$, с помощью которого можно предпочесть одно разбиение другому и определиться с выбором количества классов. Тогда проблема сводится к последовательному разбиению исходной совокупности объектов на различное число классов из интервала $[cn, ck]$ с последующим выбором разбиения, соответствующего экстремальному значению введенного функционала:

$$Q(X, c) \rightarrow \underset{cn \leq c \leq ck}{extr}. \quad (1)$$

В работе предлагается критерий для определения количества классов в процессе решения задачи нечеткой классификации с самообучением. Критерий сформирован на основе гипотезы компактности, предполагающей, что объекты одного класса должны образовывать компактные «сгустки» в многомерном признаковом пространстве [2]. Исходная информация для расчета критерия задана матрицей $F_{m \times c} = \{\mu_{li}\}$,

которая определяется в результате группировки m объектов в c нечетких классов алгоритмом нечеткой классификации с самообучением. Предлагается следующий алгоритм для определения количества классов:

1. Задаем границы интервала $[cn, ck]$, $cn < ck$.
2. а) С помощью алгоритма нечеткой классификации с самообучением производим группировку множества объектов в c нечетких классов ($c = cn, cn + 1, \dots, ck$).
- б) Рассчитываем показатель нечеткого внутри-классового разброса:

$$S = \frac{1}{c} \sum_{l=1}^c \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \mu_{li} d(x_i, \tau_l), \quad (2)$$

где μ_{li} – функция принадлежности i -объекта l -классу; $d(x_i, \tau^l)$ – функция, определяющая расстояние от i -объекта до центра l -класса. В качестве меры d использовалось Евклидово расстояние в многомерном признаковом пространстве.

в) Рассчитываем показатель межклассового разброса:

$$D = \frac{1}{c} \sum_{l=1}^c \frac{1}{c-1} \sum_{l', l' \neq l}^c d(\tau_l, \tau_{l'}). \quad (3)$$

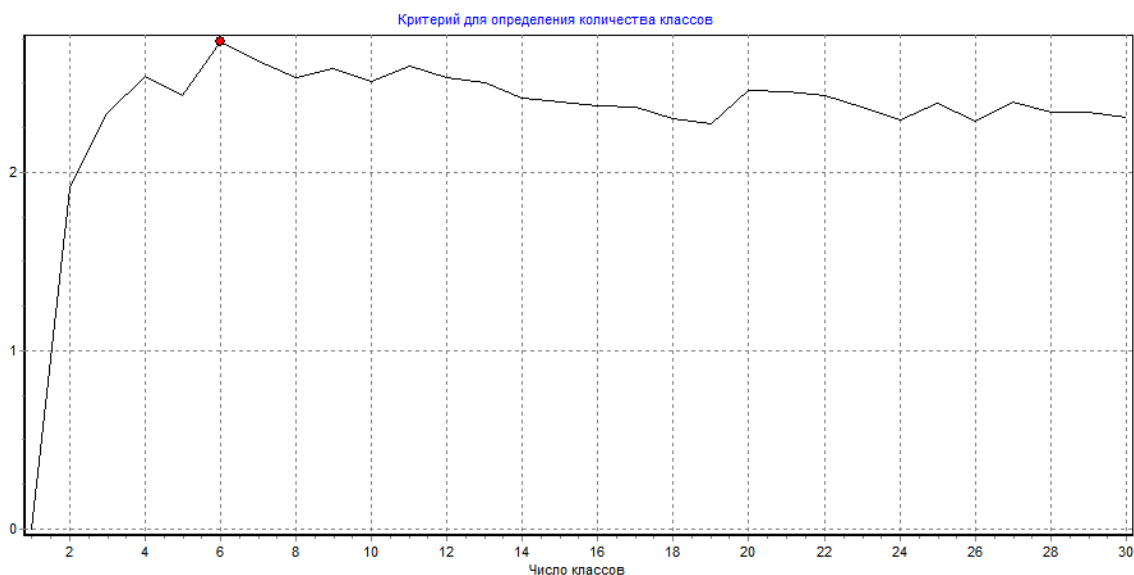
г) Предлагается следующий критерий для количественной оценки разбиения [1, 2]:

$$Q(x, c) = \ln \frac{D^a}{S^b + \varphi}, \quad (4)$$

где a, b, φ – параметры, определяющие значимость соответствующих показателей. Шаги а), б), в), г) повторяются до тех пор, пока $c = ck$. После того, как значения критерия (4) определены для всего интервала $[cn, ck]$, проблема отыскания количества классов c^* сводится к решению оптимизационной задачи:

$$c^* = c: Q(X, c) \rightarrow \max_{cn \leq c \leq ck}. \quad (5)$$

В качестве исходных данных для алгоритма использовалась выборка Glass Identification, взятая с UCI Machine Learning Repository. Шесть типов стекла представлены 214 образцами. Для каждого образца измерено 9 различных показателей-признаков. Признаки выражены количественными величинами. Указания учителя отсутствуют. В качестве алгоритма нечеткой классификации с самообучением использовался алгоритм нечетких C -средних [3].



Результаты применения алгоритма ($cn = 1$, $ck = 30$, $c^* = 6$, $Q(X, c^*) = 2.737$)

Максимум критериальной функции, изображенной на рисунке, соответствует разбиению на 6 нечетких классов.

Библиографические ссылки

1. Загоруйко Н. Г. Прикладные методы анализа данных и знаний. Новосибирск : Изд-во Ин-та математики, 1999. 270 с.

2. Загоруйко Н. Г. Методы распознавания и их применение. М. : Сов. радио, 1972. 208 с.

3. Bezdek J. C. Pattern Recognition With Fuzzy Objective Function Algorithm. NY : Plenum Press, 1981.

© Смешко Ю. В., 2012

УДК 519.68

В. В. Становов

Научный руководитель – Е. С. Семенкин

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ
САМОНАСТРОЙКИ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА**

Исследуется эффективность различных подходов к автоматическому выбору операторов генетического алгоритма. Рассмотрены два метода самонастройки, проведено тестирование и сравнение с множеством других методов оптимизации.

Генетические алгоритмы являются мощным оптимизационным средством, относящимся к методам прямого поиска (т. е. не требуют никаких сведений о структуре целевой функции). С их помощью могут быть решены задачи многомерной оптимизации сложных функций, в том числе в случаях когда присутствуют смешанные переменные. В данной работе рассматриваются лишь задачи безусловной оптимизации на множестве действительных чисел.

Существенной проблемой для генетических алгоритмов является невозможность определения наилучших типов операторов для конкретной задачи. На сегодняшний день предложены различные методы решения данной проблемы – коэволюционные подходы, множество типов самонастройки и самоадаптации. В данной работе рассмотрены два метода самонастройки из [1] – Population-Level Dynamic Probabilities (PDP, динамические вероятности на уровне популяции) и Individual-Level Dynamic Probabilities (IDP, динамические вероятности на уровне индивида). Данные подходы были разработаны для настройки вероятности выбора того или иного типа мутации в генетическом программировании.

Была разработана программная система, реализующая эти подходы, адаптированные к применению в генетическом алгоритме. Основная идея метода PDP состоит в том, что вероятности выбора операторов зависят от успешности их применения. То есть, после последовательного применения операторов селекции, скрещивания и мутации пригодность полученного потомка сравнивается с пригодностями родителей и, в случае увеличения пригодности, примененные операторы поощряются. Вероятности вычисляются следующим образом:

$$p_i = p_{\text{all}} + \left[\frac{\eta_i \cdot (100 - n \cdot p_{\text{all}})}{\text{scale}} \right],$$

$$\text{где } \eta_i = \frac{\text{success}_i}{\text{used}_i}, \quad p_{\text{all}} = \frac{20}{n}, \quad \text{scale} = \sum_{j=1}^n \eta_j$$

Здесь success_i – число успешных применений оператора i , used_i – общее число применений, n – общее число операторов.

Метод IDP в предложенном виде применим только для выбора оператора мутации, поэтому он был модифицирован для выбора оператора скрещивания. Суть метода состоит в том, что каждому индивиду из популяции ставится в соответствие несколько счетчи-

ков cnt_i^k ; числа неудачных применений данного оператора, значения которых используются для вычисления вероятностей следующим образом:

$$p_i = p_{\text{all}} + \left[\frac{(\max_{1 \leq k \leq n} \text{cnt}_i^k + 1 - \text{cnt}_i^k) \cdot (100 - n \cdot p_{\text{all}})}{n \cdot (\max_{1 \leq k \leq n} \text{cnt}_i^k + 1) - \sum_{k=1}^n \text{cnt}_i^k} \right],$$

где $p_{\text{all}} = \frac{20}{n}$, n – число операторов

Так как данный метод требует наличия одного или двух родительских индивидов, он неприменим для выбора типа селекции. Таким образом, при использовании метода IDP для настройки вероятностей выбора операторов скрещивания и мутации, вероятности выбора типов селекции использовался метод PDP.

Сравнение результатов тестирования

Функция	Точность	PDP	IDP	Simple GA
1	1,00E-07	3459	1220	4316
2	1,00E-03	1326	1402	782
3	1,00E-03	79	19	40
4	1,00E-03	19	41	37
5	1,00E-07	282	249	6800
6	1,00E-03	534	1059	3073
7	1,00E-07	87	18	67
8	1,00E-03	270	255	1342
9	1,00E-03	1102	146	2167
10	1,00E-01	614	640	2828
11	1,00E-01	650	409	5039
12	1,00E-01	282	467	575
13	1,00E-01	238	714	1090
14	1,00E-03	187	82	276
15	1,00E-01	15	15	13
16	1,00E-03	62	21	178
17	1,00E-03	88	186	91
18	1,00E-01	33	54	23
19	1,00E-03	146	310	108
20	1,00E-03	93	21	45
21	1,00E-07	27	25	271
22	1,00E-07	110	115	1855
23	1,00E+00	8	6,30	6,6
24	1,00E+00	40	17	67

Тестирование производилось по методологии [2]. Список содержит 24 тестовые функции разных размерностей (от 2 до 40). Результатом тестирования является количество вычислений функции пригодности

сти до достижения заданной точности. По результатам тестирования можно заключить, что предложенные алгоритмы превосходят принимавший участие в соревновании базовый генетический алгоритм на большинстве тестовых задач. При этом методы PDP и IDP примерно равны по эффективности. В таблице приведены значения ожидаемого числа вычислений функции для размерности 2 для трех алгоритмов: PDP, IDP и Simple GA (взято из [3]).

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://coco.gforge.inria.fr/lib/exe/fetch.php?media=download3.6:bbobdocexperiment.pdf>.
3. URL: <http://coco.lri.fr/BBOB2009/rawdata/>

© Становов В. В., 2012

УДК 330.43

А. В. Стрельников
научный руководитель – А. В. Медведев
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

О НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ДЕФИЦИТНЫХ РИСКОВ

Рассматривается задача оценки дефицитных рисков ежедневной доходности. Для оценки применяются метод нижних частных моментов, параметрический и непараметрический подходы. Приводятся графики сравнения качества работы методов.

Одной из задач инвестиционного анализа является оценка рисков потерь вложенных средств. Как правило, риск является вероятностью того, что предпринимательская деятельность, в которую мы вложили деньги, окажется убыточной. Для построения оценок можно использовать необходимую априорную информацию об этой и других предприятий, существующих на едином рынке. В качестве такой априорной информации может быть показатель ежедневной доходности r_t – натуральный логарифм отношения стоимости активов компании сегодня к стоимости активов вчера. Этот показатель является безразмерной величиной, содержащей случайную составляющую и зависящей от предыдущих своих состояний и от ситуации на внешнем рынке.

Для оценки финансовых рисков обычно используется стандартная мера [1]. Но эта оценка имеет существенный недостаток, при котором прибыль и потери оцениваются одинаково. В случае если закон распределения показателей не является симметричным, то стандартная мера становится неадекватной. Для решения данной задачи предлагается использовать оценку дефицитов риска.

Рассмотрим самый простой вариант, когда r_t является случайной величиной. В защиту такого упрощения можно привести утверждение, что сумма случайных величин также является случайной величиной.

По сути, оценкой дефицита риска (ESR – Estimation of Shortfall Risk) является вероятность того, что значение показателя r (или Index) окажется ниже значения z . На рис. 1 заштрихованной областью обозначена оценка дефицита риска, z – величина показателя r на момент инвестиций.

Сформулируем задачу оценки дефицитных рисков. Для удобства здесь и в дальнейшем будем называть вектор ежедневных доходностей $\vec{r}$ вектором показате-

телей. Пусть существует набор показателей $\vec{r}$ – случайных величин, имеющих функцию плотности распределения $P(r)$. Зафиксировано значение z . Имеется ряд статистически независимых наблюдений $\vec{r}_t$, объемом s . Необходимо оценить площадь ESR под кривой плотности.

Существует три метода для вычисления ESR [2]: метод нижних частных моментов, параметрическая и непараметрическая методы. Первый метод заключается в вычислении нижних частных моментов для случайной величины r_t с зафиксированным значением z , n – положительный коэффициент:

$$LPM_n = \frac{1}{s} \sum_{t=1}^s (z - r_t)^n I_z, \quad I_z = \begin{cases} 1 & \text{if } r_t \leq z; \\ 0 & \text{otherwise,} \end{cases} \quad (1)$$

Другие методы заключаются в оценивании функции плотности вероятности $P(r)$. Для этого существует два способа: параметрический и непараметрический. Принципиальное отличие между этими способами заключается в уровне априорной информации. В первом подходе сначала определяется структура функции плотности распределения, а потом оцениваются ее параметры. В случае, когда априорной информации не хватает, чтобы определить структуру закона распределения, используют непараметрический подход, в котором плотность распределения показателей оценивается с помощью непараметрической оценки. Например, оценки Розенבלата-Парзена [3; 4]:

$$P(r) = (s \cdot h_s)^{-1} \sum_{t=1}^s \Phi\left(\left(h_s\right)^{-1}(r - r_t)\right) \quad (2)$$

где $\Phi(\cdot)$ – ядерная функция; h_s – параметр размытости.

Тогда ESR для параметрического и непараметрического подходов будет вычисляться:

$$ESR = \int_{\alpha}^z P(r) dr \quad (3)$$

Здесь α – левая граница оценки плотности распределения $P(r)$.

Для сравнения трех методов проведем эксперимент, в котором с помощью модели GARCH [5] сгенерируем выборку независимых измерений скалярной величины r_t . Значение $z = 1$, объем выборки $s = 250$. В параметрическом методе структура закона распределения – нормальная. Результаты эксперимента приведены на рис. 2.

При истинном значении $ESR = 0.48$ при $z = 1$, значения оценок на последнем шаге $NR = 0.477$, $LPM = 0.484$ и $PR = 0.508$. Большая погрешность, при сравнении с другими методами, при параметрическом подходе объясняется неправильным выбором структуры.

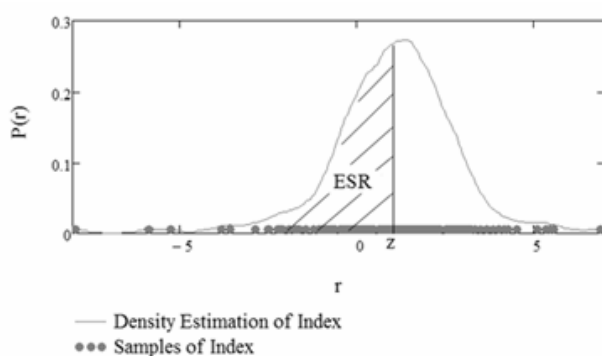


Рис. 3. Оценка дефицитных рисков

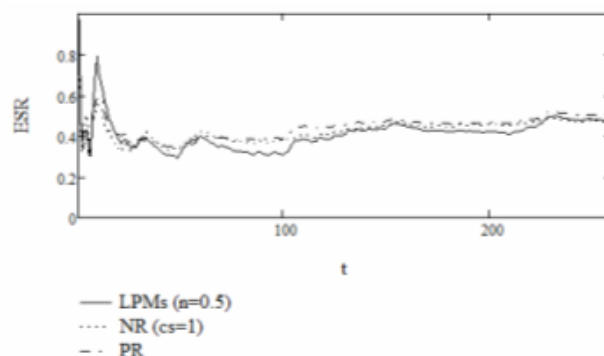


Рис. 4. Результаты работы трех методов

Библиографические ссылки

1. Crouhy M., Galai D., Mark R. *Risk Management*. McGraw-Hill. P. 752. 2001.
2. Chen S. X. *Nonparametric Estimation of Expected Shortfall* // *Journal of Financial Econometrics*, 6. P. 87–107. 2008.
3. Rosenblatt M. *Remarks on some nonparametric estimates of a density function* // *Ann. Math. Statist.* 1956. V. 27. № 3. P. 832–835.
4. Parzen E. *On Estimation of a Probability Density, Function and Mode* // *IEEE Transactions on Information Theory*. Vol. Pami-4. № 6. 1982. P. 663–666.
5. Engle Robert F. 2001. *GARCH 101: The Use of ARCH/GARCH Models in Applied Econometrics* // *Journal of Economic Perspectives*. 15(4). P. 157–168.

© Стрельников А. В., 2012

УДК 519.68

А. В. Фисак

Научный руководитель – Е. С. Семёнкин

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИБРИДНОГО САМОНАСТРАИВАЮЩЕГОСЯ ЭВОЛЮЦИОННОГО АЛГОРИТМА ОПТИМИЗАЦИИ

Исследовалась эффективность гибридного самонастраивающегося эволюционного алгоритма на тестовых задачах безусловной и условной оптимизации. Было проведено сравнение рассматриваемого алгоритма с другими процедурами оптимизации.

Генетические алгоритмы применимы для широкого круга задач. Однако чтобы добиться высокой надежности при сравнительно небольших вычислительных ресурсах, необходимо тщательно настраивать алгоритм. Выбор оптимальных настроек трудоемкий и затратный процесс, причем алгоритм необходимо настраивать отдельно для каждой задачи. В связи с этим возникает потребность в разработке самонастраивающегося генетического алгоритма. В рамках решения этой проблемы была разработана программная система, в которой на основе стандартного генетического алгоритма [1] был реализован гибридный самонастраивающийся эволюционный алгоритм.

Остановимся подробнее на самом гибридном алгоритме. Он базируется на гибридном самонастраивающемся эволюционном алгоритме Гомеса [2]. Этот алгоритм представляет собой гибридизацию генетического алгоритма и эволюционных стратегий, так как внутри хромосомы записываются действительными числами вероятности применения операторов. При этом вероятности выбора операторов для каждого индивида адаптируются отдельно. В алгоритме Гомеса автоматизируется выбор типа всего одного генетического оператора. А так как это существенно не улучшает ситуацию с настройкой алгоритма, то была предложена модификация данной процедуры. Модификация

фицированный алгоритм в процессе работы сам выбирает применяемые типы трех операторов, а именно селекции, скрещивания и мутации.

Рассмотрим схему реализованного гибридного самонастраивающегося эволюционного алгоритма. Он начинается с инициализации популяции. Также одновременно с инициализацией нужно задать начальные значения вероятностей выбора операторов для каждого индивида. Так как нет какой-либо априорной информации о том, какой оператор предпочтительнее, то начальные значения вероятностей будут равны между собой. Эти числа записываются в хромосому и не нулями и единицами, как решение задачи, а вещественными числами. Далее начинается первая итерация алгоритма: берем первого индивида и в соответствии с эмпирическими вероятностями, закодированными в нем, случайным образом выбираем операторы, которые будут к нему применены. Непосредственно применяем выбранные операторы, получаем потомков, случайно выбираем одного из них. Сравниваем его пригодность с пригодностью индивида, которого мы рассматриваем на текущем шаге, если она больше, то перемещаем найденного потомка в следующее поколение, если меньше, то перемещаем исходного индивида. После этого пересчитываем вероятности выбора операторов следующим образом: если потомок имеет большую пригодность по сравнению с исходным индивидом, то увеличиваем вероятности выбора использованных на данном шаге операторов селекции, скрещивания и мутации, если потомок имеет меньшую пригодность, то уменьшаем соответствующие вероятности. Затем перезаписываем полученные числа в индивида, которого переместили в следующее поколение и переходим к очередному индивиду. После того, как все хромосомы в популяции прошли развитие, заканчивается первая итерация алгоритма и начинается новая. Так продолжается до тех пор, пока не будут пройдено заданное пользователем число поколений.

Для проверки эффективности рассматриваемой схемы самонастройки, сравним разработанный гибридный алгоритм со стандартным генетическим алгоритмом на наборе из десяти тестовых функций безусловной оптимизации и десяти тестовых задачах условной оптимизации. В качестве критериев эффективно-

сти были выбраны – надежность алгоритма (процент удачных запусков, в ходе которых решение найдено с необходимой точностью) и среднее число поколений до первого обнаружения искомого решения.

Установлено, что гибридный алгоритм имеет надежность значительно больше, чем средний по эффективности генетический алгоритм, и почти на всех задачах имеет надежность, такую же или больше, чем генетический алгоритм с лучшими настройками. Также полученные результаты показали, что по скорости рассматриваемая модификация, если и проигрывает стандартному алгоритму, то немного.

Кроме этого, было проведено сравнение гибридного алгоритма с другими оптимизационными процедурами по методикам, предложенным на сайтах: http://coco.lri.fr/COCOdoc/bbo_experiment.html и http://www.ntu.edu.sg/home/EPNSugan/index_files/CEC-06/CEC06.htm. Сравнительный анализ подтвердил конкурентоспособность разработанного метода оптимизации относительно других алгоритмов, предложенных на вышеупомянутых сайтах.

В заключение можно добавить, во-первых, что проведенные исследования показали целесообразность использования гибридного алгоритма вместо обычного генетического, так как он не требует выбора ряда параметров и имеет показатели эффективности не хуже, чем генетический алгоритм с лучшими настройками. Во-вторых, алгоритм показал свою высокую эффективность на задачах как безусловной, так и условной оптимизации.

Библиографические ссылки

1. Сергиенко А. Б., Галушин П. В., Бухтояров В. В., Сергиенко Р. Б., Сонов Е. А., Сонов С. А. *Генетический алгоритм. Стандарт. Красноярск, 2010 [Электронный ресурс]. URL: http://www.harrix.org/files/61/Geneticheskii_algoritm_Standard_Part_1_v_1_8_Release_Candidate.pdf.*
2. Gomez J. Self adaptation of operator rates in evolutionary algorithms // *Proc. of Genetic and Evolutionary Computation Conference 2004 (GECCO 2004)*. LNCS No. 3102, 2004. P. 1162–1173.

© Фисак А. В., 2012

УДК 519.87

Д. И. Хритonenko

Научный руководитель – Е. С. Семенкин

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

ПРИМЕНЕНИЕ САМОНАСТРАИВАЮЩЕГОСЯ АЛГОРИТМА ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ КЛАССИФИКАЦИИ

Рассматривается самонастройка алгоритма генетического программирования при решении задач восстановления символьной регрессии и классификации. Разработанный алгоритм протестирован на ряде задач и сравнивается с базовым. На задачах классификации данный алгоритм сравнивается по эффективности со сходными ему алгоритмами.

При решении задач с помощью алгоритмов генетического программирования (ГП) [1] возникает проблема выбора их параметров. Для каждой решаемой

задачи существует свой, оптимальный в некотором смысле, набор параметров, который в свою очередь может изменяться во время работы алгоритма. Разу-

меется, изначально ни набор этих параметров, ни закон их изменения (если он вообще существует) неизвестен. Таким образом, перед нами ставится задача в отыскании этих неизвестных параметров, с целью увеличения производительности программы.

В данной работе настройка параметров будет производиться на основе работы [2].

Выделим 3 группы операторов у ГП: селекции, скрещивания, мутации. Каждая группа представляет собой набор следующих вариантов операторов.

Таблица 4

Разбиение операторов ГП по группам

Группы операторов	Селекция	Скрещивание	Мутация
Операторы	Пропорциональная Ранговая Турнирная	Одноточечное Стандартное	Одноточечная С заменой ветви

Внутри каждой группы операторы будут конкурировать за возможность использования на следующей итерации алгоритма.

Прогрессивная хромосома – хромосома, которая превосходит по пригодности среднее значение пригодности в текущей популяции. Количество прогрессивных хромосом, полученных при помощи оператора селекции равно суммарному числу прогрессивных хромосом, полученных при проведении скрещивания и мутации. Вероятность выбора оператора внутри группы будет высчитываться следующим образом:

$$P_i = \frac{q_i}{\sum_j q_j},$$

где q_i – число прогрессивных хромосом, полученных при помощи i -го оператора. На каждой итерации работает лишь один набор генетических операторов. Поэтому необходимо несколько итераций для накопления данных для пересчета вероятностей.

Тестирование проводилось по 50-ти прогонам на 24-х тестовых задачах размерности 2 [3], а также на двух задачах классификации размерности 14 и 24 соответственно [4]. Результаты тестирования и сравнения алгоритмов на тестовых задачах.

Таблица 5

Результаты тестирования

Алгоритм	Ошибка	Сложность	Надежность	Трудоёмкость	Формулы		
					P1	P2	P3
Simple_GP	0.00793	87	63	826	17	20	63
SA_GP	0.00475	86	92	751	23	12	65

Ошибка – среднеквадратичное отклонение выхода полученного выражения и истинного значения. *Сложность* – число вершин дерева. *Надежность* – процент решений, удовлетворяющих заданной точности (ошибка < 0.01). *Трудоёмкость* – номер поколения, на котором было найдено решение, удовлетворяющее заданной точности. Формулы (решения), аппроксими-

рующие с заданной точностью тестовые задачи, в свою очередь были разделены на 3 класса:

- *Точные* (P1) – формулы, точно совпадающие с истинной структурой
- *Условно точные* (P2) – формулы, которые проводятся при помощи элементарных математических преобразований и округлений к истинным
- *Не приводимые* (P3) – формулы, не приводимые к истинным (разложение в ряд и т.д.)

В данной таблице приведены результаты усреднения по всем тестовым задачам и прогонам. В случае тестирования алгоритмов ГП без настройки параметров, проводилось также усреднение и по всем параметрам алгоритма.

Результаты тестирования и сравнения алгоритмов на задачах классификации:

Таблица 6

Результаты тестирования

Название алгоритма	Australian credit	German credit	Название алгоритма	Australian credit	German credit
SCGP	0.9022	0.7950	Bayesian approach	0.8470	0.6790
MGP	0.8985	0.7875	Boosting	0.7600	0.7000
2SGP	0.9027	0.8015	Bagging	0.8470	0.6840
GP	0.8889	0.7834	RSM	0.8520	0.6770
Fuzzy classifier	0.8910	0.7940	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	SA_GP	0.8960	0.7693

Критерий эффективности алгоритма:

$$I = 1 - \frac{ERR}{n}$$

В данной формуле ERR – число неправильно классифицированных объектов, n – общее число объектов. Сравнительные результаты взяты из научной литературы.

Сравнивая полученный алгоритм (SA_GP) с базовым (Simple_GP), можно сделать вывод, что применение самонастраивающегося алгоритма ГП позволило существенно уменьшить ошибку аппроксимации, а также повысило надежность. На задачах классификации разработанный алгоритм показал результаты, сравнимые с существующими аналогами.

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. Мясников А.С., Островной генетический алгоритм с динамическим распределением вероятностей выбора генетических операторов. URL: <http://technomag.edu.ru/doc/136503.html>.
3. URL: <http://coco.gforge.inria.fr/doku.php>.
4. URL: <http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets.html>.

УДК 004.65

Е. Г. Абдугалимова, К. В. Степурко
Научный руководитель – М. Н. Фаворская
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ БАЗ ДАННЫХ

Проанализированы средства обеспечения безопасности доступа, используемые в известных СУБД. Показано, что наиболее часто применяются средства на уровне избирательного управления доступом к базам данных. Рассмотрены виды шифрования данных, применяемые в СУБД.

Существенным аспектом СУБД является защита данных. В современных СУБД поддерживаются как избирательный, так и обязательный подходы к обеспечению безопасности данных. В случае избирательного управления, некий пользователь обладает различными правами, или привилегиями, и полномочиями при работе с различными объектами. В случае обязательного управления, каждому объекту присваивается некий квалификационный уровень, а каждому пользователю предоставляются права доступа к тому или иному уровню. Как правило, для идентификации и проверки подлинности пользователя применяется либо соответствующий механизм операционной системы, либо функциональные возможности SQL-оператора «connect». В момент начала сеанса работы с сервером базы данных пользователь идентифицируется под своим логином, а средством аутентификации служит пароль. Все операции над базой данных, которые будут выполнены после этого, СУБД связывает с конкретным пользователем, который запустил приложение. Некоторые СУБД («Oracle», «Sybase», «InterBase») используют собственную систему паролей, в других СУБД («Ingres», «Informix», «MS SQL Server») применяется идентификатор пользователя и его пароль из операционной системы.

Одна из проблем защиты данных возникает по той причине, что при работе с базами данных инициируются процессы, которые могут запускаться как пользователями, так и прикладными программами. Одно из решений проблемы заключается в том, чтобы прикладной программе также были предоставлены некоторые привилегии доступа к объектам базы данных. В этом случае пользователь, не обладающий специальными привилегиями доступа к некоторым объектам базы данных, может запустить прикладную программу, которая имеет такие же привилегии. В СУБД «Ingres» и «Oracle» решение данной проблемы обеспечивается использованием механизма ролей. Роль представляет собой именованный объект, хранящийся в базе данных, и связывается с конкретной прикладной программой для придания последней привилегий доступа к базам данных, таблицам, представлениям и процедурам базы данных. Роль создается и удаляется администратором базы данных, ей может быть придан

определенный пароль. Как только роль создана, ей можно предоставить привилегии доступа к объектам базы данных [1].

Еще одним эффективным способом обеспечения безопасности является шифрование данных. По способу функционирования системы шифрования СУБД делят на два класса: системы прозрачного шифрования (включаются администратором) и системы, вызываемые пользователем (непрозрачное шифрование). Прозрачное шифрование данных («Transparent Data Encryption») выполняется в реальном времени для шифрования и дешифрования файлов данных и журналов в операциях ввода-вывода. В таких системах криптографические преобразования осуществляются незаметно для пользователя. Преимуществом прозрачного шифрования является то, что данные на носителе (в файле, таблицах и так далее) всегда зашифрованы, а в незашифрованном виде находятся минимальное время. Шифрование пользователем может использоваться как средства шифрования самой СУБД, так и внешние по отношению к СУБД утилиты для шифрования. Для непрозрачного шифрования может использоваться язык SQL или его расширения. При непрозрачном шифровании обычно используется ключ шифрования базы данных («Data Encryption Key-DEK»), защищенный главным ключом или сертификатом СУБД. Преимущества непрозрачного шифрования: минимальная нагрузка на центральный процессор для шифрования и дешифрования и отсутствие необходимости администрирования [2].

Современные СУБД включают резервное копирование и аудит как неперемещаемые составляющие системы безопасности. Суть резервного копирования состоит в том, что сохраняются копии баз данных. При необходимости из этой копии восстанавливается версия базы, актуальная на предыдущий момент времени. При этом часто используются варианты полного копирования (копируется вся база данных) или частичного копирования (копируются только изменения с предыдущей копии). При копировании база данных может сжиматься или шифроваться. Аудит состоит в отслеживании всех значимых с точки зрения безопасности событий. Обычно они сохраняются в текстовом файле (так называемый «log-файл»). Этот файл шиф-

руется при использовании прозрачного шифрования для повышения защищенности базы данных от атак злоумышленников [1].

Существенной проблемой является также и обеспечение безопасности операционной системы, а, следовательно, и данных, хранящихся в ней. Основными механизмами защиты в операционных системах являются:

- идентификация и аутентификация пользователя при входе в систему;
- разграничение прав доступа к ресурсам, в основе которого лежит реализация дискреционной модели доступа (отдельно к объектам файловой системы, к устройствам, к реестру операционной системы, к принтерам и др.);
- аудит (регистрация событий) [3].

Таким образом, проанализированы способы и методы обеспечения безопасности данных, используемые современными СУБД. Несмотря на существую-

щие методы, проблема обеспечения безопасности далека от своего окончательного решения, поэтому требуется дальнейшее развитие средств защиты данных на алгоритмическом, организационном, аппаратном и программном уровнях.

Библиографические ссылки

1. *Безопасность базы данных.* URL: <http://all4study.ru>.
2. *Шифрование данных в СУБД.* URL: <http://compsmir.ru>.
3. Безбогов А. А. *Безопасность операционных систем : учеб. пособие.* М. : Машиностроение-1, 2007. 220 с.

© Абдугалимова Е. Г., Степурко К. В., 2012

УДК 004.056.53

У. А. Александрова
Научный руководитель – В. В. Кукарцев
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОХРАННОСТИ ДАННЫХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Освещены угрозы при использовании мобильных приложений и предложены пути по увеличению уровня сохранности данных.

Сейчас банками предлагается установка на телефон специальных приложений, которые в чем-то повторяют функции интернет-банкинга, но приспособлены для работы на платформах и малых экранах смартфонов, коммуникаторов, а также планшетных компьютеров. Однако в связи с внедрением мобильного банкинга возникли значительные проблемы с информационной безопасностью.

После внедрения мобильных сервисов, банки столкнулись с новыми рисками, которые существенно отличались от привычных, вроде кредитов на чужой паспорт или скиммеров на банкоматах. С другой стороны, из-за реальной угрозы оттока клиентов ввиду финансового кризиса банкам пришлось активнее работать над удобством предоставления своих услуг [1].

Главная угроза безопасности мобильного банкинга заключается не в ИТ-инфраструктуре самого банка и не в каналах передачи данных. Наименее надежная часть системы – это сам клиент и его мобильное устройство. Причем банк не может контролировать клиента и указывать ему правила безопасного поведения при работе со счетом. Он может лишь обратить его внимание на это.

Банк не может проверить документы человека, работающего в системе через смартфон или планшет. Отсюда возникают угрозы: злоумышленник может завладеть мобильным устройством или же данные из устройства могут быть перехвачены шпионским ПО и отправлены преступникам. Ежегодно в России происходит около 100 тыс. краж/утерь мобильных и КПК.

Если владелец записал в памяти телефона свой пароль к банковскому приложению, преступник имеет большие шансы снять с его счета все доступные средства. Помимо этого, клиент может стать жертвой несанкционированного доступа к его данным, просто загрузив со стороннего сайта игру или другое приложение, содержащее вредоносный код. Во время очередного выхода в интернет личные данные отправятся к новому владельцу.

Случаи реальных мошеннических действий со счетами клиентов через мобильные устройства банки предпочитают не разглашать, опасаясь за свою репутацию, которая дороже денег. Но известны ситуации, когда осуществлялась атака пользователей интернет-клиентов как минимум двух крупных российских банков, когда троянская программа меняла записи в файле hosts на компьютерах жертв и вместо сайта своего банка люди попадали на фишинговые сайты, где и вводили пароли [2].

Что касается мобильных устройств, то, согласно отчету фирмы Juniper Networks, за последний год четверо выросло число вирусов, выявленных для системы Android. Существуют вредные программы и для других мобильных платформ, включая iOS. Иногда ошибаются сами банки. Так, недавно Sitibank обнаружил критическую уязвимость в своем мобильном клиенте для iPhone. Приложение сохраняло скрытые файлы с персональными данными об аккаунте клиента, включая номера банковских счетов, выставленные на оплату счета и пароли доступа к системе.

Борьба за безопасность мобильного банкинга сегодня ведется как в области совершенствования банковских систем, так и в сфере пропаганды основ безопасности среди клиентов. Согласно требованиям Стандарта ЦБ, они должны быть обеспечены детальными инструкциями, описывающими процедуры выполнения операций или транзакций, включая информацию о возможных рисках. Эти инструкции содержатся на веб-сайтах банков и в буклетах по банковским услугам.

Отсутствие обязательного стандарта по обеспечению безопасности при проведении мобильных операций привели к разнообразию форм защиты данных. Одни банки требуют личного присутствия клиента в офисе при регистрации мобильного банка на его имя. Другие упрощают эту процедуру и подключают к системе через интернет-клиент, банкомат (терминал) или по звонку в контакт-центр с вводом пин-кода с клавиатуры телефона.

Приложение для телефона или планшета обычно скачивается с сайта банка. Но есть и своеобразные решения. МБРР заключил соглашение с МТС, и при регистрации «мобильного банка» обменивает сим-карту клиента на аналогичную, с тем же номером и балансом, но с уже установленным на ней банковским приложением [3].

Как правило, сами приложения защищены паролем. Поскольку, как уже говорилось, многие люди хранят персональные данные непосредственно в телефоне, широко используются другие средства аутентификации: одноразовые пин-коды подтверждения транзакций, часто действительные лишь несколько минут; скретч-карты, ЭЦП и аналоги собственноручной подписи.

Пути снижения угрозы заражения смартфона вредоносным ПО полностью аналогичны таким же рекомендациям для интернет-банкинга. Т. е. не загружать программы, игры, коллекции фото и видео из сомнительных источников, не давать свой смартфон с установленным банковским приложением другим членам семьи (особенно подросткам), а также не сдавать его в ремонт, на перепрошивку и т. п., предварительно не стерев банковское приложение.

В идеале, для мобильного банкинга хорошо бы иметь отдельный смартфон, на котором нет никаких иных программ, кроме операционной системы и банковского приложения. Аналогия – во многих организациях с серьезным подходом к ИБ есть специально выделенный компьютер только для операций «банк-клиент». Этот ПК или ноутбук находится под неусыпным контролем системного администратора с точки зрения ПО и физически контролируется службой безопасности организации.

Что касается угрозы ИБ, ассоциированной со взломом украденного или утерянного смартфона, то в настоящее время наиболее серьезной защитой доступа к банковскому приложению на мобильном устройстве считается идентификация по PIN-калькулятору. Это намного более защищенный вход, чем по пользовательскому паролю, поскольку пароль некоторые пользователи умудряются записать и сохранить среди файлов смартфона, а 8-разрядный код PIN-калькулятора, имеющий срок жизни всего 30сек, подобрать практически невозможно.

В силу того, что пользователи обычно пренебрегают рекомендациями банков по использованию дистанционного управления счетом, мобильный банкинг обладает репутацией небезопасной услуги. Но что касается перспектив повышения безопасности, то стоит отметить что уже в скором времени, как прогнозируют многие эксперты, ожидается введение таких современных методов обеспечения безопасного доступа к личным данным клиента банка, как авторизация по его фотографии или отпечатку пальца.

Библиографические ссылки

1. Официальный сайт Альфа-Банка. URL: www.alfabank.ru.
2. Официальный сайт Сбербанка России. URL: www.sbrf.ru.
3. Официальный сайт Московского Банка Реконструкции и Развития. URL: www.mbrd.ru.

© Александрова У. А., 2012

УДК 004.457

С. А. Антипова

Научный руководитель – А. Н. Горошкин

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

МОДУЛЬ OPENERP ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИЕЙ

Описываются особенности создания модуля базы данных (БД) в OpenERP для управления проектной документацией и шаблонов документов, входящих в проектную документацию на основании ГОСТ 19.102-77, в OpenOffice.org.

Программный продукт (ПП) «Система управления проектной документацией» представляет собой модуль OpenERP для совместной разработки проектной документации.

ERP и CRM система OpenERP состоит из 3 главных компонентов: сервер БД PostgreSQL, который обслуживает все БД, каждая из которых содержит все

данные и элементы настройки системы OpenERP; сервер приложений OpenERP, который содержит всю логику и обеспечивает оптимальную работу OpenERP; web-сервер, отдельное приложение, которое дает возможность соединения с OpenERP при помощи стандартного web-браузера.

Логическая модель БД «Система управления про-

ектной документацией» состоит из 23 таблиц: разработки, проекты, стадии, проектная документация, типы документов, техническое задание, пояснительная записка, спецификация, программа и методика испытаний, текст программы, описание программы, ведомость держателей подлинников, формуляр, описание применения, руководство системного программиста, руководство программиста, руководство пользователя, описание языка, ведомость эксплуатационных документов, руководство по техническому обслуживанию, акт о передаче программного продукта, лист утверждения, лист регистрации изменений. Физическая схема БД состоит из 32 таблиц. Логическая модель была дополнена 9 дополнительными таблицами. Дополнительные таблицы используются в связях one2many с главными таблицами. Эти таблицы необходимы для правильного занесения данных из БД в отчеты. Физическая модель БД была создана в редакторе диаграмм Dia. Далее при помощи команды export → OpenERP формируется архив для загрузки в OpenERP.

Архив, полученный при экспорте из Dia в OpenERP, состоит из следующих 6 файлов: `_init.py`, `_openerp.py`, `project_documentation.py`, `project_documentation_menu.xml`, `project_documentation_view.xml`, `ir.model.access.csv`. Для того чтобы полученный модуль можно было использовать, необходимо отредактировать меню в файле `project_documentation_menu.xml`. Для этого нужно создать необходимые пункты меню, а затем привязать их к конкретным таблицам в файле `project_documentation_view.xml`. В файле `project_documentation_view.xml` содержится описание внешнего вида всех форм. Этот файл также был отредактирован: добавлены поиски по необходимым полям (с помощью атрибута `select`), скрыты ненужные поля (с помощью атрибута `invisible`), сделаны русскоязычные подписи ко всем полям (с помощью `separator` в модели типа «form» и атрибута `string` в модели типа «tree»), задано расположение полей таблиц на форме (с помощью атрибута `colspan`), а также описание каждой таблицы (`help`). В файле `project_documentation.py` содержится описание всех таблиц и полей, код создания БД на языке python.

После окончания редактирования файлов архива была создана новая БД в OpenERP и выполнены необходимые настройки. Далее архив загружается в OpenERP в качестве нового модуля при помощи команды «Администрирование» → «Модули» → «Импорт модуля» (выбрать модуль в списке к установке) → «Выполнить запланированные обновления».

В системе имеется 3 группы пользователей (не включая администратора): заказчик, аналитик, программист. В каждой группе создано по одному пользователю. Для каждого пользователя сформировано свое меню и даны права доступа к документам. Чтобы настроить права доступа, для начала были определены группы. При создании новой группы необходимо определить права доступа к пунктам меню. Затем создать пользователя, которого включить в эту группу. Права доступа к меню определяют, кто имеет доступ к какому меню, но не определяют, что можно делать, попав в меню. Управление доступом к объектам дает

возможность определять, что пользователи имеют право делать с данными, когда они получают к ним доступ. Управление доступом к объектам структурировано так же, как и доступ к меню. Можно независимо управлять 4 режимами доступа к объектам: доступ на чтение, доступ на создание, доступ на запись, доступ на удаление. После создания необходимых групп и пользователей модуль БД дополняется соответствующими файлами.

Также в БД были созданы шаблоны всех проектных документов.

Для использования редактора отчетов необходимо установить 2 компонента: модуль `base_report_designer` – в установке OpenERP и в БД, в которой планируется его использовать; дизайнер отчетов OpenOffice в установленный на компьютер администратора OpenOffice.org.

Для того чтобы подключить OpenOffice.org к OpenERP, необходимо выбрать «Отчет OpenERP» → «Параметры сервера» в верхнем меню OpenOffice.org Writer. Затем указать параметры соединения к серверу OpenERP. Необходимо выбрать БД `project_documentation`. Если соединение прошло успешно, будет выведено сообщение.

Редактор отчетов позволяет изменить существующий отчет, который потом заменит исходный в БД OpenERP, создать новые отчеты для объекта. Чтобы изменить существующий отчет нужно выбрать «Отчет OpenERP» → «Изменить существующий отчет». Выбрать отчет в окне «Изменить существующий отчет» и нажать «Сохранить во временную директорию». OpenOffice откроет отчет в режиме внесения изменений. Его можно изменить при помощи стандартных функций редактирования текста OpenOffice.org Writer.

Из панели инструментов OpenERP в OpenOffice.org можно присоединиться к серверу OpenERP путем ввода параметров соединения; выбрать таблицу, данные из которой должны выводиться в отчете, из списка доступных таблиц БД; добавить цикл путем выбора требуемого поля среди доступных полей предлагаемого объекта (цикл будет выполняться для каждой позиции объекта); добавить поле: можно пройти через всю БД из выбранного объекта и вывести отдельное поле; добавить выражение: можно вписать выражение на языке Python для расчета значений на основании любых полей выбранного объекта.

Когда отчет создан, необходимо отправить его на сервер, нажав «Отчет OpenERP» → «Отправить на сервер», что вызовет окно «Отправить на сервер». Нужно задать техническое название, чтобы отчет выводился в списке других отчетов в разделе необходимого объекта, переименовать шаблон в поле «Название отчета» и в завершение нажать «Отправить отчет на сервер». Для отправки его на сервер можно указать, чтобы OpenERP генерировал файл PDF или HTML, когда пользователь вызывает печать документа, или чтобы OpenERP открывал документ для редактирования в OpenOffice.org Writer перед выводом на печать. Чтобы это сделать, нужно выбрать PDF, HTML или SXW в поле «Выберите тип отчета».

В ПП «Система управления проектной документацией» для всех отчетов используется тип SXW. ПП позволяет генерировать 16 отчетов: «техническое задание», «пояснительная записка», «спецификация», «программа и методика испытаний», «текст программы», «описание программы», «ведомость держателей подлинников», «формуляр», «описание применения», «руководство системного программиста», «руководство программиста», «руководство пользователя»,

«описание языка», «ведомость эксплуатационных документов», «руководство по техническому обслуживанию», «акт о передаче программного продукта». Все документы выполнены в соответствии со стандартом ГОСТ 19.102-77 по порядку разработки документации, структуре документов и жизненному циклу ПП.

© Антипова С. А., 2012

УДК 004.932

Р. П. Баранов, А. В. Белоконь
Научный руководитель – М. Н. Фаворская
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ПРИОРЕТИЗАЦИЯ ПРИЗНАКОВ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ В СИСТЕМАХ РАСПОЗНАВАНИЯ

Рассмотрены основные группы признаков объектов на графических изображениях. На реальных примерах рассмотрены варианты построения иерархий приоритетов.

Известно, что визуальные данные являются наиболее информативным источником для познания окружающего мира. В современном мире информационных технологий использование визуальной информации об окружающем мире дает широкий спектр возможностей для реализации функций анализа окружения в интеллектуальных системах. В свою очередь интеллектуальные системы, использующие визуальные данные для своего функционирования, глубоко вошли в нашу жизнь и широко применяются как в производственной, так и в бытовой сфере. Примером этого могут служить биометрические системы распознавания лиц, системы распознавания подписей или поисковые системы сети *Internet*. В этих системах подготовительным этапом для анализа визуальной информации является создание формализованного описания изображения с целью выявления и дальнейшей обработки объектов интереса.

Для определения объектов на изображении используют различные методы и подходы: от выделения контуров до цветовой сегментации. Однако для выделения объекта на изображении чаще всего используют бинаризованные изображения. Бинаризованное изображение без постобработки содержит информацию только о силуэте объектов и их положении на изображении. Однако при дальнейшей обработке бинаризованного изображения осуществляется получение различных геометрических характеристик, таких, как площадь объекта, ориентация объекта относительно краев изображения и других объектов, а также контур объекта. Также возможно извлечение и других геометрических признаков.

Все признаки изображений условно делятся на три группы по принципу их формирования: геометрические, цветовые и текстурные признаки. Чаще всего в качестве геометрических признаков используют контур объекта и скелет объекта [2]. В целях достижения инвариантности относительно размера их переводят в векторное представление. Для достижения инвари-

антности относительно поворота векторное представление переводят в сигнал, и в дальнейшем применяют методы обработки сигналов. В большинстве случаев в качестве обработки используются корреляционные методы.

Для определения цветовых признаков используют различные подходы. Ярким примером такого подхода выступает представление объекта как нового изображения и дальнейшее построение гистограмм распределения цветов с вычислением гистограммных характеристик. В роли таких характеристик могут выступать как средние значения интенсивности по каналам цветовой модели, так и стандартное отклонение. Далее происходит разбиение изображения объекта на регионы по принципу схожести цветовых характеристик и запоминание их взаимного расположения. Такое описание цветовых признаков является наиболее удачным, ввиду инвариантности полученных признаков относительно размера или ориентации объекта на изображении.

Часто для определения типов объектов используются текстурные признаки. В этом случае объект представляется также как и ранее, в виде отдельного изображения, характеризующегося предполагаемой текстурой. Текстура представляет собой фрагмент изображения, характеризующийся регулярным повторением в пределах области, которая велика по сравнению с размером самого фрагмента [3]. В качестве признаков текстурных фрагментов чаще всего используют зернистость текстуры, характеризующую пространственной автокорреляционной функцией, а также число перепадов яркости в окрестностях точки объекта. Используя данные признаки возможно как проводить сегментацию изображений, так и выявлять объекты со схожими текстурами.

Приоритизация признаков объектов напрямую зависит от распознаваемых объектов. Рассмотрим задачу идентификации человека по его личной подписи. В рамках данной задачи объектом будет являться под-

пись. Как правило, подпись представляет набор рукописных букв, а так же дополнительных элементов (росчерков, наложений и т. д.) [1]. Не трудно заметить, что основную структуру подписи будет составлять набор геометрических фигур. Это значит, что высокий приоритет будут иметь именно геометрические признаки. Среди геометрических признаков самый высокий приоритет будет у скелета подписи и его характеристик, т. к. он представляет основную структуру подписи. В качестве второстепенных геометрических признаков можно выделить базовые векторные характеристики, такие как: координаты центра подписи, угол наклона подписи, отношения длины подписи к ее ширине и т. п. В качестве цветовых характеристик можно выделить степень нажима, то есть определение участков схожих по цвету на изображении подписи. Однако в данном случае цветовые характеристики не будут особо влиять на результат и поэтому им отдается низкий приоритет. Текстульные признаки при решении данной задачи учитывать менее целесообразно, т. к. текстура объекта, как правило, состоит из одного цвета.

В свою очередь для задач поиска изображений по содержанию в мультимедийных базах данных [4] иерархия приоритетов будет выглядеть иначе. В первую очередь это связано с отсутствием строго детерминированного объекта поиска. Также поиск осуществляется на основе индекса, который строится с учетом характеристик всех трех групп. В качестве дополнительных характеризующих критериев в структуру индекса могут входить метаданные изображений. Так

для поданного на вход поискового алгоритма изображения в общем случае не следует однозначно определять приоритетный признак, если не задано условие полностью автоматической работы без параметров. Это связано с повышением степени гибкости поискового алгоритма. Однако в случае автоматического поиска по образу наивысшим приоритетом будут обладать геометрические и цветовые критерии, имеющие основополагающую роль при описании взаимного расположения объектов интереса на изображении.

В настоящее время с применением описанных подходов приоритизации признаков ведется разработка программного продукта распознавания подписей и поисковой системы изображений.

Библиографические ссылки

1. Баранов Р. П. Идентификация личной подписи человека // Решетневские чтения : материалы XV Междунар. науч. конф. В 2 ч. Ч. 2. Красноярск, 2011. С. 603–604.
2. Местецкий Л. М. Непрерывная морфология биарных изображений: фигуры, скелеты, циркуляры. М. : Физматлит, 2009
3. Прэтт У. Цифровая обработка изображений : пер. с англ. М. : Мир, 1982. Кн. 2. 480 с.
4. Проскурин А. В., Белоконов А. В. Интеллектуальная база процедурных текстур // Цифровая обработка сигналов и ее применение : труды 14-й Междунар. конф. В 2 т. Т. 2. М., 2012. С. 295–298.

© Баранов Р. П., Белоконов А. В., 2012

УДК 004.92

Ю. В. Борисов, А. С. Лисица
Научный руководитель – А. Г. Зотин
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АНАЛИЗ ПРИМЕНИМОСТИ GENESIS 3D ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ПОМЕЩЕНИЙ

Рассмотрен движок Genesis3D, выявлены его особенности в построении моделей помещений, скорость обработки графики, совместимость с системами трехмерного моделирования.

В настоящее время трехмерное моделирование занимает одно из первых мест в развитии компьютерных технологий. Достаточно актуально автоматизированное построение моделей помещений. Особенно интересно направление создание трехмерной модели внутреннего устройства помещений: музеев, университетов, офисов. На основе этих моделей можно создать интерактивные 3D карты и при размещении там различных дополнительных объектов и текстур, можно автоматизировать создание виртуальных музеев, театров, университетов.

При разработке системы моделирования помещения необходимо чтобы используемый движок мог выполнять следующие функции: строить трехмерные объекты на основе линий; работать с математическими объектами; максимально оптимизировать скорость обработки; обрезать невидимые плоскости, линии и полигоны.

Genesis3D – это система визуализации окружаю-

щей среды в реальном времени. Он был выпущен в виде исходного кода в 1988 г. компанией Eclipse для Microsoft Windows (<http://www.genesis3d.com>).

Для реализации системы моделирования помещения целесообразно использовать Genesis3D, поскольку он обладает следующими особенностями: быстрый рендеринг закрытых помещений; для повышения быстродействия движок сам отсекает невидимые линии; поддерживает конвертацию моделей из системы 3D Studio Max, Autodesk Maya в собственный формат; работает с математическими объектами; поддерживает динамическое текстурирование, размытие.

Genesis3D оптимально подходит для реализации трехмерной модели помещений в среде разработки Embarcadero RAD Studio 2010, C++ Builder. Его недостатки, связанные с рендерингом открытых поверхностей, не снижают его достоинств.

© Борисов Ю. В., Лисица А. С., 2012

УДК 004.932.2

Ю. В. Борисов, А. С. Лисица
Научный руководитель – А. Г. Зотин
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ХАФА ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ЛИНИЙ НА ФОТОГРАФИЯХ И КАДРАХ ВИДЕОПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ, СДЕЛАННЫХ ВНУТРИ ПОМЕЩЕНИЯ

Проанализирован вопрос о нахождении графических примитивов на фотографиях и кадрах видеопоследовательностей.

В современных компьютерных технологиях активно развивается трехмерное моделирование. Создание моделей, в частности помещений, очень трудоемкий процесс. Поэтому, для упрощения данной процедуры стает потребность в автоматизации с учетом использования фото- и видеоданных.

Поскольку внутри зданий преобладают прямые линии, то для того чтобы получить трехмерную модель из фотографии или кадров видеопоследовательностей, необходимо выделить опорные линии. Наиболее широко применяется преобразование Хафа – метод по извлечению элементов из изображения, используемый в анализе, обработке изображения и компьютерном зрении. Данный метод предназначен для поиска объектов, принадлежащих определённому классу фигур, проходящих через достаточное количество необходимых точек. В простейшем случае преобразование Хафа является линейным преобразованием для обнаружения прямых, которые можно записать в виде

$$r = x \times \cos \theta + y \times \sin \theta$$

где x и y координаты точки на изображении; r – длина радиус-вектора ближайшей к началу координат точки на прямой; θ – это угол между этим вектором и осью координат.

Для каждой точки и её соседей алгоритм определяет, достаточен ли вес границы в этой точке. Если да, то алгоритм вычисляет параметры прямой и увеличивает значение в ячейке аккумулятора, соответствующей данным параметрам [1].

В связи с тем, что в большинстве случаев внутри зданий преобладают прямые линии, то целесообразным является использование преобразования Хафа, поскольку оно имеет сравнительно простую алгоритмическую реализацию.

Библиографическая ссылка

1. Дегтярева А., Вежнев В. Преобразование Хафа (Hough transform) // Компьютерная графика и мультимедиа. 2003. Вып. № 1(2).

© Борисов Ю. В., Лисица А. С., 2012

УДК 658/562:621.396:681.5

А. К. Волков, А. К. Волков
Научный руководитель – И. А. Семёнова
Ульяновское высшее авиационное училище гражданской авиации (институт), Ульяновск

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВИБРОИЗОБРАЖЕНИЯ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ПАССАЖИРОВ

Технология виброизображения позволит совершить реальный переворот в системах безопасности, разработать новое поколение биометрических систем идентификации состояния человека и перестроить юридическую систему на контроль намерений совершения преступлений.

В настоящее время технологии виброизображения способные получать информацию о состоянии человека могут быть использованы в антитеррористической борьбе и выявлении агрессивных и потенциально опасных пассажиров [1].

Технологии виброизображения измеряют и анализируют микродвижения человека, их можно назвать нанопсихологией, так как они позволяют регистрировать смещение центра тяжести человека с точностью до нескольких нанометров и исследовать поведение и состояние человека аналогично классической психологии.

Техническая задача определения психофизиологического состояния человека относится к биометрии. Биометрия объединяет физику, математику, медицину и психологию для измерения биологических и/или

поведенческих характеристик человека с целью идентификации личности и психофизиологического состояния человека [2].

Виброизображение по своим физическим свойствам является таким же первичным, как и другие известные изображения, например, обычное цветное изображение объектов, термоизображение или рентгеновское изображение. Каждое из этих первичных изображений дает свою неповторимую информацию об объекте.

Виброизображение – это изображение, отражающее пространственно-временные параметры движения и вибрации объекта.

Несомненным плюсом применения технологии виброизображения является то, что эта система по-

звolyет дистанционно и автоматически вычислять и визуально оценивать психоэмоциональное состояние человека с помощью программной обработки телевизионного сигнала и его преобразования в виброизображение. Для её применения необходимо и достаточно иметь в комплекте: цифровую видеокамеру, микрофон, специальное программное обеспечение и персональный компьютер.

В последнее время террористы все чаще используют транспорт, в том числе воздушные суда, для совершения террористических актов.

В связи с этим требуется разработка специальных мер защиты, способных значительно снизить риск проникновения на борт самолета лиц, представляющих угрозу общественной безопасности.

Необходимо внедрение специальных технических средств, способных отражать объективные данные о потенциальной угрозе для окружающих того или иного пассажира. Данные средства призваны оказать существенную помощь людям, чьим профессиональным долгом является обеспечение безопасности и охрана правопорядка.

Одними из самых перспективных технических средств, которые могут с эффективностью применяться для обеспечения транспортной (в том числе и авиационной) безопасности, могут стать технические средства на основе технологии виброизображения, совместившие в себе последние достижения в области биометрии и психологии [3].

Библиографические ссылки

1. Отчет о научно-исследовательской работе «Создание системы дистанционного бесконтактного сканирования и идентификации психофизиологического состояния человека» Шифр: лот № 2005-БТ-13.2/003. СПб.: Многопрофильное предприятие «Элсис», 2006.
2. Минкин В. А. Виброизображение. СПб.: Реноме, 2007.
3. Минкин В.А., Николаенко Н.Н. Телевизионные методы выявления агрессивности // Современное телевидение : тр. 14-й Всерос. науч.-техн. конф. М., 2006.

© Волков А. К., Волков А. К., 2012

УДК 004.891.3

А. Н. Володина

Научный руководитель – А. Н. Горошкин

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

СТРУКТУРА И ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ В ОБЛАСТИ МЕДИЦИНЫ

Раскрыта тема процесса разработки экспертной системы, приводится анализ теоретических сведений, как в широком смысле, так и на примере отдельной предметной области применения экспертной системы - медицины. Актуальность данного исследования объясняется необходимостью внедрения интеллектуальных систем во врачебную деятельность, для увеличения эффективности диагностики и лечения заболеваний в различных разделах медицины.

Использование современных информационных технологий становится критическим фактором развития большинства отраслей знания и областей практической деятельности, поэтому разработка и внедрение информационных систем является одной из самых актуальных задач. Необходимость создания ЭС (экспертных систем) была вызвана острой нехваткой специалистов-экспертов, которые смогли бы в любой момент квалифицированно отвечать на многочисленные вопросы в своей области знаний.

В последнее время неуклонно возрастает значение информационного обеспечения различных медицинских технологий, так как именно в этой области очень важна и необходима систематизация, сохранение и передача накопленных знаний и опыта молодым специалистам для их обучения, а так же помощи в лечении и диагностики болезней. Медицинские экспертные системы позволяют врачу не только проверить собственные диагностические предположения, но и обратиться к компьютеру за консультацией в трудных диагностических случаях. На сегодняшний день уже созданы ЭС в области медицины, они внедрены в эксплуатацию и активно используются в медицинских

учреждениях. В пример можно привести ЭС под названием PUFF – это экспертная система для диагностики заболеваний легких (1987). Данные с измерительных приборов поступают в PUFF, затем система сама ставит диагноз пациенту и дает рекомендации для дальнейшего лечения [2].

У полностью оформленной экспертной системы в основном присутствуют четыре основных компонента: база знаний (набор всех используемых медицинских определений, данных о симптомах, диагнозы, заболевания, методы их профилактики и лечения и др.) машина вывода, модуль извлечения знаний и система объяснения принятых решений (диагноз и метод лечения должны быть теоретически обоснованы, исходя из симптомов больного). Некоторые медицинские системы вдобавок имеют модуль связи с измерительными приборами, с которых данные сразу попадают в ЭС и на их основе система строит комплекс симптомов больного.

В ходе работ по созданию экспертных систем сложилась определенная технология их разработки, включающая шесть следующих этапов: идентификацию, концептуализацию, формализацию, выполнение, тестирование, опытную эксплуатацию.

На этапе *идентификации* определяются основные задачи, выявляются цели разработки, определяются эксперты и типы пользователей. Цель разработки ЭС в медицине одна – обеспечение знаниями и помощь молодым специалистам на основе полученных знаний от опытных специалистов (экспертов) в данной области. Профессиональные медицинские пакеты очень специализированы. Например, программы экстренной диагностики и неотложной терапии, диагностики болей в области сердца, предупреждения осложнений беременности, анестезиологии и т. д. В создании экспертных систем участвуют, как правило, врач-эксперт, математик и программист. Основная роль в разработке такой системы принадлежит врачу-эксперту. Основные пользователи медицинской ЭС – врачи, молодые специалисты, не обладающие еще достаточным врачебным опытом [3].

На этапе *концептуализации* проводится содержательный анализ проблемной области, выявляются используемые понятия и их взаимосвязи, определяются методы решения задач.

Происходит сбор медицинских терминов по определенной тематике, симптом болезней, их стадии, метод диагностики и средства лечения. Сбор информации (опыта) происходит либо путем опроса эксперта (квалифицированного опытного врача) в конкретной области медицины, либо при помощи литературы и других достоверных средств информации.

На этапе *формализации* выбираются инструментальные средства и определяются способы представления всех видов знаний. Общий принцип, положенный в основу формирования медицинских экспертных систем – включение в базу знаний синдромов, отражающих состояние всех основных систем органов.

На этапе *выполнения* осуществляется наполнение базы знаний, создание прототипа ЭС. На данном этапе все собранную информацию заносят в базу знаний, формируя полноценную ЭС, пригодную для практического применения в медицинском учреждении [2].

В ходе этапа *тестирования* производится оценка выбранного способа представления знаний в ЭС в целом. Для этого инженер по знаниям подбирает примеры, обеспечивающие проверку всех возможностей новой ЭС, врачи тестируют удобство интерфейса системы, качество и корректность информации, выдаваемой ЭС на выходе, полноту базы знаний и другие факторы работы системы.

На этапе *опытной эксплуатации* проверяется пригодность экспертных систем для конечного пользователя. Врач использует систему в своей врачебной деятельности, обращается за советом, подсказками или проходит процесс дополнительного обучения [3].

Таким образом, ЭС позволяют решать задачи диагностики, дифференциальной диагностики, прогнозирования, выбора стратегии и тактики лечения и др. На сегодняшний день ведется активная разработка и внедрение ЭС в медицину, дополняются и обучаются уже существующие интеллектуальные системы. Например, недавно русскими программистами была разработана ЭС под названием «Кардиолог», которая на основе симптомов сердечнососудистых заболеваний выдает диагноз, рекомендации к лечению больного. Благодаря системе самообучения, врач может добавлять данные о заболеваниях и симптомах, которые ЭС обрабатывает и вносит в базу знаний.

Библиографические ссылки

1. Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. СПб. : Питер, 2001. 384 с.
2. Дюк В. А., Эмануэль В. Л. Информационные технологии в медико-биологических исследованиях. СПб. : Питер, 2003. 528 с.
3. Продеус А. Н., Захарова Е. Н. Экспертные системы в медицине. Киев : Век+, 2004. 320 с.

© Володина А. Н., 2012

УДК 519.8

В. Ю. Ерыгин

Научный руководитель – И. В. Ковалев

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

ПРОБЛЕМА СОВМЕСТИМОСТИ ВЕРСИЙ МУЛЬТИВЕРСИОННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ НЕЧЕТКОСТИ БЮДЖЕТА

Создание ПО с высоким уровнем надежности подразумевает использование методологии мультиверсионного программирования, однако в этом случае помимо стандартных трудностей, разработчикам зачастую приходится сталкиваться и с такими, как нечеткость бюджета и несовместимость версий модулей программного средства. Данная статья посвящена проблемам формирования структуры мультиверсионного программного обеспечения с учетом ограничений на совместимость версий и нечеткость бюджета.

На сегодняшний день высокие темпы развития технического прогресса способствуют широкому распространению информационных технологий практически во всех сферах человеческой деятельности, что ведёт к её несомненному улучшению, однако, решая одни проблемы, мы сталкиваемся с другими. Созда-

ние систем, охватывающих различные сферы деятельности человека весьма трудоёмкий процесс, вызванный проникновением в нашу жизнь различных технологий. Это неизменно, приводит не только к повышению сложности, но и снижению надежности подобных систем. В связи с этим остро встает вопрос

не просто о создании различных информационных систем, систем управления, или систем поддержки принятия решений, а в первую очередь систем повышенной надежности.

Общая надежность системы складывается из надежности программной и аппаратных частей. При этом повлиять на надежность аппаратной части довольно затруднительно в то время, как надежность программной составляющей всецело зависит от разработчиков. Таким образом перед проектировщиками информационных и управляющих систем встает задача включения в неё программной части, которая обладает повышенной надежностью.

Для решения этой задачи все большее распространение среди разработчиков получает зарекомендовавшая себя методология мультиверсионного программирования. Предложенная еще в 1976 году А. Авиженисом методология мультиверсионного проектирования программных средств позволяет значительно повысить их надежность за счет введения программной избыточности. Данный подход нашел широкое применение при построении программных систем с требованием высокого уровня надежности, а также отказоустойчивых систем, которые используются в таких сферах деятельности человека, как космический сектор, авиация или атомная энергетика.

Несмотря на это, формирование мультиверсионного программного средства сопряжено с рядом проблем возникающих перед разработчиками. Отталкиваясь от основного требования создать надежную и отказоустойчивую систему, приходится учитывать одно из главных ограничений – ограничение на выделяемые средства. С возникновением подобных трудностей задача синтеза мультиверсионного программного средства сводится к решению задачи математического программирования.

Для решения этой задачи могут применяться хорошо зарекомендовавшие себя методы многоатрибутивного принятия решений, однако, несмотря на то, что они хорошо себя зарекомендовали в решении подобных задач, зачастую в реальности возникают ограничения, которые невозможно учесть в модели, используемой этими методами.

Часто на практике возникает ситуация, когда невозможно заранее точно предсказать требуемый объем финансирования на разработку той или иной системы. Тогда речь идет о нечетком бюджете. Помимо этого увеличение сложности программных систем, а тем более применение мультиверсионного подхода, влечет за собой усложнение связей между различными частями программы, а следовательно и невозможность в один и тот же момент времени использовать определенный набор компонентов программного средства. В этом случае говорят об ограничениях на совместимость версий. Появление этих ограничений обусловлено самыми различными факторами, учет которых приводит к усложнению структуры ограничений. Представив ограничения в виде деревьев, можно выделить несколько классов в зависимости от глубины их связей. При этом на каждом уровне глущи

бины дерева может быть произвольное количество элементов. Таким образом, класс ограничений варьируется от единицы и до числа модулей в программном средстве N , а количество элементов на каждом уровне варьируется в пределах от одного и до $m_i - 1$, $i = \overline{1, N}$, где m_i – число версий, доступных для каждого модуля.

Подобного рода ограничения возникают на этапе формирования архитектуры программных средств. Учесть их в модели, а также получить решение, используя существующие подходы на сегодняшний день невозможно. Помимо этого, увеличение сложности программного обеспечения ведёт к необходимости формирования и изменения структуры в режиме реального времени. Эти изменения касаются, как самой структуры программного средства (число модулей и версий доступных каждому модулю), так и параметров, входящих в неё компонентов. Учет такого поведения требует введения понятия динамической мультиверсионности. Поскольку ограничения на совместимость версий при формировании структуры мультиверсионного программного обеспечения возникают вне зависимости от этапа на котором происходит формирование (или изменение) структуры, то учет их в режиме реального времени позволит существенно расширить область применения методологии мультиверсионного программирования, а так же усложнить программную составляющую управляющих систем без ущерба надежности. Таким образом, с применением предлагаемого подхода, появляется возможность учета различных типов ограничений на совместимость версий модулей не только на этапе формирования структуры, но и в режиме реального времени, когда отсутствует возможность решения задачи методом полного перебора.

Опираясь на, предложенный в 1970 году подход Беллмана Заде, а так же принцип оптимальности динамического программирования Беллмана, предложен алгоритм построения структуры мультиверсионного программного обеспечения с учетом вышеописанных ограничений. Представляя множества ограничений и целей, как нечеткие подмножества множества альтернатив, и разбивая задачу выбора на этапы, согласно принципу динамического программирования Беллмана, мы находим решение на пересечении нечетких множеств целей и ограничений. При этом данный подход позволяет учитывать ограничения на совместимость.

Таким образом, предложенный подход формирования структуры мультиверсионного программного обеспечения позволяет решить такие основные проблемы, как проблема нечеткости бюджета и совместимость версий. Наряду с этим обеспечивается возможность формирования структуры программных средств в режиме реального времени, что в свою очередь расширяет возможную область применения методологии мультиверсионного программирования.

© Ерыгин В. Ю., 2012

О. А. Иванов

Научный руководитель – В. В. Вдовенко

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск**МОДЕЛЬ ДАННЫХ СИСТЕМЫ «ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН CELLER.RU»**

Предлагается решение проблемы разработки базы данных для интернет-магазинов. Разработка модели данных разбита на три этапа: концептуальное моделирование, логическое моделирование и физическое моделирование базы данных.

На сегодняшний день много людей желают покупать товары через интернет, поэтому создание сайта интернет магазина является актуальной задачей. Сайт интернет-магазина позволяет покупать товары и услуги, выполняя их оплату, как наличными средствами, так и безналичным расчётом. Кроме того, проект компании «Celler.ru» нацелен на поддержку сообщества пользователей сети Internet в любых вопросах функциональности и жизнедеятельности проекта.

При разработке системы следует учитывать то, что клиент может выбирать товар, который отсортирован по категориям неограниченного уровня вложенности, при этом, клиент в любой момент времени, способен, осуществить заказ выбранного товара.

В результате анализа требований к системе вначале была разработана концептуальная модель базы данных, в которой выявлены типы сущностей и связей между ними, а затем выполнено концептуальное отражение предметной области, представленное в виде диаграммы «сущность-связь» или ER-диаграммы (рис. 1).

На основе ER-диаграммы выполнено проектирование логической модели данных (рис. 2) и создана карта транзакций.

На последнем этапе разработки базы данных для интернет-магазина Celler.ru была спроектирована физическая модель (рис. 3).

Разработанная модель легла в основу построения успешно функционирующей системы «Интернет-магазин Celler.ru».

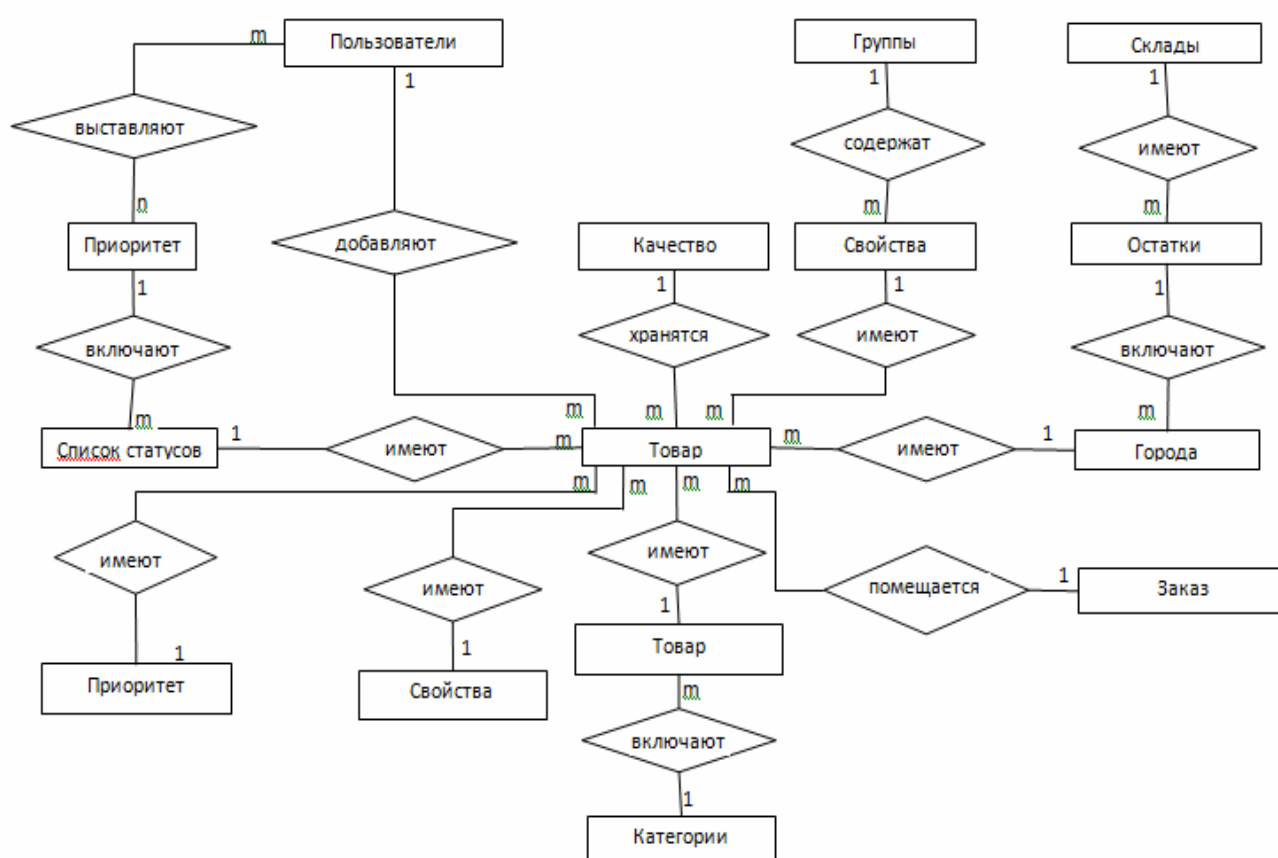


Рис. 1. ER-диаграмма

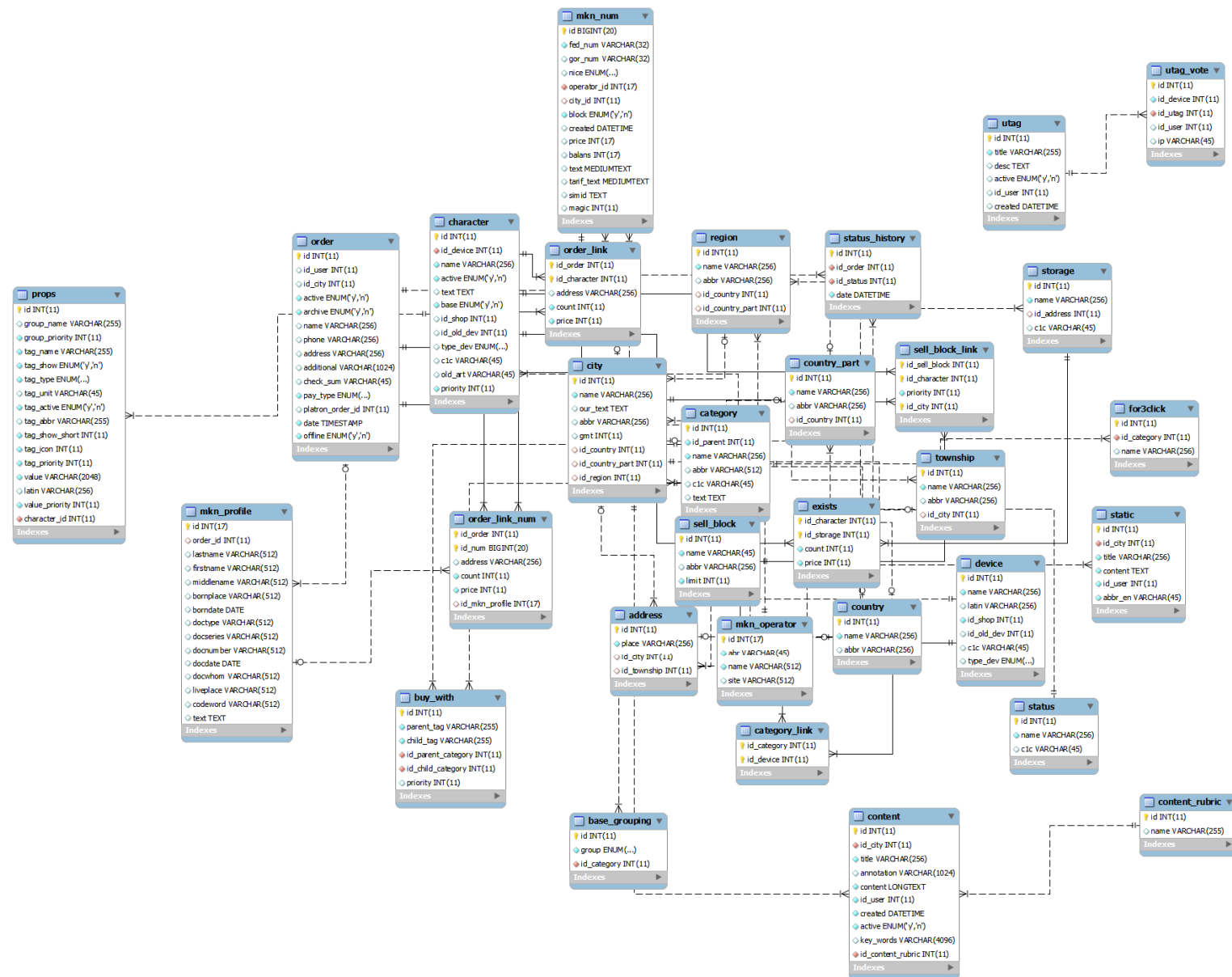


Рис. 2. Логическая схема проекта для ER-диаграммы

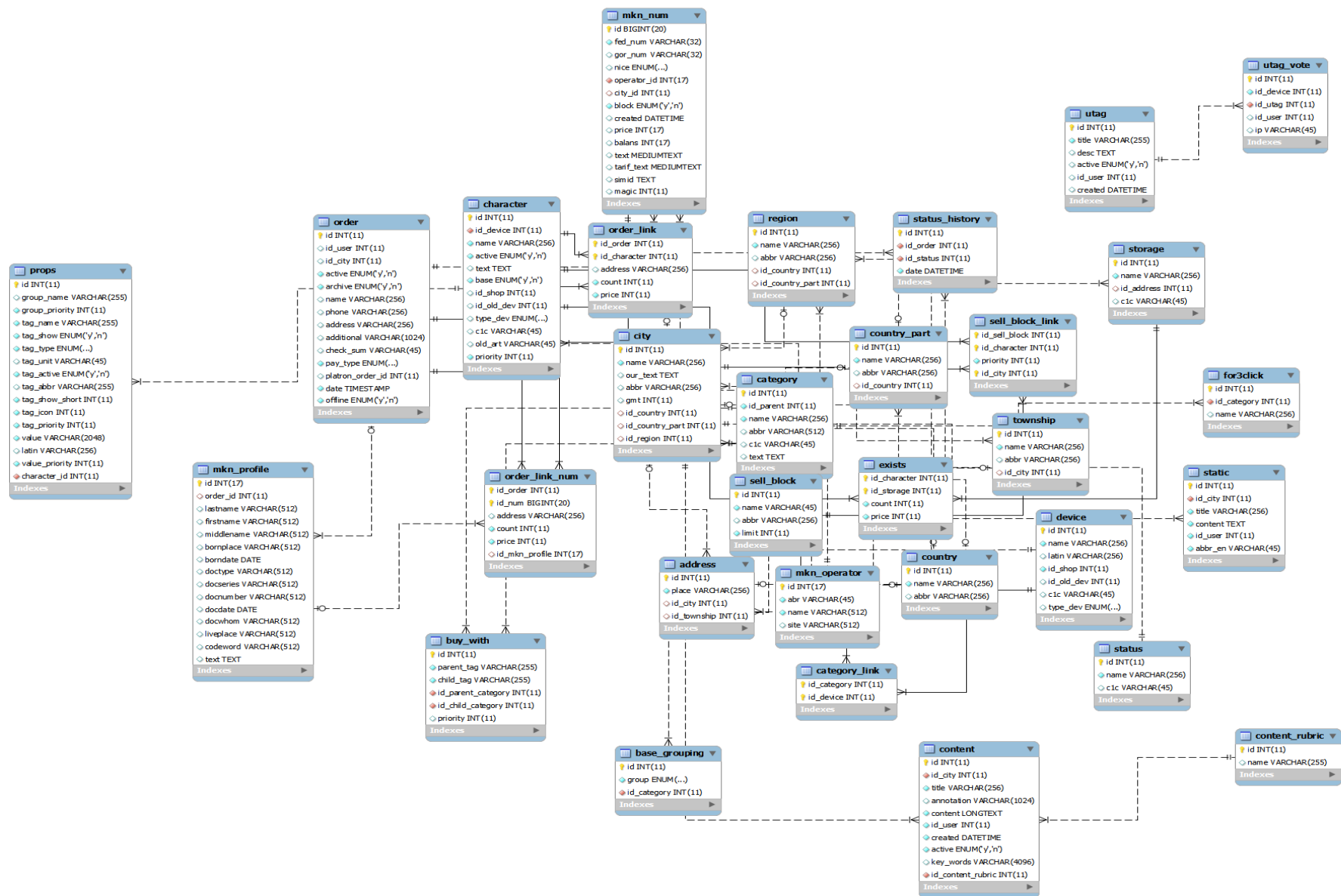


Рис. 3. Физическая модель базы данных

Т. С. Иванова
 Научный руководитель – В. В. Вдовенко
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МОДЕЛЬ ДАННЫХ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА АКТИВНОСТИ ПОСЕТИТЕЛЕЙ САЙТА

Предлагается решение проблемы разработки базы данных для мониторинга активности посетителей сайта. Процесс разработки базы данных состоит из трех этапов: концептуальное проектирование, логическое проектирование, физическое проектирование.

На текущий момент мониторингом активности сайтов крупных компаний занимается огромное количество людей. Для реализации такого мониторинга необходимо выполнять сбор и обработку статистических данных по многим параметрам, содержащим сведения об активности пользователей в процессе посещения сайтов.

В результате анализа предметной области была разработана концептуальная модель базы данных, на основе которой было выполнено логическое проектирование и разработана логическая модель данных (рис. 1). Логическое проектирование базы данных – это процедура конструирования информационной модели на основе существующих конкретных моделей данных, не зависящей от используемой СУБД и других физических условий реализации.

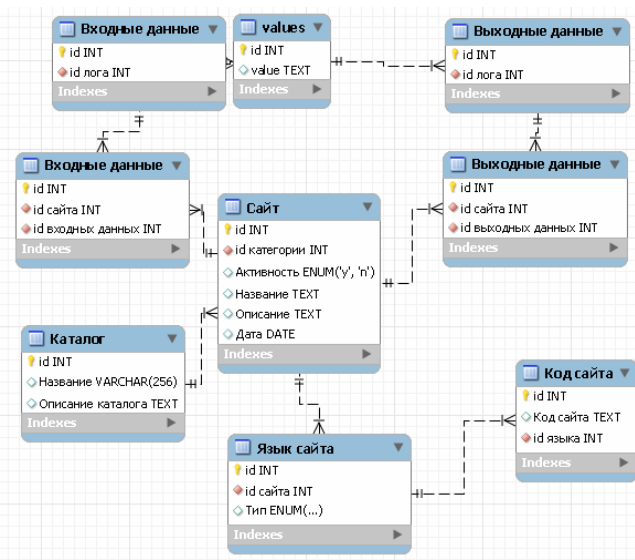


Рис. 1. Логическая модель данных

Физическое проектирование базы данных – это процесс создания описания конкретной реализации базы данных, размещаемой во вторичной памяти, в результате которого определяются структуры хранения данных и методы, предназначенные для осуществления наиболее эффективного доступа к информации. Выполнение этого этапа предусматривает проведение анализа транзакций, которые будут выполняться в базе данных. Результаты анализа используются для выбора оптимальной файловой организации таблиц. С целью оптимизации производительности системы принимаются решения о создании вторичных

индексов или внесении в данные контролируемой избыточности.

В качестве СУБД была выбрана СУБД *MySQL*. Создана схема базы данных (рис. 2), описывающая поведение всего приложения. Схемы *MySQL* были созданы с типом таблиц *InnoDB*, так как только этот тип поддерживает целостную связь таблиц и транзакции.

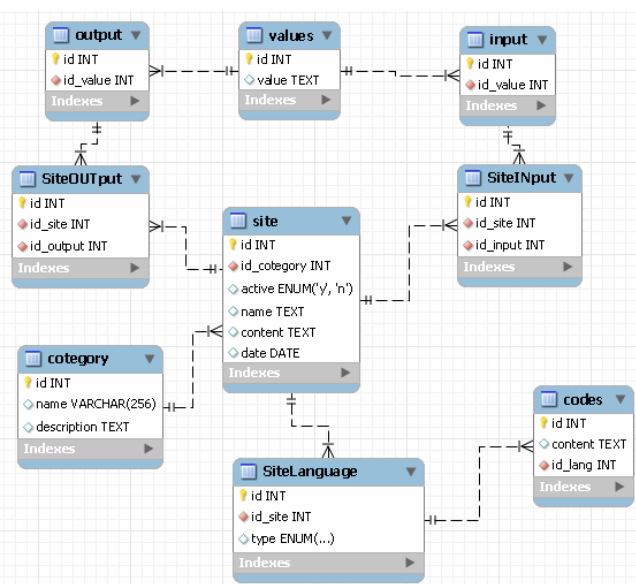


Рис. 2. Физическая модель базы данных

Физическая модель данных состоит из девяти таблиц:

- *Site* – содержит название сайтов клиентов, описание, дату создания сайта и идентификационный номер категории;
- *Input* – содержит идентификационный номер значения входных данных;
- *Output* – предназначена для уточняющих выходных данных: идентификационный номер их значения;
- *Values* – содержит значения логов;
- *SiteOutput* – предназначена для связи таблиц *Site* и *output*, хранящая значения идентификационных номеров сайтов и номера выходных данных.
- *SiteInput* – таблица, связывающая таблицу *Site* и *input*. В ней содержатся значения идентификационных номеров сайтов и номера выходных данных.
- *SiteLanguage* – таблица для хранения языков программирования с помощью которых был написан

сайт клиента. Содержатся данные идентификационного номера сайта и type, содержащие такие языки как: C#, Java, C++, JavaScript, ActionScript, PHP

– *Codes* – таблица кодов для вставки на клиентский сайт. Содержит описание кода и идентификационный номер языка программирования из базы *Site-Language*

– *Category* – таблица, для хранения каталога сайтов клиентов.

Представленные модели явились основой для разработки информационной системы мониторинга активности посетителей сайта.

© Иванова Т. С., 2012

УДК 004.032.26

Ю. А. Истомина

Научный руководитель – В. В. Тынченко

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

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА МОДЕЛИРОВАНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Раскрывается необходимость автоматизации процесса проектирования искусственных нейронных сетей. Рассматривается практическая реализация программной системы автоматизации процесса нейросетевого моделирования.

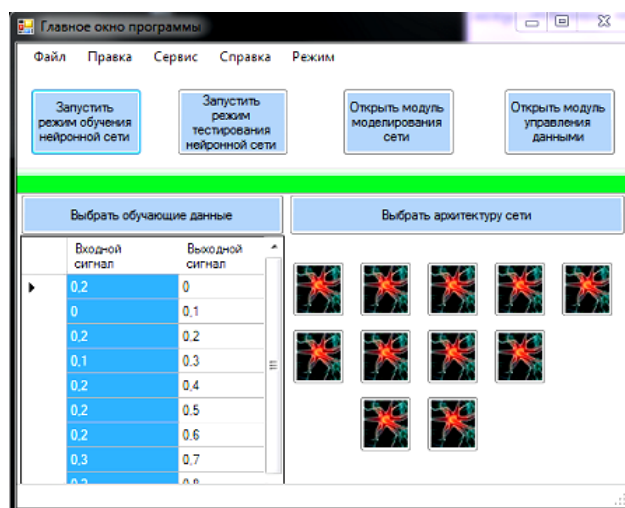
Многие прикладные задачи эффективно решаются с помощью искусственных нейронных сетей (ИНС), при этом в процессе моделирования специалист должен выбрать тип нейронной сети, задать ее архитектуру, подготовить обучающее множество, и, используя определенный алгоритм, обучить нейронную сеть. Процесс решения вышеперечисленных задач занимает много времени, кроме того, является сложным для понимания. Основная проблема использования нейронных сетей заключается в том, что успешному их применению на практике всегда предшествует трудоемкий процесс изучения теоретических основ нейросетевого моделирования. Таким образом, задача автоматизации процесса построения искусственных нейронных сетей является, несомненно, актуальной.

Можно выделить следующие основные подходы к решению указанной задачи:

1. Использовать готовую программную систему моделирования и обучения нейронных сетей.
2. Создать собственную программу с помощью имеющихся библиотек классов и методов;
3. Спроектировать библиотеку классов и реализовать собственный программный продукт.

Оценивая перечисленные подходы, следует отметить, что готовые программные продукты в большинстве своем не соответствуют одновременно всем требованиям, которые обычно выдвигаются прикладными пользователями систем подобного рода [1]. Использование же существующих библиотек классов и методов нейросетевого моделирования требует наличия у проектировщика ИНС устойчивых навыков программирования, однако в данном случае все механизмы обучения сети оказываются скрыты от пользователя, хотя проблема выбора ее эффективной архитектуры обычно не снимается. Создание собственной программной системы – это более сложный и требующий высокой квалификации разработчика способ, исходя из чего, существует вероятность наличия невыявленных в ходе разработки ошибок и необработанных исключений. Тем не менее, применение такого подхода позволяет учесть и программно реализовать весь набор требований предметной области.

Поэтому для решения задачи автоматизации моделирования нейронных сетей был выбран последний способ. Реализация данного способа помогает изучить и понять алгоритмы обучения нейронных сетей, позволяет осознать потребности пользователя.



Главное окно системы автоматизации нейросетевого моделирования

Для устранения недостатков выбранного способа автоматизации необходимо выдвинуть несколько обязательных требований к системе, а именно:

1. Разбить систему на составные части (модули):

- а) Модуль управления данными, обеспечивает сохранение, загрузку и обработку обучающего множества.
- б) Модуль моделирования нейронных сетей, предоставляет пользователю возможность создавать сети с заданными свойствами.
- в) Модуль обучения нейронных сетей, реализует алгоритм обучения и позволяет задавать параметры обучения.
- г) Модуль тестирования нейронных сетей, позволяет проверить работу построенной нейросетевой модели.

2. Обеспечить пользователю возможность просмотра результатов работы системы (как окончательных, так и промежуточных), а также возможность визуализации нейронной сети.

3. Разработать справочную систему и обеспечить модули справочной информации.

4. Провести работу по всестороннему тестированию программы.

На текущем этапе исследований разработана библиотека классов и компонентов, а также пользовательское приложение, позволяющее обучать нейронные сети с послонной архитектурой и проводить тестирование созданной сети. Вид главного окна разработанной программной системы показан на рисунке.

Разработанный программный продукт был успешно протестирован путем решения задач аппроксимации ряда функций одной и нескольких переменных, а

также апробирован на практической задаче моделирования вибрационных характеристик турбины.

Полученные результаты позволяют сделать заключение о полной работоспособности данного продукта, что позволяет его рекомендовать к практическому использованию широким кругом прикладных специалистов с целью автоматизации сложного и плохо формализуемого процесса синтеза искусственных нейронных сетей.

Библиографическая ссылка

1. Истомина Ю. А. Анализ пакетов нейросетевого моделирования // Решетневские чтения : материалы XV Междунар. науч. конф. ; СибГАУ. Красноярск, 2011. Ч. 2. С. 615.

© Истомина Ю. А., 2012

УДК 004.9

Д. С. Лазарев

Научный руководитель – М. Н. Фаворская
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ГИСТОГРАММНЫЙ ПОДХОД ДЛЯ СЕГМЕНТАЦИИ РАЗНОНАПРАВЛЕННЫХ РУКОПИСНЫХ СТРОК ТЕКСТОВЫХ ДОКУМЕНТОВ

Рассматриваются проблемы, возникающие при сегментации рукописного текста на графическом изображении. Предлагаются рекомендации по решению этих проблем.

Качественная сегментация изображений документов в системах распознавания рукописного текста является обязательным предварительным этапом.

В зависимости от качества отсканированного изображения и почерка человека текст на изображении может изменяться от строго горизонтального (что почти не встречается на практике) до разнонаправленного. В данном случае обработке и распознаванию подвергаются архивные документы. Все документы различаются по степени освещенности, четкости, зашумленности и т. д., что существенно затрудняет задачу сегментации. Обработка изображения текстового документа перед его непосредственным распознаванием делится на несколько этапов: бинаризация, морфологические методы расширения и сжатия и сегментацию изображения [1]. Экспериментальные исследования подтверждают тот факт, что предварительная обработка значительно повышает качество сегментации.

Существует множество подходов к сегментации изображения. Авторы Tsuruoka, S., Adachi, Y., Yoshikawa, T. предлагают использовать алгоритм прореживания, основанный на построении областей произвольной формы, содержащих связный текст [2]. Алгоритм получает границу такой области шириной, не превышающей один пиксель. Другой подход предложен авторами Bin Zhang Sargur, N. Srihari и заключается в сегментации изображения с текстом на отдельные слова, выделяемые на основе многомерного вектора признаков [3]. Существует также гистограммный подход к сегментации изображения. В этом случае в зависимости от яркости пикселей строятся вертикальная и горизонтальная гистограммы (такой метод подходит для

черно-белых изображений). На пересечении пиков этих гистограмм выделяются области с текстом. При решении поставленной задачи будет использоваться последний подход к сегментации изображения.

Анализ архивного документа говорит о нетривиальном построении корректной гистограммы по яркости из-за разнонаправленности рукописного текста. В данной работе предлагается разбивать изображение на прямоугольные области определенных заранее размеров, после чего производить сегментацию для каждой из этих областей, предварительно подвергнув их выравниванию по горизонтали относительно содержания. Подобная обработка значительно понизит влияние помех, связанных с разнонаправленностью текста, и будет способствовать корректному выделению и выравниванию рукописных слов.

Библиографические ссылки

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М. : Техносфера, 2005. 1072 с.

2. Tsuruoka, S., Adachi, Y., Yoshikawa, T. (poster-051-tsuruoka.pdf) The segmentation of a text line for a handwritten unconstrained document using thinning algorithm // Proceedings of the Seventh International Workshop on Frontiers in Handwriting Recognition, 2000. P. 505–510.

3. Sargur Bin Zhang, Srihari N. Analysis of Handwriting Individuality Using Word Features // 7th International Conference on Document Analysis and Recognition, Edinburgh, 2003. P. 1142–1146.

© Лазарев Д. С., 2012

УДК 004.65

М. А. Лаптева, К. М. Болдырев
Научный руководитель – М. Н. Фаворская
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПОСЕТИТЕЛЕЙ РЕСТОРАНОВ

Предлагается система автоматизации ресторанного бизнеса, которая базируется на процессах обслуживания посетителей ресторана и основана на специализированном аппаратном и программном обеспечении. Система позволит улучшить качество обслуживания, повысить прибыль, а также рейтинги в сфере ресторанного бизнеса.

Успех любого бизнеса во многом зависит не только от качества, но и от его скорости обслуживания клиентов. Скорость и качество сервиса, предоставляемого персоналом современного ресторана, является основой создания положительного имиджа. В этом случае автоматизация информационных процессов является обязательным условием, ведь только современная система автоматизации позволит сделать управление рестораном более эффективным, ускорить процесс обслуживания клиентов. Качественная система автоматизации для ресторанов представляет собой многофункциональный комплекс, включающий в себя определенное аппаратное и программное обеспечение, которое значительно облегчает управление работой заведения. Основные проблемы обслуживания посетителей ресторанов заключаются в большом количестве затраты времени и неудобстве обслуживания клиентов, а также возможности возникновения ошибки при формировании заказа официантом.

Объектом исследования является сфера автоматизации ресторанного бизнеса. В настоящее время пользуются популярностью в данной сфере такие системы автоматизации, как «R-keeper», «iiko», а также система на платформе 1С, которые базируются на автоматизации системы для персонала ресторана. Разрабатываемое приложение направлено на автоматизацию процесса обслуживания гостей. Основными задачами автоматизации ресторанов являются следующие:

1. Повышение прибыльности и снижение издержек предприятия.

2. Контроль и оптимизация деятельности предприятия.

3. Улучшение качества обслуживания посетителей.

4. Создание систем лояльности, а именно системы скидок для постоянных клиентов.

5. Учет изменений запросов клиентов, отслеживание популярности блюд и напитков.

6. Надежность данных, резервирование базы данных.

Конфигурация аппаратной части включает в себя персональный компьютер для администратора, планшетные компьютеры для посетителей ресторана, считыватель магнитных карт и компьютер для сервера. База данных ресторана создается в СУБД «MS Access». Клиентское приложение, отвечающее за отображение электронного меню ресторана, которое предоставляется посетителям (с возможностью выбора языка представления), а также за реализацию способов оплаты с помощью кредитных карт реализуется в среде быстрой разработки приложений RAD «Delphi». Основными функциями являются: предоставление посетителю возможности самостоятельно оформить свой заказ; реализация различных способов оплаты; возможность оценить обслуживание. Такая система автоматизированного обслуживания ресторана акцентирует внимание на клиентах, для улучшения качества обслуживания и повышения прибыли ресторана.

© Лаптева М. А., Болдырев К. М., 2012

УДК 681.3.06

С. Ю. Лысенко
Научный руководитель – В. В. Вдовенко
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПРОГРАММА 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 метода 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 про-

блемы надежности в самом прямом смысле означает, быть или не быть данной системе. К ним можно отнести и различные информационные системы, вклю-

чающие в свой состав большое число компьютеров, имеющих сетевую структуру, территориально распределенные информационные системы, информационные системы измерения параметров различных объектов, системы мониторинга и т. п.

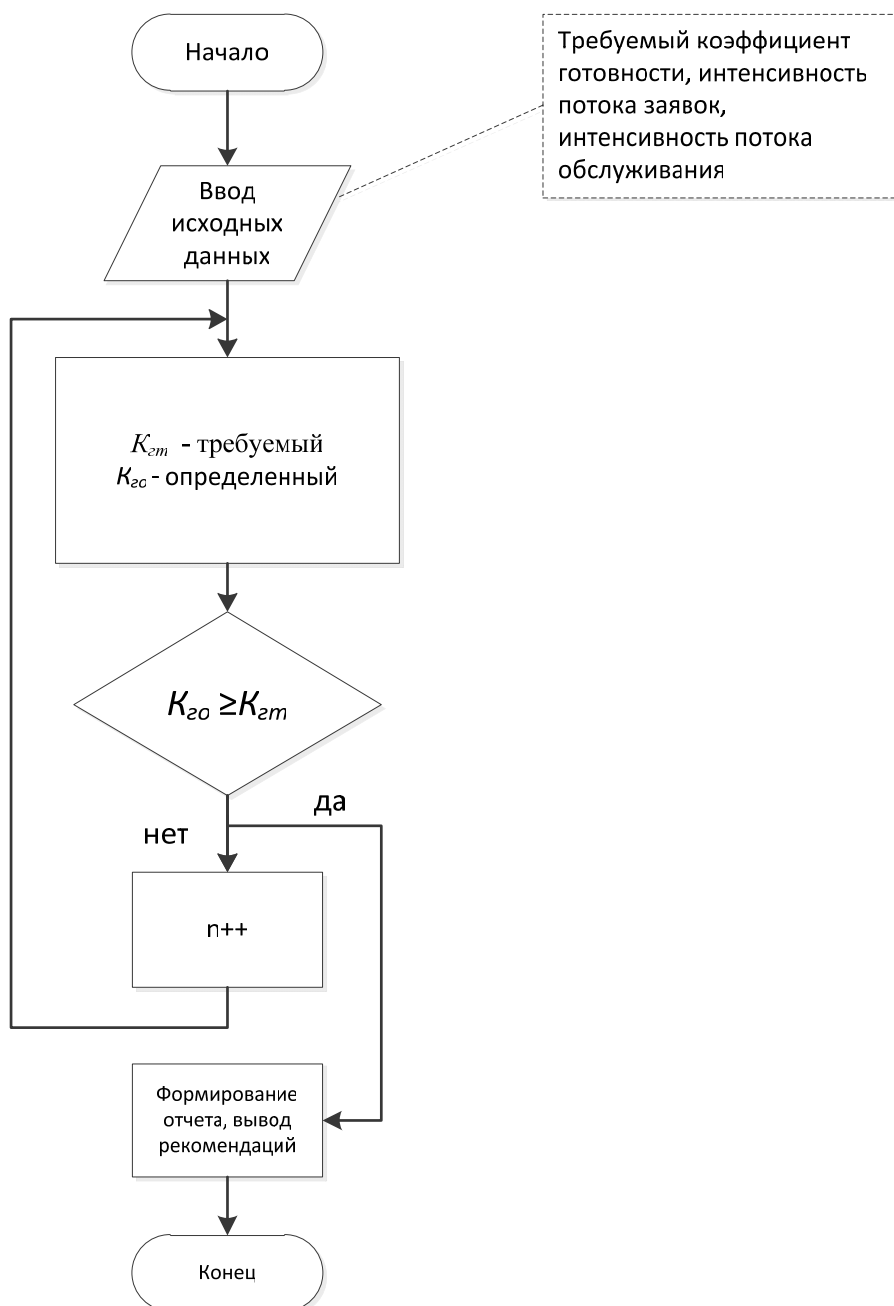
Требования к надежности информационной системы закладываются на этапе ее проектирования и должны быть удовлетворены в процессе ее производства. На этапе эксплуатации информационной системы необходимо обеспечение надежности ее функционирования на заданном уровне.

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 функ-

ции готовности $K_s(t)$ 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 $K_s(t)$ 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 плохо, но если посмотреть с экономической точки зрения, содержание каждого дополнительного обслуживающего органа будет являться лишними затратами для обслуживающей компании.

Определение значения n предлагается выполнять с помощью специализированной программы.



Алгоритм определения количества обслуживающих органов при заданном K_r

Входными данными для работы программы 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

$$K_r = 1 - P_n = 1 - \frac{\rho^n}{n!} \quad (1)$$

$$\sum_{i=0}^n \frac{\rho^i}{i!}$$

где $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$.

Разработанная программа 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., 2012

УДК 681.3.06

Д. А. Носкова

Научный руководитель – В. В. Вдовенко

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

АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ С ЗАДАНЫМ РИСКОМ

Рассматриваются вопросы разработки структурной схемы информационной системы, отказ которой приводил бы к риску, не более заданного. Выполнена алгоритмическая реализация метода проектирования структурной схемы надежности информационной системы, базирующегося на поиске элемента с наибольшим риском.

Современные информационные системы являются сложными программно-аппаратными системами, функционирование которых в значительной степени зависит от надёжности аппаратных средств и надёжности программного обеспечения. В настоящее время проблема надёжности является основной по отношению к современным информационным системам, от неё во многом зависят темпы их развития. Отказ в работе информационных систем может привести к катастрофическим последствиям во многих сферах жизнедеятельности.

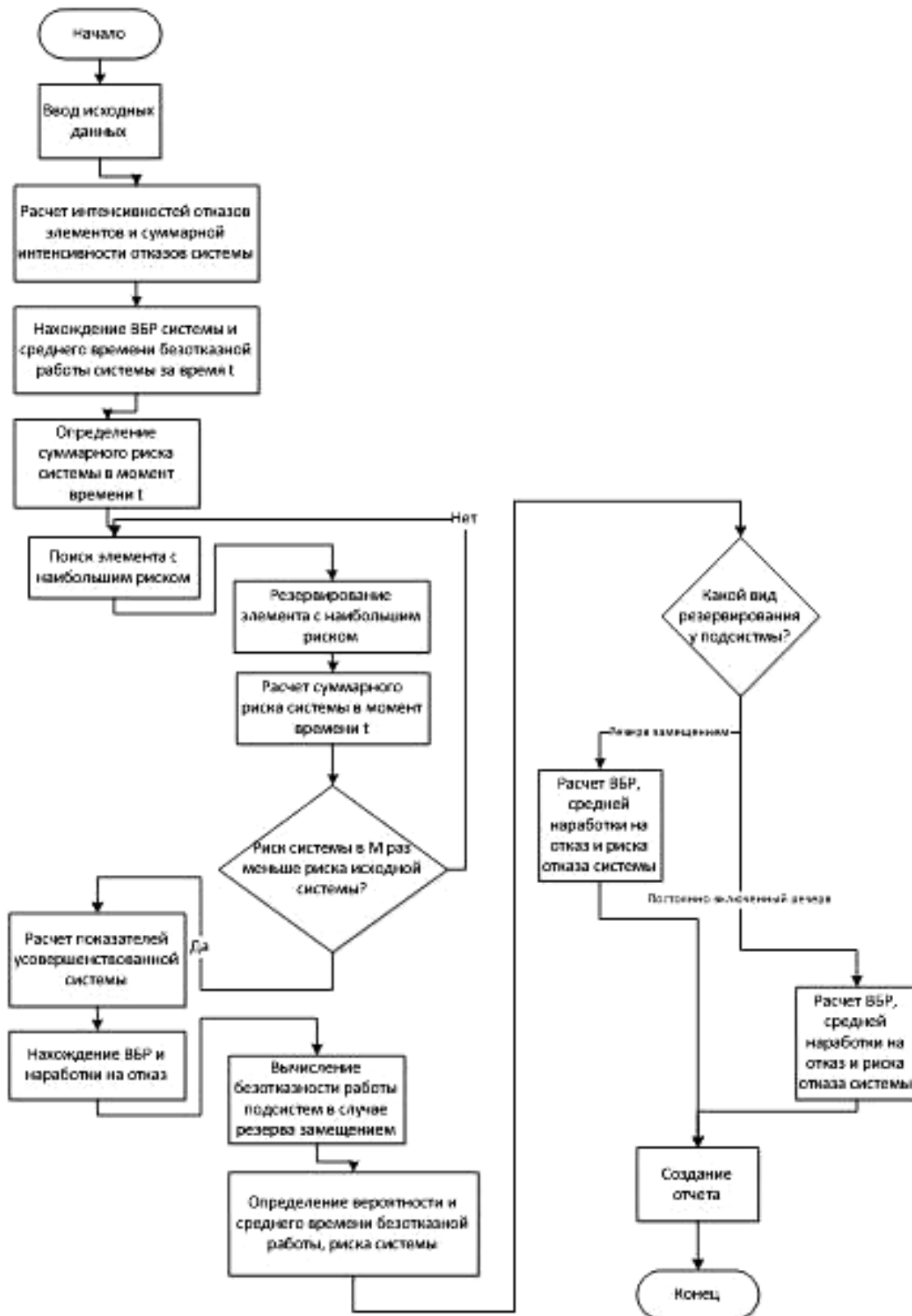
Для оценки надёжности аппаратных средств системы необходимо идентифицировать ее критические элементы. Одним из методов количественной оценки критичности является определение значения приоритетности риска. Риск в этом случае оценивают субъективной мерой тяжести последствий и вероятностью возникновения отказа в течение заданного периода времени.

Одним из наиболее распространенных методов, используемых при анализе риска, является метод структурных схем, в котором в качестве исходных данных задаются: число элементов системы, среднее время безотказной работы i -го элемента, риск из-за отказа i -го элемента, время непрерывной работы системы, коэффициент уменьшения риска и среднее время ремонта i -го элемента. Применение этого метода для получения количественных оценок риска требует трудоемких вычислений, поэтому актуальной является задача автоматизации анализа риска.

Предлагаемый алгоритм вычисления показателей надёжности системы с заданным риском (рисунки)

вначале задает итерационную последовательность поиска критического элемента и введения структурной избыточности в нее до тех пор, пока риск усовершенствованной системы не станет в m раз меньше риска исходной системы. Затем рассчитываются показатели надёжности новой системы для резерва с замещением. В зависимости от вида резервирования подсистемы, расчет вероятности безотказной работы, средней наработки на отказ и риска отказа системы производится в соответствии с формулами для резерва с замещением и постоянно включенного резерва [1].

На последнем шаге выполнения алгоритма создается отчет, в котором выдаются рекомендации о целесообразности мероприятий по повышению надёжности информационной системы и мероприятий по восстановлению отказавших элементов. Следует отметить, что возможность ремонта элементов приводит к уменьшению кратности резервирования. Программная реализация предложенного алгоритма позволит определить показатели надёжности исходной системы и суммарный риск из-за ее отказа, разработать структурную схему системы, риск которой в m раз меньше исходной, применяя структурную избыточность с постоянно включенным резервом, определить показатели надёжности и суммарный риск новой системы, заменяя постоянно включенный резерв на резерв замещением, провести сравнительный анализ рассмотренных методов введения структурной избыточности.



Алгоритм определения показателей надежности системы с заданным риском

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.

© Носкова Д. А., 2012

УДК 004.652

В. А. Охотников
Научный руководитель – Е. П. Моргунов
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

КОНСТРУКТОР СЛУЖБ SQL SERVER INTEGRATION SERVICES

Рассматривается использование конструктора служб SQL Server Integration Services для переноса информации из различных источников в БД. Описываются результаты применения указанной технологии.

При разработке каждой системы всегда встает вопрос переноса существующих данных в новую базу, хорошо, если данные можно выгрузить стандартными средствами, но бывает так, что данные имеют не распространённые и малоизвестные форматы (например *.031, *.OC1), или плохо структурированы, тогда задача переноса данных многократно усложняется.

Цель данной работы состояла в выборе технологии позволяющей осуществить эффективный перенос данных из произвольного источника в БД. Сравнительный обзор существующих технологий позволил сделать выбор в пользу SSIS.

Конструктор служб SQL Server Integration Services это графическое средство, с помощью которого можно создавать пакеты служб Integration Services и управлять ими. Задачу переноса данных в SSIS можно разделить на несколько этапов: получение информации об источнике, получение данных из источника, структурирование полученных данных, передача данных в приемник (обычно в роли «приемника» выступает БД). Так же отдельным этапом можно выделить автоматизацию переноса данных средствами СУБД. Конструктор служб позволяет реализовывать обычные логические условия для пакетов, а так же обрабатывать ошибки, возникающие при выполнении пакета (например, ошибки доступа к файлам). Одним из основных элементов конструктора служб SSIS являются скрипты, в них реализуется сложная логика обработки и структурирования данных, благодаря тому, что в скриптах можно использовать ООП язык программирования – C#, позволяющий описать сколь угодно сложные процессы обработки данных. Приемником

может являться так же скрипт передающий данные согласно написанному в нем коду, или же можно использовать любой из распространённых Database Connectors для подключения к различным базам данных и передачи в них информации соответственно логике составленной в SSIS. Т. к. зачастую переход на новую систему осуществляется не моментально, из-за необходимости тестирования и актуализации информации, то старая система может работать некоторый период времени параллельно с новой. Это ставит задачу автоматического переноса и обновления данных из старой системы в новую. В MSSQL для этого используют SQL Server Agent, он позволяет автоматизировать процесс обновления данных в пакетах SSIS, а так же отслеживать статус выполнения и тексты ошибок в пакетах при помощи Job Activity Monitor это является очень важным моментом, т. к. отладка кода скриптовых компонентов не предусмотрена.

Описанная технология применена автором для реализации переноса данных из закрытой автоматизированной системы, в СУБД MSSQL. Источником данных являлись сложно структурированные файлы форматов *.031, *.OC1, *.RST. В роли приемника данных выступала специально спроектированная и созданная база данных. Так же при помощи SQL Server Agent была реализована автоматическая актуализация информации. В результате выбранная технология доказала свою эффективность и позволила реализовать поставленные задачи.

© Охотников В. А., 2012

УДК 004.652

А. В. Проскурин, Д. В. Бузаев
Научный руководитель – А. Г. Зотин
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ БАЗЫ ЗНАНИЙ

Рассмотрены проблемы, которые могут возникнуть при проектировании и разработке базы знаний. Предложен ряд факторов, которые помогают развитию баз знаний.

Технология экспертных систем является одним из направлений области исследования, которая получила наименование искусственного интеллекта. Исследования в этой области сконцентрированы на разработке и внедрении компьютерных программ, способных

воспроизводить области деятельности человека, которые требуют мышления, определенного мастерства и накопленного опыта. К ним относятся задачи принятия решений, распознавания образов и понимания человеческого языка. Эта технология уже успешно

применяется в некоторых областях техники и жизни общества – органической химии, поиске полезных ископаемых, медицинской диагностике.

Основная проблема, возникающая в ходе разработки данного вида систем – приобретения знаний. Эта проблема возникает при «передаче» знаний, которыми обладают эксперты. Основные этапы, возникающие при получении знаний:

- 1) определение проблемной области;
- 2) поиск эксперта, желающего сотрудничать при решении проблемы;
- 3) определение предварительного подхода к решению проблемы;
- 4) анализ расходов и прибылей от разработки;
- 5) подготовка подробного плана разработки.

Большинство экспертов, успешно используя в повседневной деятельности свои обширные знания, но при этом испытывают большие затруднения при попытке сформулировать часть этих знаний в системном виде: иерархию используемых понятий, эвристики, алгоритмы, связи между ними. Для подобной формализации знаний необходим определенный систематический стиль мышления, более близкий математикам и программистам, чем, например, юристам и медикам. Кроме того, необходимы, с одной стороны, знания в области математической логики и методов представления знаний, с другой – знания возможности ЭВМ, из программного обеспечения, в частности, языков и систем программирования. Для разработки базы знаний необходимо участие в ней особого рода специалистов, обладающих указанной совокупностью знаний и выполняющих функции «посредников» между экспертами в предметной области и компьютерными системами [1].

На этапе приобретения знаний могут возникнуть трудности и психологического порядка: эксперт может препятствовать передаче своих знаний – базе знаний, полагая, что это уменьшит его статус как специалиста и создаст предпосылки для замены его «машиной». Однако эти опасения лишены оснований: базы знаний хорошо работают лишь в типовых ситуациях, а также помогает в случаях, когда человек находится в состоянии стресса. В наиболее сложных ситуациях, требующих нестандартных рассуждений и оценок, система не может заменить эксперта-человека. Система не может синтезировать новых эвристических правил, ее возможности определяются только теми эвристиками, что были в нее изначально заложены. Ещё одна существующая проблема – требуется разработать средства управления базой знаний, логического вывода, диалогового взаимодействия с пользователем и т. д. Объем программирования насчитывает много строк кода, а программы столь сложны и нетрадиционны, что имеет смысл, как это принято сейчас при разработке больших программ, на первом этапе создать демонстрационный прототип системы. Предварительный вариант, в котором в упрощенном виде реализованы лишь основные планируемые возможности и что будет служить для заказчика подтверждением того, что разработка базы знаний для решения данной задачи принципиально воз-

можна, а для разработчиков – основой для последующего улучшения и развития системы.

Одной из причин неудач в разработке баз знаний стала недооценка авторами объемов и роли неявных знаний. Системы, базы знаний которых создавались на основе справочников, в лучшем случае так справочниками и остались. Большинство же таких систем оказывались даже хуже справочников, так как не давали четкого ответа пользователю. Вторым аспектом оказалась модель, на которой были основаны их первые экземпляры, и лишь модель знаний, принимающая вид иерархической сети с возможностью выбора из логических узлов, может стать базой для построения экспертной системы [2].

Рассмотрим факторы, помогающие развитию систем с базами знаний:

- компании, добившиеся значительной экономии денежных средств благодаря технологии баз знаний, развивают и выстраивают ее в специальные бизнес-процессы, которые были бы просто невозможны без компьютерной экспертизы;
- разработка новых технологий создания баз знаний, является необходимым средством, которое может изменить бизнес-процесс;
- современные системы реализованы не на специализированном, а на стандартном оборудовании.

Объединение всех видов программных продуктов и их отдельных компонентов в единую систему признано экономически выгодным, так как применение баз знаний позволяет существенно сократить расходы на подготовку квалифицированного персонала, дальнейшую проверку работоспособности и надежности, разрабатываемых и исследовательских систем, а также уменьшить время проектирования и исследования [3].

Подводя итоги можно сказать что, экспертные системы возродились в виде систем с базой знаний, которые тесно переплелись с существующими бизнес-системами в последнее десятилетие. Адекватность и правильность работы системы базы знаний ложится на эксперта по знаниям. Решить данную проблему можно за счет привлечения высококвалифицированных специалистов в данной области и развитие действующего прототипа. Прототип развивается от коммерческого до масштаба предприятия [4]. В ходе общения с экспертом, пользователи узнают, как работать с системой, что позволяет избежать ошибок. При разработке, важно учитывать интеграцию с другими системами, для уменьшения времени отклика. От правильно поставленной задачи и от анализа предметной области, зависит дальнейшая работа всей системы в целом. Если задача выбрана не правильно, то нельзя четко определить подробный план, расходы и прибыль разработки данной базы знаний и сложно найти эксперта. Разработка базы знаний – очень трудоемкий процесс, который требует работы большого количества опытных специалистов.

Библиографические ссылки

1. Amy K. Karlson – *Knowledge-Based Information Access* / Amy K. Karlson, Ralph D. Semmel, David P.

Silberberg –The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory. 2007. 38 p.

2. Enrico Motta. The knowledge modeling paradigm in knowledge engineering. The Open University Walton Hall. 2003. 29 p.

3. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. СПб: Питер, 2003г. – 384 с.: ил.

4. Тельнов Ю. Ф. Интеллектуальные информационные системы. М., 2003. 251 с.

© Проскурин А. В., Бузаев Д. В., 2012

УДК 681.3.06

Р. С. Савицкий

Научный руководитель – В. В. Вдовенко

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

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА СТАТИСТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ДЛЯ РАСЧЕТА НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Обосновывается выбор метода статистических испытаний для расчета надежности технических систем. Рассматривается программная реализация данного метода. Приводятся достоинства разработанного программного продукта.

Надежность – один из самых важных показателей современной техники. Техника может работать эффективно, если она является надежной. Чтобы создать техническую систему, удовлетворяющую требованиям надежности, необходимо доказать, что показатели надежности спроектированной системы соответствуют заданным. Возникает проблема выявления оценки показателей надежности. Существуют математические методы анализа надежности систем. Рассчитать надежность системы – значит определить ее показатели надежности, используя данные составляющих элементов.

Расчет надежности можно провести используя следующие методы:

- метод, основанный на применении классических теорем теории вероятности;
- логико-вероятностные методы;
- топологические методы;
- методы, основанные на теории марковских процессов;
- методы интегральных уравнений;
- метод статистических испытаний.

Расчет надежности системы является трудоемким процессом и требует большого количества вычислений, поэтому существует необходимость автоматизировать данный процесс. Для решения этой задачи выберем метод статистических испытаний, он не требует всевозможных допущений и является универсальным [1].

Для реализации метода статистических испытаний в данном случае необходимо выполнить следующее. Провести серию из N независимых испытаний. Каждое испытание состоит в разыгрывании случайных величин, соответствующих времени безотказной работы системы с заданным законом распределения. Рассчитать значения времени работы до отказа системы.

Повторяя подобное испытание N раз, будет получена выборка объема N , которая соответствует времени до отказа заданной системы. Эта совокупность чисел является первичным материалом для последующей статистической обработки. Обозначим ее как

$\{x_i\}_{i=1,N}$. Из этой совокупности находим максимальное значение $T_{\max}$. Промежуток $[0; T_{\max}]$ разбиваем на k равных частей: $0 = t_0 < t_1 < \dots < t_{k-1} < t_k = T_{\max}$. Обозначим через w_i количество элементов выборки $\{x_i\}_{i=1,N}$ меньших t_i , $i = 1, 2, \dots, k$. Найдем эмпирическую вероятность безотказной работы системы по формуле $p(t_i) = 1 - w_i / N$. Полученные данные сводим в таблицу.

Таблица позволяет построить график вероятности безотказной работы системы. Также приближенно вычисляем среднее время безотказной работы системы с помощью формулы Симпсона. Проведем расчеты при различных объемах выборочной совокупности и оценим сходимость полученных показателей надежности к истинным значениям. Это позволяет получить количественную оценку метода статистических испытаний в расчетах надежности технических систем.

Современное программное обеспечение для математических вычислений (например, MathCad, Matlab и др.) сложно адаптировать под расчет надежности сложных систем. Поэтому необходимо разработать принципиально новый программный продукт позволяющий рассчитывать надежность технических систем на основе метода статистических испытаний. Такая программа должна соответствовать следующим требованиям:

1. Программа должна содержать основные законы распределения времени безотказной работы элементов системы.

2. В программе должен быть реализован алгоритм «разыгрывания» случайных величин в зависимости от закона распределения и размерностей системы.

3. Программа должна вычислять показатели надежности системы методом статистических испытаний.

4. В программе должен быть реализован логичный и понятный интерфейс пользователя, ориентированный на использование как мыши, так и клавиатуры.

На текущем этапе разработана библиотека классов, которая содержит в себе все необходимые поля и

методы для осуществления вычислений надежности системы.

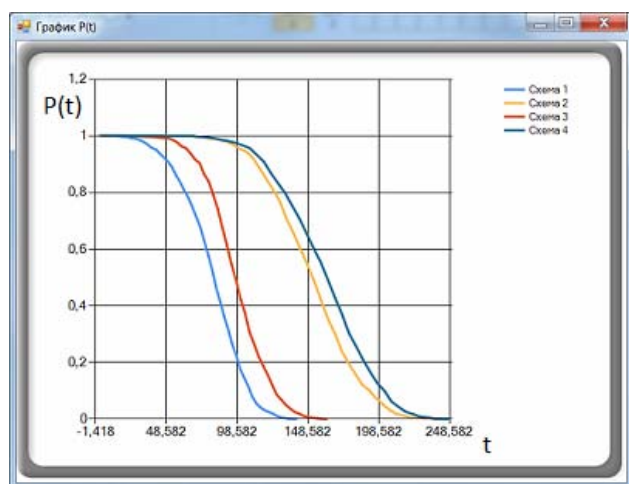


График $p(t)$

Используя данную библиотеку, реализовано пользовательское приложение обладающее следующими достоинствами:

- графическое представление оценки надежности в виде графиков (см. рисунок) и таблиц;
- автоматический расчет основных показателей надежности;
- реализованы алгоритмы разыгрывания случайных величин по различным законам распределения;
- построен логичный и понятный пользовательский интерфейс.

При правильно заданном законе распределения времени безотказного функционирования сложной системы и его параметров данная программа является эффективным инструментом для определения показателей надежности разработанных технических систем.

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.

© Савицкий Р. С., 2012

УДК 519.688

К. В. Богданов

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

СОЗДАНИЕ WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ APACHE CORDOVA

Рассмотрены вопросы создания современных приложений для среды Internet и мобильных устройств с поддержкой технологии HTML5.

Windows Phone и ее «родная» платформа разработки позволяют легко создавать красивые приложения в стиле Metro. А теперь в партнерстве с Nokia устройства под управлением Windows Phone начинают активнее завоевывать рынок. Недавние данные, опубликованные исследовательской фирмой Gartner Inc., предсказывают многообещающее будущее для Microsoft OS со значительной долей на фрагментированном рынке. Если вы разрабатываете приложения для смартфонов, эта фрагментация рынка означает, что вы должны либо выбрать одну целевую ОС, либо писать одно и то же приложение несколько раз под разные платформы смартфонов, используя разные языки (C#, Java и Objective-C).

Браузеры смартфонов во многих отношениях обладают более широкими возможностями, чем их эквиваленты на настольных компьютерах.

Однако есть и другой путь. Браузеры всех этих смартфонов во многих отношениях обладают более широкими возможностями, чем их эквиваленты на настольных компьютерах, где некоторые люди до сих пор используют архаичные браузеры! Современные смартфоны позволяют создавать выполняемые в браузере приложения с применением комбинации HTML5, JavaScript и CSS. С помощью этих технологий потенциально можно написать единственное приложение на основе браузера, выполняемое на самых разнообразных смартфонах.

Можно разработать мобильное приложение на основе HTML5, создав общедоступную веб-страницу с JavaScript- и HTML5-контентом и направляя пользователей на URL хостинга. Однако в этом подходе есть две проблемы. Первая связана с моделью дистрибуции через онлайн-магазины приложений. Вы не сможете отправить в такой магазин URL, по которому размещено ваше веб-приложение, и не сможете получить за него деньги. Вторая проблема заключается в том, как осуществляется доступ к аппаратному обеспечению смартфона. Широко поддерживаемых API браузеров для доступа к телефонным контактам, уведомлениям, камерам, датчикам и прочему нет. Apache Cordova — бесплатная инфраструктура с открытым исходным кодом — решает обе эти проблемы.

Cordova предоставляет среду для хостинга вашего контента HTML5/JavaScript внутри тонкой «родной» оболочки. Для ОС на каждой платформе смартфонов она использует родной элемент управления «браузер» для рендеринга контента приложения, причем ресурсы приложения упаковываются в дистрибутив. В случае Windows Phone HTML5-ресурсы упаковываются в XAP-файл и загружаются в изолированное хранилище, когда запускается Cordova-приложение. В период выполнения элемент управления WebBrowser визуализирует контент и исполняет ваш JavaScript-код.

Cordova также предоставляет набор стандартных API для доступа к функциям, общим для всех смарт-

фонов. К некоторым из этих функций относятся: события жизненного цикла приложения; хранилище (локальное хранилище и базы данных HTML5); контакты; камера; геопозиционирование; акселерометр.

Cordova предоставляет среду для хостинга вашего контента HTML5/JavaScript внутри тонкой «родной» оболочки.

Каждая из этих функций предоставляется как JavaScript API, который используется из вашего кода на

JavaScript. Cordova берет на себя всю черновую работу, связанную с предоставлением необходимой родной реализации, и тем самым гарантирует, что приложение будет работать с одинаковыми JavaScript API независимо от ОС смартфона, на котором выполняется код.

© Богданов К. В., 2012

УДК 519.688

К. В. Богданов, А. Н. Ловчиков
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ С ШИМ НА ЯЗЫКЕ ERLANG

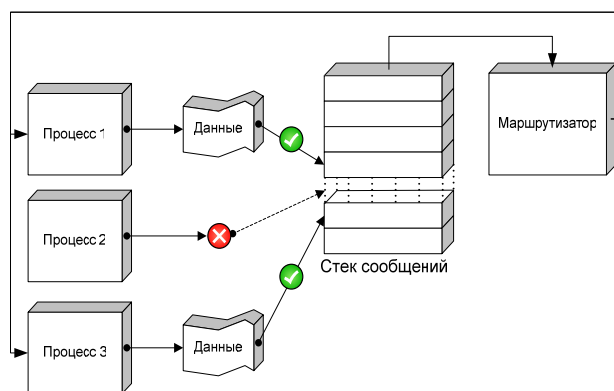
Предлагается новый подход к созданию EDA-систем, предназначенных для моделирования схем, содержащих элементы, функционирование которых связано с резким изменением параметров и при математическом описании приводит к существенному возрастанию производных фазовых переменных, что при традиционном моделировании ведет к срыву вычислительного процесса.

Моделирование и анализ работы электронного оборудования – весьма сложная задача, для решения которой активно используется специализированное программное обеспечение – EDA-системы. Развитие таких систем идёт, по большей части, экстенсивным путём, начиная от систем, созданных в 70-ых годах прошлого столетия. Как правило, улучшаются пользовательские интерфейсы, расширяются базы данных электронных компонент и т.п., в то время как основные вычислительные алгоритмы остаются прежними. Чаще всего всё сводится к решению получившейся системы линеаризованных дифференциальных уравнений, являющейся математической моделью моделируемого устройства. Численные методы решения при этом позволяют получать весьма точные результаты, но проблемы возникают при моделировании систем с большим количеством электронных компонентов, что приводит к усложнению математической модели, и при моделировании систем, в которых имеются существенные нелинейности, которые значительно огрубляют результаты моделирования, либо вообще приводят к тому, что вычислительный процесс расходится.

В связи с этим предлагается диаметрально противоположный подход: каждый блок либо компонент устройства должен быть смоделирован отдельно. Полученные модели будут выполняться внутри отдельных вычислительных процессов. При этом, если мы рассматриваем моделирование в диапазоне времени, то каждый из таких вычислительных процессов должен получать на один или несколько своих логических входов некоторые параметры (например, мгновенное значение напряжения относительно принятой «земли»). Также этот процесс должен выдавать результаты обработки входных параметров в качестве выходных данных.

Основные проблемы, связанные с такой схемой работы заключаются в том, что необходимо обеспечить высокую степень взаимной изолированности

вычислительных процессов, сохраняя возможность синхронизированного обмена данными. Можно провести аналогию с современными вычислительными сетями, где каждая вычислительная машина максимально «самостоятельна», но имеет возможность обмениваться данными, разбитыми на пакеты, с любой другой машиной в сети в произвольный момент времени. Однако, существенным отличием здесь будет являться то, что каждый процесс должен выдавать и принимать порцию информации строго по синхронизирующему сигналу. В том случае, если процесс не успевает по каким-либо причинам это сделать, возможны два подхода: ожидание и уничтожение. В первом случае ни одна порция данных от других процессов не будет принята, и не будет передана, пока от всех процессов модели не будет получен ответ. Во втором случае, процессы, данные от которых не получены по истечении установленного времени, будут уничтожены либо перезапущены, а недостающие значения данных будут заменены на нулевые. Возможна и гибридная стратегия, когда процесс уничтожается после некоторого ожидания.



Функционирование модели на основе независимых процессов

Реализация асинхронного обмена сообщениями, как это сделано, например, в вычислительных сетях на основе технологии Ethernet, может повлечь за собой серьёзную проблему: результаты моделирования будут зависеть от производительности системы, и без предварительного профилирования реализовать модель не получится.

Как при асинхронном, так и при синхронном обмене необходим отдельный процесс-маршрутизатор. В его функции входит сбор данных от остальных процессов, уничтожение процессов, не вылавливших данные в течение отведённого времени, рассылка данных по процессам в соответствии с таблицей взаимосвязей (см. рисунок).

Техническая реализация в этом случае требует наличия среды, в которой способны одновременно (параллельно) исполняться большое количество лёгких вычислительных процессов, которые будут реализовывать атомарные блоки системы, и поддерживающей обмен сообщениями между этими лёгкими процессами.

Наиболее подходящей для реализации средой представляется Erlang (Эрланг) – функциональный язык программирования, позволяющий разрабатывать программное обеспечение для разного рода распределённых систем. Запущенный экземпляр эмулятора Erlang называется узлом. Узел имеет имя и «знает»

о существовании других узлов на данной машине или в сети. Создание и взаимодействие процессов разных узлов не отличается от взаимодействия процессов внутри узла. Для создания процесса на другом узле процессу достаточно знать его имя и, без особых на то оснований, он может не интересоваться физическим расположением взаимодействующего с ним процесса. Этим обуславливается высокая масштабируемость и способность почти линейного повышения производительности с ростом мощности системы (кластера).

Очевидно, что для функционирования системы необходимо иметь несколько различных типов элементов: обычный процесс; коммутатор; источник; выход.

Одной из важнейших процедур при создании подобной модели является построение таблицы маршрутизации по пользовательской модели (к примеру, по принципиальной электрической схеме). На основе этой информации также должны создаваться процессы-коммутаторы.

Реализация данной системы позволит улучшить точность и скорость моделирования больших систем с существенными нелинейностями, а также позволит проводить моделирование на длительных отрезках времени без риска потерь данных.

© Богданов К. В., Ловчиков А. Н., 2012

УДК 629.78.051

Е. Д. Быкодорова, А. С. Старосельцев, Д. В. Дымов
Научный руководитель – Д. В. Дымов
ОАО «Информационные спутниковые системы»
имени академика М. Ф. Решетнева, Железногорск

СИСТЕМА ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ КА

Приведены архитектура и основные технические характеристики системы телеметрического контроля современных космических аппаратов ОАО «ИСС».

Космический аппарат (КА) представляет собой сложный технический объект, для обеспечения жизнеспособности которого необходимы контроль работоспособности бортовой радиоэлектронной аппаратуры (БА) и различных бортовых процессов.

Для реализации функций контроля в составе современных КА используется бортовая система телеметрического контроля (СТК). Аппаратный состав современной системы телеметрического контроля КА можно разделить на три структурных элемента: 1) Телеметрические датчики (сенсоры) 2) Бортовая кабельная сеть (БКС) 3) Телеметрическая система (ТМС).

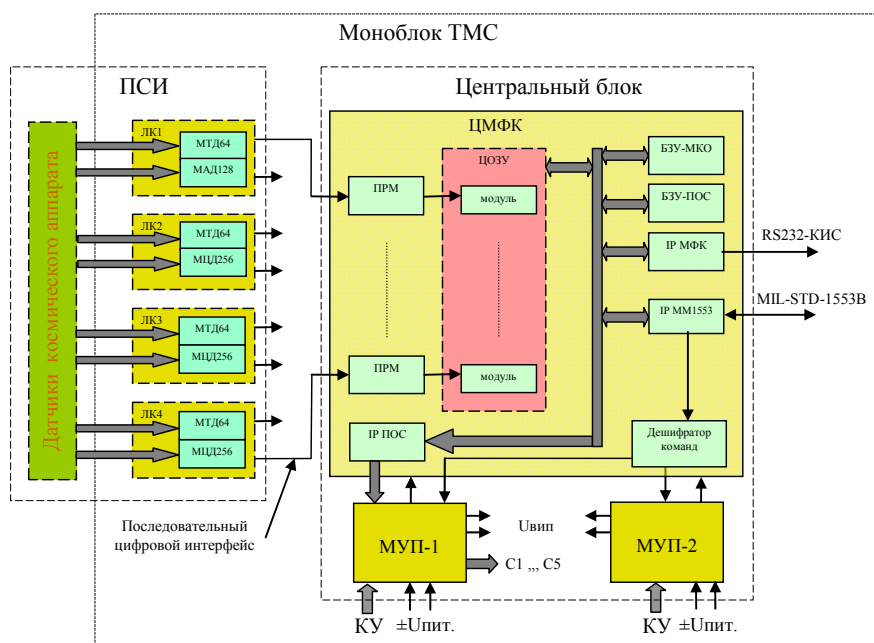
Основными задачами ТМС являются: 1) измерение сигналов от телеметрических датчиков; 2) хранение

результатов измерения в памяти; 3) выдача в бортовой компьютер (БК) результатов измерения; 4) обработки результатов измерения с помощью собственного процессора обработки событий (ПОС); 5) формирование для передачи на НКУ телеметрического информационного кадра.

В настоящее время на современных КА разработки ОАО «ИСС» используются ТМС четвертого поколения, к которым относится система ТА932МД-0413РМ.

Особенностью ТА932МД-0413РМ является модульность ее архитектуры и конструкции, что позволяет легко изменять аппаратно-функциональный состав СТК.

Структурно-функциональная схема ТА932МД-0413РМ представлена на рисунке.



Структурно-функциональная схема ТА932МД-0413РМ

Характеристика	ТА932М1-05250М	ТА932МД	ТА932МД-0413РМ
Космический аппарат	Глонасс-М	Amos-5	Экспресс-АМ5,6
Завершение разработки	2003г	2010г	2011г
Основные характеристики:			
Измерительные каналы, в т.ч.:	576	352	480

Характеристика	ТА932М1-05250М	ТА932МД	ТА932МД-0413РМ
-аналоговые (0-6,3 В)	256	128	128
-температурные (0-188 Ом)	160	160	256
-цифровые (8-разрядные)	160	64	96
Интерфейс с БА КИС	специализированный	RS232	RS232
Интерфейс с БК	MIL-1553	MIL-1553	MIL-1553
САС/ВБР	10/0,995	15/0,995	15/0,995
Условия эксплуатации	герметичный приборный отсек	негерметичный спутник	негерметичный спутник
Рабочий температурный диапазон, °С	от 0 до + 40	от – 10 до + 35	от – 10 до + 35
Потребление, Вт	≤ 17,6	≤ 12,9	≤ 12,9
Объем, см ³	29410	6340	6375
Масса ТМ системы, кг	12,7	7,25	7,0
Масса 8-разрядного канала, г	22,0	20,6	14,5

Развитие ТМС с 2003 года позволило улучшить следующие технические показатели:

- возможность эксплуатации ТМС в составе КА с негерметичным приборным отсеком;
- срок активного существования увеличился в 1,5 раза;
- масса одного 8-разрядного измерительного канала уменьшилась в 1,5 раза;
- значительно уменьшились габаритные размеры (примерно в 4,6 раза).

В настоящее время система ТА932МД-0413РМ успешно прошла комплексные испытания на стенде отработки аппаратно-программных средств бортового комплекса управления КА «Экспресс-АМ5» (1.08 БКУ), и были начаты испытания на стенде отработки аппаратно-программных средств системы ориентации стабилизации КА «Экспресс-АМ5» (01.ИМ).

© Быкодорова Е. Д., Старосельцев А. С.,
Дымов Д. В., 2012

УДК 621.39

Е. И. Гладышев

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

МНОГОПОТОЧНОСТЬ В ПРИЛОЖЕНИЯХ

Рассмотрены основные принципы создания многопоточных приложений, проведен анализ архитектуры, выявлен положительный эффект от использования многопоточности.

Для применения многопоточности существует несколько причин. Предположим, в приложении принимается обращение к какому-то серверу в сети, которая может занять определенное время. Вряд ли захочется, чтобы пользовательский интерфейс из-за этого блокировался, и пользователю пришлось просто дожидаться момента, когда от сервера вернется ответ. Пользователь мог бы выполнять в это время какие-то другие действия или вообще отменить отправленный серверу запрос. В таких ситуациях применение многопоточности приносит пользу [1].

Для всех видов активности, требующих ожидания, например, из-за получения доступа к файлу, базе данных или сети, может запускаться новый поток, позволяющий выполнять в это же время другие задачи. Многопоточность может помочь, даже если есть одни только насыщенные в плане обработки задачи. Многочисленные потоки одного и того же процесса могут одновременно выполняться разными ЦП или, что чаще встречается в наши дни, разными ядрами одного многоядерного ЦП.

Разумеется, необходимо знать особенности одновременного выполнения множества потоков. Из-за того, что они выполняются в одно и то же время, при

получении ими доступа к одним и тем же данным могут возникать проблемы. Чтобы этого не происходило, должны быть реализованы механизмы синхронизации.

Поток (thread) представляет собой независимую последовательность инструкций в программе. Потоки играют важную роль как для клиентских, так и для серверных приложений. К примеру, во время ввода какого-то кода C# в окне редактора Visual Studio проводится анализ на предмет различных синтаксических ошибок. Этот анализ осуществляется отдельным фоновым потоком [2].

В приложении, которое функционирует на сервере, один поток всегда ожидает поступления запроса от клиента и потому называется потоком-слушателем (listener thread). При получении запроса он сразу же пересылает его отдельному рабочему потоку (worker thread), который дальше сам продолжает взаимодействовать с клиентом. Поток-слушатель после этого незамедлительно возвращается к своим обязанностям по ожиданию поступления следующего запроса от очередного клиента.

Каждый процесс состоит из ресурсов, таких как оконные дескрипторы, файловые дескрипторы и дру-

гие объекты ядра, имеет выделенную область в виртуальной памяти и содержит как минимум один поток. Потоки планируются к выполнению операционной системой. У любого потока имеется приоритет, счетчик команд, указывающий на место в программе, где происходит обработка, и стек, в котором сохраняются локальные переменные потока. Стек у каждого потока выглядит по-своему, но память для программного кода и куча разделяются среди всех потоков, которые функционируют внутри одного процесса.

Это позволяет потокам внутри одного процесса быстро взаимодействовать между собой, поскольку все потоки процесса обращаются к одной и той же виртуальной памяти. Однако это также и усложняет дело, поскольку дает возможность множеству потоков изменять одну и ту же область памяти.

Различают две разновидности многозадачности: на основе процессов и на основе потоков. В связи с этим важно понимать отличия между ними. Процесс отвечает за управление ресурсами, к числу которых относится виртуальная память и дескрипторы, и содержит как минимум один поток. Наличие хотя бы одного потока является обязательным для выполнения любой программы. Поэтому многозадачность на основе процессов — это средство, благодаря которому на компьютере могут параллельно выполняться две программы и более.

Так, многозадачность на основе процессов позволяет одновременно выполнять программы текстового редактора, электронных таблиц и просмотра содержимого в Интернете. При организации многозадачности на основе процессов программа является наименьшей, единицей кода, выполнение которой может координировать планировщик задач.

Поток представляет собой координируемую единицу исполняемого кода. Своим происхождением этот термин обязан понятию «поток исполнения». При организации многозадачности на основе потоков у каждого процесса должен быть, по крайней мере, один поток, хотя их может быть и больше. Это означает, что в одной программе одновременно могут решаться две задачи и больше. Например, текст может форматироваться в редакторе текста одновременно с его выводом на печать, при условии, что оба эти действия выполняются в двух отдельных потоках [3].

Отличия в многозадачности на основе процессов и потоков могут быть сведены к следующему: многозадачность на основе процессов организуется для параллельного выполнения программ, а многозадачность на основе потоков — для параллельного выполнения отдельных частей одной программы.

Главное преимущество многопоточной обработки заключается в том, что она позволяет писать программы, которые работают очень эффективно благодаря возможности выгодно использовать время простоя, неизбежно возникающее в ходе выполнения большинства программ. Как известно, большинство устройств ввода-вывода, будь то устройства, подключенные к сетевым портам, накопители на дисках или клавиатура, работают намного медленнее, чем центральный процессор (ЦП). Поэтому большую часть своего времени программе приходится ожидать отправки данных на устройство ввода-вывода или приема информации из него. А благодаря многопоточной обработке программа может решать какую-нибудь другую задачу во время вынужденного простоя.

Например, в то время как одна часть программы отправляет файл через соединение с Интернетом, другая ее часть может выполнять чтение текстовой информации, вводимой с клавиатуры, а третья — осуществлять буферизацию очередного блока отправляемых данных.

Поток может находиться в одном из нескольких состояний. В целом, поток может быть выполняющимся; готовым к выполнению, как только он получит время и ресурсы ЦП; приостановленным, т.е. временно не выполняющимся; возобновленным в дальнейшем; заблокированным в ожидании ресурсов для своего выполнения; а также завершенным, когда его выполнение окончено и не может быть возобновлено.

Библиографические ссылки

1. Самсонов М. Тенденции рынка телекоммуникационного ПО // ИнформКурьер-Связь. 2003. № 2.
2. Павлова Л. Новый поворот в CRM-сознании // ИнформКурьерСвязь. 2005. № 12.
3. Компания «Восточный ветер» обзорная статья о перспективах развития биллинговых систем. URL: <http://www.amobile.ru/billing/development.htm>.

© Гладышев Е. И., 2012

УДК 002.66

Н. Н. Голомаздина
Научный руководитель — Е. А. Юронен
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ЭТАПЫ И ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА

Рассматриваются актуальность проблем автоматизации документооборота на предприятиях, этапы подготовки процесса внедрения систем электронного документооборота. Приведен пример положительного опыта внедрения системы «Docuintent» в исполнительных органах государственной власти Пермского края.

07 февраля 2008 утвержден приказ президента РФ № Пр-212 «Стратегия развития информационного

общества в Российской Федерации», целью которого является «повышение качества жизни граждан, обес-

печение конкурентоспособности России, развитие экономической, социально-политической, культурной и духовной сфер жизни общества, совершенствование системы государственного управления на основе использования информационных и телекоммуникационных технологий».

18 мая 2011 года утверждена новая редакция Государственной программы «Информационное общество (2011–2020 гг.)». Целями программы являются:

- создание электронного государства, повышение эффективности государственного управления;
- развитие российских технологий;
- обеспечение перехода к цифровой экономике;
- преодоление цифрового неравенства и создание базовой инфраструктуры информационного общества;
- обеспечение безопасности в информационном обществе;
- развитие цифрового контента. Перевод контента в электронный вид.

В октябре 2011 года на заседании Президиума совета при президенте одобрена концепция формирования в РФ «электронного парламента» до 2015 г. «Электронный парламент» представляет собой новую форму участия граждан и организаций в законотворчестве на основе использования информационно-коммуникационных технологий на всех этапах законотворчества до подписания и опубликования закона», – подчеркивается в концепции.

Наличие подобной законодательной базы свидетельствует об очень быстрых темпах информатизации общества. При этом на первый план выступают такие свойства информации как:

- доступность;
- достоверность;
- своевременность;
- полнота;

Не последнюю роль играет и скорость передачи информации. Если информация обладает всеми перечисленными свойствами, то можно говорить о качественной информации.

Для повышения качества информации предприятия различных организационно-правовых форм собственности пытаются провести автоматизацию информационных потоков. На сегодняшний день средством автоматизации может стать система электронного документооборота.

На этапе принятия решения о необходимости внедрения необходимо оценить, прежде всего, экономическую выгоду использования системы, что является неоспоримым фактом исходя из опыта организаций, уже работающих с системами электронного документооборота.

Этапами внедрения системы ЭДО можно считать:

- анализ бизнес-процессов и информационных потоков предприятия;

- оптимизация бизнес-процессов и информационных потоков предприятия;
- классификация видов документов, участвующих в информационных потоках;
- выбор системы электронного документооборота, как готового программного продукта, либо принятие решения о разработке собственной системы электронного документооборота;
- адаптация и настройка программного продукта под нужды конкретного предприятия либо разработка системы;
- обучение сотрудников предприятия;
- сопровождение, доработка системы.

От того насколько качественно проведена работа на каждом из этапов зависит, насколько полно будет охвачена деятельность предприятия системой электронного документооборота, а значит и эффективность проведенной работы.

Очень успешным можно считать опыт внедрения системы электронного документооборота в исполнительных органах государственной власти Пермского края. Для внедрения была выбрана система электронного документооборота на платформе «Documentum». Основной из проблем оказалась территориальная разобщенность участников документооборота, что можно считать общей проблемой крупных предприятий и государственной и коммерческой форм собственности. Внедрение системы велось на протяжении трех лет. Результатами явилось решение следующих задач:

- поддержка процессов создания, обработки и согласования документов на всех стадиях жизненного цикла;
- выдача заданий, поручений в электронном виде и автоматический контроль их исполнения;
- рассылка документов в электронном виде и контроль их местонахождения;
- создание оперативного и долговременного архивов бумажных и электронных документов;
- поиск документов по содержанию и реквизитам;
- формирование отчетов по исполнительской дисциплине;
- ведение единой базы организаций и контактных лиц;
- обеспечение территориально-распределенного обмена данными между сотрудниками в органах государственной власти.

Столь впечатляющие результаты можно считать положительной мотивацией для автоматизации процессов управления информационным контентом предприятия с помощью систем электронного документооборота.

© Голомаздина Н. Н., 2012

УДК 004.6

А. К. Дятлов

Научный руководитель – А. Т. Лелеков
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

БАЗА ДАННЫХ УЧЕТА РАДИОЭЛЕМЕНТОВ

Рассмотрены и решены проблемы учета элементов в лабораториях, перевода элементной базы из одного помещения в другое путем экспорта и импорта таблиц, изменения параметров уже существующей базы данных, создание новых таблиц. Ускорена работа сотрудников, применена поисковая система, система фильтрации.

В современном мире с огромными потоками информации и скоростями ее изменения, все большее значение принимает такой ресурс, как время. Мы уже не можем позволить себе тратить время на долгий поиск необходимого радиоэлемента. Разработанная база данных способна уменьшить временные затраты на: поиск радиоэлементов, перевод базы из одной лаборатории в другую, нахождение и просмотр подробных описаний элементов, отображение используемых типов корпусов. Так же удобные напоминания своевременно проинформируют о том, сколько элементов осталось, что не допустит прерывания рабочего процесса из-за нехватки элементов.

В проекте были реализованы принципы:

Универсальность. Проект универсален – может использоваться в WindowsXP/Vista/7, без установки каких либо сторонних программ. Выполнен на базах данных Paradox 7 [1], в среде быстрой разработки приложений Embarcadero RAD Studio [2], с использованием Databaseengine [3], при помощи высокоуровневого языка Delphi [4]. Универсальность обеспечивается следующим образом:

1. Все используемые dll библиотеки включены в проект.

2. Файлы БД (стандартно не воспроизводимые операционной системой) открываются при помощи portable программ так же включенных в проект.

Переносимость. Программа работает из любой директории, на любой версии Windows – необходимо только не нарушать организацию файлов каталога с проектом. Реализована возможность переноса отдельных компонентов БД, импорт и экспорт.

Ускорение работы оператора. Реализован поиск по задаваемым параметрам, различные фильтрации, легкое и быстрое добавление новых элементов в БД. Интуитивно понятный интерфейс с использованием «горячих клавиш». Изменение параметров уже существующих БД. Все это позволит легко работать как с существующими таблицами БД, так и создаваемыми

при помощи программы. В одном из параметров БД указано расположение элемента в лаборатории, что ускорит его нахождение.

Расширяемость. Программа позволяет создавать новые таблицы БД, с новыми типами элементов. Изменять существующие параметры таблиц. Создавать новые параметры для уже существующих элементов.

Устойчивость. В случае возникновения ошибки программа выведет отчет, в котором будет указан ее код. В проект так же включен полный список возможных ошибок с описанием. При помощи этого можно решить возникшую исключительную ситуацию. И не допустить дальнейшего повторения сценария приводящего к ошибке.

Разработанная программа ускорит деятельность лабораторий кафедры. Позволит сократить время, затрачиваемое на: поиск элементов, файлов описаний, типов корпусов, перевоз элементов из лаборатории и т. п. Программа успешно внедрена в научных лабораториях кафедры САУ: «Космической энергетики», «Силовой электроники», «Имитационного моделирования», «Автоматики», «Систем электропитания».

Библиографические ссылки

1. Paradox 7 // Интернет ресурс: <http://www.sql.ru>
2. Embarcadero RAD Studio // Интернет ресурс: <http://delphiexpert.ru>
3. Databaseengine // Интернет ресурс: http://www.softpoint.ru/article_id360.htm
4. Фаворская М. Н. Создание локальных приложений баз данных в интегрированной среде разработки Delphi, 2005 год – Красноярск, 173.

© Дятлов А. К., 2012

Е. Ю. Золотарева, А. Г. Зотин
 Научный руководитель – А. А. Тихомиров
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЗЕЛЕННЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ СТРЕССОВЫХ СОСТОЯНИЙ

Рассмотрена задача и эксперимент по оценке негативных факторов, воздействующих на растения, по данным видеорегистратора с использованием программной системы, позволяющей распознавать изменения цвета листьев на фотоизображении с лабораторной установки.

Повышение эффективности сельского хозяйства после достижения пределов экстенсивного развития, в условиях его комплексной модернизации, требует, в частности, эффективных средств мониторинга и управления технологией выращивания растений.

Целью настоящей работы является разработка программного обеспечения для оценки риска воздействия негативных факторов при выращивании растений в искусственных условиях (теплицах, лотках, специальных помещениях).

Принцип действия установки основан на некоторых типовых особенностях задачи мониторинга состояния растений в сельском хозяйстве, экспериментальных биосистемах и космических приложениях, на периодическом наблюдении ограниченного набора свойств растения и/или окружающей среды. В разрабатываемом программном обеспечении сочетается

температурный и влажностный мониторинг с элементами технического зрения, в частности, исследования цветковых характеристик растения [1].

Порядок формирования цветовой модели показан ниже (рис. 1).

Предполагалось наличие области цветковых изменений, соответствующих здоровому растению в заданной фазе развития; это предположение доказано А. Г. Зотиным, Е. Ю. Золотаревой и В. Н. Шиховым в ходе двух экспериментов в Институте биофизики СО РАН в апреле и октябре 2011 года.

Результаты эксперимента, показанные ниже (рис. 2), показывают хорошую корреляцию между флуоресцентным методом (показано измерение нефотохимического тушения) и изменением цветковых характеристик растения.

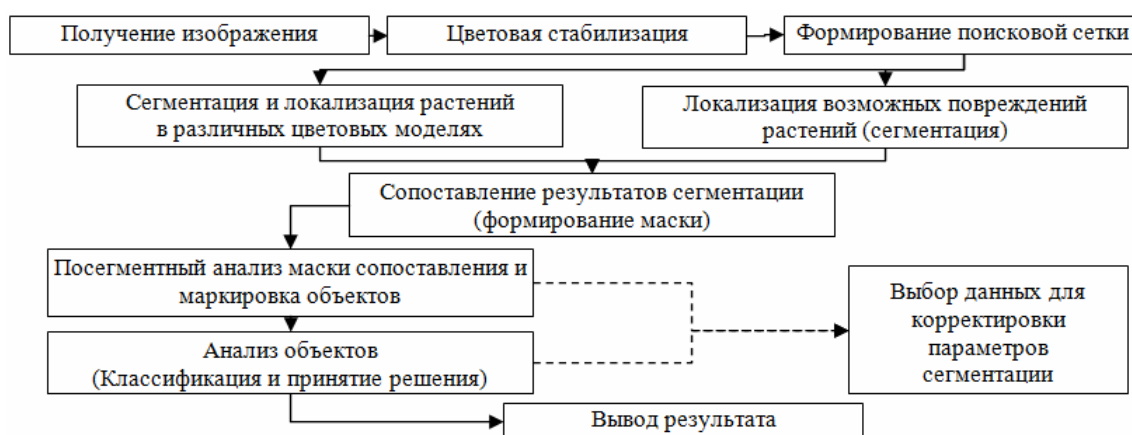


Рис. 1. Порядок формирования цветовой модели

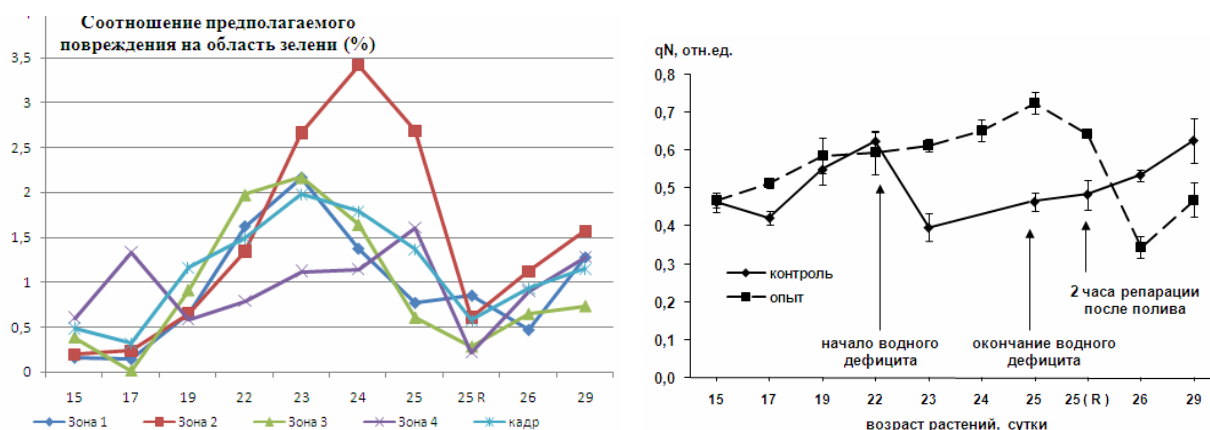


Рис. 2. Результаты эксперимента

Новизна идеи основана на использовании и исследовании цветовых характеристик фото- и видеоизображений. Для решения практической задачи исследуется метод анализа данных, в основе которого лежит принцип статистического анализа данных, получаемых в различных цветовых представлениях (кодировках). Для построения цветовой модели требуется решение задач кластеризации, оценки корреляции и распределения данных. Эти задачи могут быть сведены к задаче выбора наиболее пригодных для анализа полученных данных цветовых представлений (кодировок).

На основе проведенных НИР и прикладных исследований мы планируем разработать программное обеспечение (набор программ, автоматизирующих различные технологические процессы выращивания сельскохозяйственной продукции в искусственных условиях) и аппаратное решение. При этом планируется достичь снижения риска воздействия негативных факторов при выращивании растений на 18–30 %.

Выводы:

– повышается автоматизация процессов в биотехнической системе жизнеобеспечения БИОС-3

– разработан дешевый и точный метод анализа изменений состояния растения

– разработанный алгоритм распознавания и локализации растений позволил увеличить точность локализации на 10–15 % и быстродействие в задаче распознавания – на 14–20 %.

Результаты опубликованы [2].

Библиографические ссылки

1. Зотин А. Г. Дамов М. В. Построение изображения сцены совмещением последовательных кадров // Вестник СибГАУ. Вып. 5 (31). Красноярск, 2010. С. 212–217.

2. Зотин А. Г., Золотарева Е. Ю. Зотин, А. Г., Золотарева Е. Ю. Применение мультиспектральной сегментации для анализа состояния растений по данным видеорегастратора // Программные продукты и системы : Междунар. журнал. Вып. 4 (94). 2011. С. 113–117.

© Золотарева Е. Ю., Зотин А. Г., 2012

УДК 621.396

Р. В. Карцан, Е. С. Жукова
Научный руководитель – И. Н. Карцан
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

УНИВЕРСАЛЬНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПО ТИПУ «КАРКАС»

Представлено универсальное программное обеспечение с возможностью оснащения любым функционалом под любые задачи. Реализует принцип оптимизации, централизации и объединения всевозможных функций в единую автоматизированную систему.

Наряду с развитием различных новых сфер бизнеса, науки и др. сфер деятельности человека возникает потребность в использовании различного программного обеспечения, помогающего или необходимого для дальнейшей реализации проекта, идеи или работы. Существующие на сегодняшний день программы содержат либо достаточно мало нужных функций либо содержат много, но узкоспециализированных функций. Зачастую узкоспециализированный программный продукт стоит дорого, что сильно бьет по кошельку простых пользователей и различных фирм в частности. Так как это узкоспециализированное программное обеспечение имеет хороший, но узкий круг действия своих функций, для достижения определенных задач нужно комплекс программ.

Мой проект создан для решения данной проблемы. Проект реализует в себе базу функций, для решения комплексных задач, не уступающий с решением этих же задач при помощи комплекса программ, и имеющий довольно низкую себестоимость по сравнению с ним.

Суть проекта заключается в разработке большого функционала, комбинирующего множество направлений, а также разработка «дружественного интерфейса», реализация функции распространения.

Для реализации проекта, заключающего в себе множество необходимых функций, требуется либо

большое количество времени, либо огромное количество исполнителей, работающих над маленькими функциями, которые и создадут требуемую работоспособность. Исходя из этих принципов, планируется реализовать некую систему, где будут привлекаться волонтеры. То есть будет написан базовый программный продукт - так называемый каркас, к которому можно будет прикрепить любой требуемый функционал. После этого будет проводиться ряд мероприятий, таких как агитации и конкурсы, для написания различных функций решающих различные задачи.

Так как процесс расширения функционала требует времени и постоянных обновлений, то распространение проекта будет не стандартным. Мы будем распространять сперва «сырую» версию, содержащую минимум функционала с агитацией на помощь расширения функционала. Для избежания постоянного обновления весь проект будет храниться на сервере, а пользователи получают лишь 1 файл, через который и будет осуществляться работа. Файл, по сути, будет содержать ссылки на функции, которые хранятся на сервере. При запросе функции она будет тут же скачана с сервера и других пользователей, владеющих этой же функцией по средством Torrent сервиса. Таким образом, мы практически полностью исключим обновле-

ния, т. е. если у пользователя нет новой функции то произойдет лишь обновление ссылок (объем гораздо меньше, чем сама функция), если у пользователя есть функция, но произошло её улучшение, то пользователям предложат произвести обновление или продолжить работу со старой версией функции. Еще один плюс такого способа, что не обязательно иметь при себе все функции, если вам нужен только маленький их круг. Но также не исключается возможность полного скачивания функционала.

Также мой проект устраняет проблему совместимости (кто-то, допустим, кидает файл необходимый для работы, или например электронную книгу в неизвестном расширении, после поиска в интернете находится такая программа, существующая только одна в

своем роде, которая может прочитать файлы с этим расширением).

Укрупненный план реализации проекта:

- 1) проведение агитационной работы, конкурсов на выполнение работ по расширению функционала проекта (на протяжении всего проекта);
- 2) разработка основного функционала, конструктора и интерфейса (3 месяца);
- 3) реализация системы распространения и выпуск «сырого» проект;
- 4) увеличение функционала проекта, пока он не станет конкурентоспособным на рынке узконаправленных программ.

© Карцан Р. В., Жукова Е. С., 2012

УДК 004.9

М. Ю. Космидис**

Научные руководители – А. А. Тихомиров*, А. В. Мурыгин**

*Институт биофизики СО РАН,

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

УЧЁТ ПАРАМЕТРОВ СРЕДЫ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ РЕГИСТРАЦИИ ГЕРМЕТИЧНОСТИ СЖО «БИОС-3» С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ «МЕТРАН»

Предлагается создание компьютерной программы, обеспечивающей точный и оперативный контроль за герметичностью СЖО «БИОС-3».

СЖО «БИОС-3» – это герметичная конструкция объемом около 300 м³, сделанная с таким расчетом, чтобы изолировать систему от внешней среды и организовать в ней внутренний круговорот веществ, в котором бы регенерировались воздух, вода, растительная часть пищи [1].

Во время серии экспериментов (1972–1984) экипажи из двух или трех испытателей жили в «БИОС-3» от четырех до шести месяцев.

Уникальность системы «БИОС-3» определяется:

- способностью сохранять на протяжении долгого времени стационарное состояние;
- возможностью обеспечить необходимые условия для жизни человека;
- возможностью длительного управления процессами изнутри самим экипажем [2].

Расчет герметичности СЖО «БИОС-3» связан с учетом перепада давлений внутри и вне системы.

В соответствии с целями эксперимента, внутри «БИОС-3» задаётся избыточное давление, превышающее атмосферное на 1,2 кПа.

Атмосфера системы нигде не сообщается с внешней атмосферой, поэтому разность давлений внутри и вне системы подвержена значительным колебаниям.

При понижении атмосферного давления корпус «БИОС-3» слегка расширяется, при этом понижается давление внутри «БИОС-3», при условии, что температура внутри осталась неизменной.

При повышении атмосферного давления корпус «БИОС-3» сжимается, что вызывает, при неизменности температуры и отсутствии течи, повышение давления внутри системы.

Эти закономерности могут нарушаться в случае повышения или понижения температуры внутри корпуса «БИОС-3».

Кроме того, причиной снижения давления внутри системы может быть утечка воздуха при нарушении герметичности.

Для усовершенствования процесса контроля герметичности были выбраны приборы и технологии Промышленной Группы МЕТРАН: датчик давления-разрежения Метран-100-ДИВ, измеряющий давление внутри корпуса установки БИОС-3, датчик абсолютного давления Метран-100-ДА, измеряющий атмосферное давление и медный термопреобразователь сопротивления ТСМ Метран-203, измеряющий температуру внутри корпуса установки. Данный набор датчиков позволяет отслеживать изменение внутреннего давления в установке с поправкой на изменения внешнего давления и температуры внутри установки. Питание преобразователей датчиков давления осуществляется стабилизированным напряжением постоянного тока 24В от блока питания БП Карат-22. Сигналы от первичных датчиков передаются в блок коммутации К1204, где преобразовываются и в цифровом формате RS485 передаются в многоканальный регистратор Метран-900.

Для обработки получаемых при этом данных необходимо создание компьютерной программы, которая обеспечит:

- 1) цифровое отображение всех параметров среды и перепада давления, приведенного к значениям атмосферного давления и температуры в начале испытания, в любой текущий момент тестирования;

2) графическое отображение динамики изменения перечисленных параметров среды за весь период испытания;

3) измерение количественной (в литрах) и относительной по отношению к внутреннему объему (в процентах) утечки воздуха из модуля в течение всего периода испытания;

4) автоматическое поддержание заданного давления внутри системы при любых изменениях температуры и атмосферного давления путем подачи управляющих импульсов на компрессор, обеспечивающий откачку воздуха из системы при увеличении давления или подачу воздуха в систему при снижении давления.

Таким образом, создание компьютерной программы позволит обеспечить точный и оперативный контроль за герметичностью комплекса «БИОС – 3».

Библиографические ссылки

1. Гительзон И. И., Ковров Б. Г., Лисовский Г. М. и др. Экспериментальные экологические системы, включающие человека // Проблемы космической биологии. М. : Наука, 1975. Т. 28.

2. Замкнутая система: человек – высшие растения / под ред. Г. М. Лисовского. Новосибирск : Наука, 1979.

© Космидис М. Ю., 2012

УДК 519.7

Р. Ж. Мурадимов

Научный руководитель – В. В. Молоков

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

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРЕСТУПНОСТИ

Рассматривается информационная система анализа и прогнозирования временных зависимостей основанная на методах непараметрической статистики в задаче прогнозирования преступности.

Целью моей работы является разработка автоматизированной информационной системы прогнозирования преступности основанной на реализации непараметрических моделей восстановления временных зависимостей коллективного типа и их модификаций.

Цель достигается путем решения следующих задач:

- разработка алгоритмов построения традиционных непараметрических моделей восстановления временных зависимостей коллективного типа и их программной реализации;

- разработка модификаций непараметрических моделей восстановления временных зависимостей коллективного типа;

- исследование свойств непараметрических моделей коллективного типа при моделировании временных зависимостей, решение вычислительных аспектов их применения;

- создание информационной системы, реализующей предлагаемые непараметрические модели восстановления временных зависимостей;

- применение информационной системы в задаче прогнозирования преступности региона.

Криминологическое прогнозирование пока одно из наименее разработанных направлений в криминологии. Для проведения постоянных исследований преступности и оценки криминогенной обстановки необходимо наличие автоматизированного комплекса программных средств и информационной базы прогнозирования, а именно, основных показателей экономического, социального развития исследуемого региона, состояния ресурсного и кадрового обеспечения правоохранительных органов.

Автоматизация подобных исследований связана с разработкой математических основ оценивания и про-

гнозирования динамики состояния преступности в зависимости от складывающихся факторов внешних условий. Возникающие при этом трудности обусловлены нестационарностью искомых статистических закономерностей и, как следствие этого, малым объемом исходной информации, который составляют данные коротких временных рядов наблюдений этих параметров.

Методика построения непараметрических моделей коллективного типа при восстановлении стохастических зависимостей в условиях априорной неопределенности, когда исходную информацию составляет только обучающая выборка, была предложена в работах (А. В. Лапко, В. А. Лапко, Д. В. Крившича). Идея предлагаемого подхода состоит в построении относительно некоторой системы опорных ситуаций семейства упрощенных параметрических аппроксимаций восстанавливаемой зависимости (не имеющих самостоятельного значения) с последующим их объединением в непараметрическом коллективе [1].

В последующем были предложены модификации непараметрических моделей коллективного типа и их коллективов для решения задач восстановления временных стохастических зависимостей, позволяющих максимально использовать информацию обучающих выборок [2]. На основе этих идей были разработаны еще ряд модификаций улучшающих свойства непараметрических коллективов.

По результатам проведенных расчетов, было выявлено, что рассматриваемые непараметрические модели коллективного типа позволяют решать задачи восстановления нестационарных временных зависимостей в условиях малых выборок, когда отношение «объем выборки / размерность» соизмеримо с едини-

цей, за счёт максимального использования информации обучающей выборки. Кроме этого предложенные модификации непараметрических коллективов позволяют улучшить свойства традиционных статистик и определить области компетентности решаемых задач. Применение разработанных моделей позволяет также оценивать вклад аргументов в формирование значений восстанавливаемой многомерной нестационарной временной зависимости.

На основе разработанных непараметрических моделей восстановления нестационарных временных зависимостей создана информационная система оценивания и прогнозирования показателей преступности.

Назначение информационной системы состоит в обнаружении и прогнозировании закономерностей формирования динамики показателей преступности в изменяющихся социально-экономических условиях, качественного состава и оснащённости правоохранительных органов; определении неблагоприятных (криминогенных) факторов социально-экономических характеристик; их дифференциации по степени влияния на различные виды преступлений; выборе вариантов изменения условий проживания населения региона и мер воздействия на преступность.

Функциональные возможности системы позволяют осуществлять поддержку принятия решений для специалистов информационно-аналитических подразделений и лиц ответственных за разработку планов борьбы с преступностью в регионе.

С помощью информационной системы исследовались зависимости статистических показателей преступности Красноярского края от вариантов изменения набора внешних факторов (социально-экономи-

ческих, демографических, ресурсного и кадрового обеспечения правоохранительных органов) и получены прогнозные значения. Предполагается использование системы при исследовании наркотизации населения региона и преступлений в сфере нелегального оборота наркотиков.

В результате исследований выявлено криминогенное воздействие на преступность таких социально-экономических, демографических и иных показателей региона: количество экономически активного населения; количество прибывших в регион; численность населения с доходами ниже прожиточного минимума; количество детей оставшихся без попечения родителей; количество больных наркоманией и алкоголизмом; численность учащихся средних и высших учебных заведений; количество освобожденных из мест лишения свободы.

Установлено влияние менее общественно опасных преступлений (хулиганство, кражи, преступность несовершеннолетних) на такие виды преступлений как грабеж, разбой, умышленное причинение тяжкого вреда здоровью.

Библиографические ссылки

1. Лапко А. В., Лапко В. А., Соколов М. И., Ченцов С. В. *Непараметрические модели коллективного типа*. Новосибирск : Наука, 2000. 144 с.
2. Лапко В. А., Лапко А. А., Молоков В. В. *Модификации непараметрических моделей коллективного типа в задачах восстановления временных процессов* // Вестник КрасГАУ. Красноярск, 2003. Вып. 3. С. 44–49.

© Мурадимов Р. Ж., 2012

УДК 004.94

О. В. Озорнин

Научный руководитель – А. В. Саяпин

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

ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АТТЕСТАЦИИ УЧАЩИХСЯ

**(на примере Сибирского государственного аэрокосмического университета
имени академика М. Ф. Решетнева)**

В представленной работе проводилось объектно-ориентированное моделирование информационной системы электронного документооборота, основанной на технологиях BPEL и SOA. Использование данных технологий, работающих для создания, описания бизнес-процессов, а также управления ими, в компьютерных системах, позволяет более эффективно разработать систему электронного документооборота.

В настоящее время при объектно-ориентированном моделировании информационных систем принято использовать унифицированный язык визуального моделирования, специально разработанный для спецификации, визуализации, проектирования и документирования компонентов программного обеспечения, бизнес-процессов и программных систем. Этот язык обеспечивает поддержку всех этапов жизненного цикла информационных систем и предоставляет для этих целей ряд графических средств – диаграмм.

На этапе создания концептуальной модели для описания бизнес-деятельности используются диаграммы бизнес-прецедентов и диаграммы видов деятельности, для описания бизнес-объектов – модели бизнес-объектов и диаграммы последовательностей[1]. На этапе создания логической модели информационной системы описание требований к системе задается в виде модели и описания системных прецедентов, а предварительное проектирование осуществляется с использованием диаграмм классов, диаграмм

последовательностей и диаграмм состояний. На этапе создания физической модели детальное проектирование выполняется с использованием диаграмм классов, диаграмм компонентов, диаграмм развертывания.

В процессе работы над проектом, был выбран определенный сегмент деятельности данного учреждения, а именно, аттестация учащихся. На текущий момент большинство бизнес-процессов выполняются вручную. Следовательно, необходимо создать удобную, эффективно используемую систему электронного документооборота, которая обеспечит необходимую защиту данных, а также будет надежна и устойчива. Для бизнес моделирование главным является выбор основных функций или прецедентов. Основными прецедентами (функциями) разрабатываемой информационной системы будут являться:

- 1) создание новой электронной аттестационной ведомости;
- 2) заполнение электронной аттестационной ведомости;
- 3) создание электронной справки на пересдачу экзамена/зачёта;
- 4) заполнение электронной справки на пересдачу экзамена/зачёта;
- 5) отправление результатов аттестации на информационный портал университета;
- 6) обмен мгновенными сообщениями.

Также имеются второстепенные функции, связанные с добавлением, удалением, редактированием учащихся, групп или преподавателей в базе данных. Необходимым является и контроль выполнения определенных бизнес-процессов, наличие статуса и срока выполнения вышеперечисленных бизнес-процессов. Главными действующими личностями (actor) будут являться дирекция и преподаватель.

На основе информации, выявленной на этапе бизнес-моделирования, выполняется разработка концептуальной модели данных, которая будет использо-

ваться в разрабатываемой системе. В данном проекте я использую сервис-ориентированную архитектуру и BPEL (язык выполнения бизнес-процессов) [2], что необходимо учесть при создании клиент-приложения. Использование языка BPEL позволяет создавать бизнес-процессы любой сложности, производить любые вычисления, обеспечивает возможность простого взаимодействия с любыми внешними системами, предоставляющими свои интерфейсы в виде веб-сервисов [3]. Учитывая все выше перечисленное, использование BPEL представляется перспективным в системах электронного документооборота. Далее идёт моделирование статического вида системы с точки зрения развертывания, для этого описываем топологию аппаратных средств, на которых выполняется система. В данном случае используется сервер, связанная с ним база данных и какое-либо множество рабочих мест, имеющие связь сервером, по средствам сети. Особенностью моего проекта является то, что технология сервис-ориентированной архитектуры позволяет установить сервер на любое рабочее место [4].

Библиографические ссылки

1. Рамбо Дж., Блах М. Объектно-ориентированное моделирование и разработка. М. : Питер, 2007. 544 с.: ил.
2. Автоматизация бизнес процессов с помощью BPEL [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bytemag.ru/articles/detail.php?ID=18165>. 2011.
3. Business Process Execution Language for Web Services. Version 1.1 [Электронный ресурс]. URL: <http://ifr.sap.com/bpel4ws/index.html>. 2010.
4. Matjaz B. Juric; Marcel Krizevnik. WS-BPEL 2.0 for SOA Composite Applications with Oracle SOA Suite 11g; Packt Publishing Ltd, 2010. 594 с.

© Озорнин О. В., 2012

УДК 004.93

Б. В. Полищук

Научный руководитель – В. В. Молоков

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

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТИПОВ ПАПИЛЛЯРНЫХ УЗОРОВ ПАЛЬЦЕВ РУК

Рассматриваются непараметрические и статистические алгоритмы распознавания образов в пространстве дискретных признаков, приводятся результаты анализа эффективности предлагаемых алгоритмов в задаче прогнозирования типов папиллярных узоров пальцев рук человека.

Целью моей работы является создание информационной системы анализа и прогнозирования сочетаемости определенных типов папиллярных узоров пальцев рук человека. Подобная задача встречается при определении принадлежности отпечатков пальцев рук, оставленных на месте преступления одному человеку. Оригинальность подхода заключается в применении непараметрических алгоритмов распознава-

ния образов для анализа вероятностных характеристик изучаемых признаков.

Алгоритмы распознавания образов, на которых строится информационная система, так или иначе, используют обучающую выборку – в нашем случае набор реально обработанных отпечатков пальцев рук.

Пусть $V = (u_k^i, \quad i = \overline{1, N}, k = \overline{1, 10})$ обучающая выборка, составленная из параметров складывающейся

ситуации u^i наблюдений типов папиллярных узоров пальцев рук человека. Компоненты вектора качественных признаков $u_k \in \Omega_j(u)$, $j = \overline{1, M}$, $k = \overline{1, 10}$

принимают значения одного из типов $M = 9$ папиллярных узоров, кодированных в соответствии с классификацией, предложенной в работе В.Е. Корноухова.

В общем случае предлагаемый подход заключается в следующих предположениях. За класс берем, например, тип папиллярного узора пальца левой руки и по типам папиллярного узора пальцев (одного или нескольких) правой руки прогнозируем (определяем класс) тип папиллярного узора пальца левой руки. Если типы распознанного и реально снятого отпечатка совпадают, то гипотезу принадлежности отпечатков пальцев рук одному человеку принимаем, либо отвергаем с определенной степенью достоверности.

Рассмотрим два алгоритма распознавания образов, которые предлагаются для решения данной задачи:

1. Статистический алгоритм распознавания образов в пространстве дискретных признаков. Решение об отнесении ситуации u к одному из классов осуществляется на основе сравнения вероятностей встречаемости ситуации в классах.

2. Непараметрический алгоритм распознавания образов в пространстве дискретных признаков. В основе идеи этого алгоритма лежит использование непараметрических коллективов решающих правил. При этом решающее правило классификации формируется с учетом знака уравнения разделяющей поверхности $\bar{f}_{12}(u)$:

$$\bar{m}_{12}(u) : \begin{cases} u \in \Omega_1, & \text{если } \bar{f}_{12}(u) \leq 0 \\ u \in \Omega_2, & \text{если } \bar{f}_{12}(u) > 0 \end{cases},$$

где

$$\bar{f}_{12}(u) = \frac{\sum_{i=1}^N \sigma(u^i) \Phi\left(\frac{P_1(u) - P_1(u^i)}{c1}\right) \Phi\left(\frac{P_2(u) - P_2(u^i)}{c2}\right)}{\sum_{i=1}^N \Phi\left(\frac{P_1(u) - P_1(u^i)}{c1}\right) \Phi\left(\frac{P_2(u) - P_2(u^i)}{c2}\right)}.$$

Параметры $c1$ и $c2$ находятся в режиме «скользящего экзамена» из условия минимума ошибки распознавания.

Для определения эффективности применения предлагаемых алгоритмов в условиях реальной задачи был проведен вычислительный эксперимент, в ходе которого определялась ошибка распознавания при использовании данных алгоритмов. В нашем случае ошибка – отношение неверно распознанных ситуаций ко всему объему тестовой выборки.

Для первого метода к ошибочным решениям алгоритма относились и данные, не относящиеся ни к одному из классов, вследствие отсутствия рассматриваемой ситуации в обучающей выборке.

Для выяснения зависимости ошибки распознавания от объема тестовой выборки был проведен вычислительный эксперимент со следующими параметрами:

- объем тестовой выборки – 150 тысяч записей;
- количество итераций для усреднения полученного результата – 5;
- объем обучающей выборки – 150 и 300 тысяч записей.
- шаг увеличения тестовой выборки – 10 тысяч записей, начальное значение – 10 тысяч записей.

Для выяснения зависимости ошибки классификации от объема обучающей выборки был проведен вычислительный эксперимент со следующими параметрами:

- объем обучающей выборки – 350 тысяч записей;
- количество итераций для усреднения полученного результата – 5;
- объем тестовой выборки – 150 тысяч записей;
- шаг увеличения тестовой выборки – 20 тысяч записей, начальное значение – десять тысяч записей.

При исследовании этих зависимостей использовалась следующая структура выборки: за класс принят тип узора среднего пальца левой руки, параметрами являются тип большого и указательного пальца правой руки.

Проведение вычислительных экспериментов показало, что при объеме обучающей выборки, равном 150 тысяч записей, выборка обладает недостаточной информативностью. Ошибка классификации для обоих методов растет с ростом тестовой выборки и при достижении максимального объема составляет примерно 75% для первого метода и 60% для второго.

При увеличении объема обучающей выборки в два раза, а значит и повышении информативности и неоднозначности, наблюдается значительное снижение ошибки распознавания с ростом тестовой выборки. Наилучшие результаты распознавания показывает второй метод. Показатели ошибки при достижении максимального объема тестовой выборки равны примерно 31 % для первого метода и 24 % для второго.

Важным фактором является объем обучающей выборки с ростом, которого ошибка классификации стабильно снижается и при достижении максимального объема приблизительно равна 28 % для первого метода и 19 % для второго.

Зависимость времени классификации от объема тестовой выборки показывает, что второй метод требует больше вычислительных ресурсов. Однако предварительное сохранение параметров модели позволяет ускорить процесс принятия решения в будущем.

По результатам проведенных экспериментов можно сделать вывод, что второй метод наиболее приемлем для реализации поставленной задачи.

© Полищук Б. В., 2012

УДК 669.713.7

Е. А. Российский
Научный руководитель – С. Н. Ефимов
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ БИЗНЕС ПЛАНИРОВАНИЯ В НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ КОМПАНИЯХ

Тема магистерской диссертации – «Оптимизация системы бизнес планирования на базе программных решений Lotus Domino». Ключевыми словами диссертации являются «бизнес процесс» и «бизнес план».

Объектом исследования является ИТ отдел крупной нефтедобывающей компании. Предмет исследования – бизнес планирование. Во введении сформулировано направление и актуальность темы. Далее следует проблема нуждающаяся в решении, и методы решения основанного на цели ИТ- стратегии компании. В заключении подведены итоги проведенной работы по оптимизации бизнес процесса «бизнес планирование».

Выбор инфраструктурных компонентов и типовых решений – одна из задач ИТ-подразделений крупных компаний. Часто в компании считают, что создание гетерогенной среды приложений невыгодно, поскольку ее обслуживание и развитие потребует дополнительных затрат на интеграцию и создание интерфейсов. Компании предпочитают двигаться по пути разработки типовых решений с минимизацией ИТ-платформ. Для этого на основе выбранной бизнес-модели предприятия конкретного направления бизнеса (например, документооборот) создается типовое решение для автоматизации, затем оно внедряется и проходит апробацию в одном из дочерних обществ компании, после чего оно должно быть тиражировано на других предприятиях того же профиля.

Одним из ведущих поставщиков корпоративных типовых ИТ-решений является IBM и одним из таких решений является программный продукт Lotus, платформа для автоматизации совместной деятельности рабочих групп.

Проблемой многих ИТ отделов является составление многочисленных бизнес планов на последующие года, составление отчетов по освоенным средствам выделенных финансовыми подразделениями, ведение и предоставление отчетов по первичной документации договоров поставки и обслуживания лицензионного программного обеспечения.

Чаще всего финансовые отделы не разрешают предоставлять информацию в свободной и наглядной исполнителю форме, а заставляют заполнять многочисленные финансовые формы Excel. Заполнение форм отнимает большую часть времени сотрудников ИТ отдела, чаще всего приходится нанимать сотрудника который будет полностью заниматься только этим вопросом и вести всю финансовую отчетность ИТ-подразделения.

Для поддержания гомогенной среды приложений и для оптимизации бизнес планирования и финансовой отчетности ИТ Отдела было принято решение разработки дополнительного модуля к системе электронного документооборота на базе Lotus Notes.

В ходе работы будет проводится анализ текущего бизнес процесса составления Бизнес Плана подразделения. На основе анализа и выявления причин боль-

шой трудоемкости работы будет составлен план работ Lotus A так же техническое задание который позволит вести информацию о затратах подразделения в информационной системе. После создания удовлетворительной системы ведения финансовой информации и заполнения тестовой информации предусмотрена разработка форм отчетов в Excel по формам запросов финансовых подразделений.

По окончании тестирования системы у разработчика, результатом будет являться программный модуль в Lotus с базовым набором функций. Следующим этапом является презентация продукта планово-экономическому отделу, в ходе которого будет получен ряд замечаний и предложений для увеличений функциональности системы.

Результатом презентации и устранение замечаний планово-экономического отдела является соглашение между отделом ИТ и Экономистами о ведении базы отдела в системе бизнес планирования.

Последним, но не менее важным этапом будет являться подготовка системы для ввода опытно-промышленную эксплуатацию и далее в промышленную, а также подготовка документации, в том числе справочной.

Итогом работы является оптимизированный с помощью Lotus бизнес процесс составления Бизнес Плана подразделения ИТ, уменьшение и распределение трудоемкости между сотрудниками, прозрачное управление бюджетом внутри подразделения, и выгрузка актуальных форм отчетности по первым запросам финансовых подразделений.

Говоря о перспективах развития данной системы в дальнейшем, можно с уверенностью сказать, что если система зарекомендует себя в ходе эксплуатации как оптимальное решение для формирования отчетности, данная система будет внедряться в других подразделениях компании. Со стороны модификации и развития функционала системы, можно с уверенностью сказать, что ежегодно появляются новые формы отчетности, которые требуют возможности выгрузки данных из разработанного модуля бизнес планирования на базе Lotus.

© Российский Е. А., 2012

УДК 681.3

Д. В. Тихонов
 Научный руководитель – В. С. Тынченко
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЪЕМА ПРОДАЖ В 1С ПРИ ПОМОЩИ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Рассматриваются способ прогнозирования объема продаж при помощи нейронной сети на основе конфигурации 1С Управление Торговлей.

Все больше и больше торговых предприятий для автоматизации своего учета используют конфигурацию 1С Управление Торговлей. Данная конфигурация позволяет решать задачи по: учету, планированию и контролю. Однако наиболее востребованная задача – прогнозирование, так и не реализована в этой конфигурации. В предыдущих статьях было выявлено, что наиболее эффективным методом прогнозирования являются нейронные сети [1]. Поэтому в ходе данной работе будет показано, каким образом реализовать нейронную сеть в 1С Управление Торговлей [2].

Планируется прогнозировать объем продаж за произвольный период с использованием скользящих окон. В качестве входных параметров возьмем данные об объемах продаж за 8 месяцев. На выходе будет прогноз за 9 месяц. В конфигурации 1С Управление Торговлей будет создана внешняя обработка ПрогнозированиеПродаж.erf. В данной обработке создана функция, получающая массив в качестве входного параметра. Данные о продажах в 1С Управление Торговлей собираются в виртуальной таблице ПродажиОбороты. Для того чтобы получить данные за 8 периодов сформируем массив:

Продажи = НовыйМассив(8);

Заполним каждый элемент массива значением объема продаж за месяц, выбрав данные из реквизита виртуальной таблицы:

ПродажиОбороты.КоличествоОборот, сделав ограничение по реквизиту ПродажиОбороты.Регистратор.Дата.

Полученный массив передадим в функцию ПрогнозированиеПродаж. На выходе получим – спрогнозированный объем продаж за 9-й месяц.

Обучив нейронную сеть, скорректировав коэффициенты весов мы получим работающую нейронную сеть, способную прогнозировать объем продаж за заданный период.

Библиографические ссылки

1. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. 2-е изд. М.: Вильямс, 2006.
2. 1С: Предприятие 8.2 Руководство разработчик. 2-е изд.

© Тихонов Д. В., 2012

УДК 629.78.051

Н. П. Ценникова
 Научный руководитель – Д.В. Дымов
 ОАО «Информационные спутниковые системы»
 имени академика М. Ф. Решетнева, Железногорск

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ БКУ С МОДУЛЬНО-СЕТЕВОЙ АРХИТЕКТУРОЙ

Предлагается структурная схема БКУ с модульно-сетевой архитектурой на основе технологий «система на кристалле» и высокоскоростной коммуникационной среды на основе стандартов ECSS-E-ST-50-12C и ECSS-E-ST-50-11.

На современном этапе развития космического системного и приборного проектирования перспективными направлениями развития бортовых комплексов управления (БКУ) являются:

- повышение степени автономности работы БКУ в штатных режимах работы;
- модульность конструкции БКУ;
- снижение массы, габаритов и энергопотребления;
- единая коммуникационная сеть для информационно-управляющего взаимодействия (обмена данными и командами) функциональных узлов БКУ, бортовой аппаратуры космической платформы и МПН;
- широкое применение технологий «система на кристалле», IP-core, системы самодиагностики БА и др.

Указанным выше тенденциям отвечает модульно-сетевая архитектура бортового комплекса управления КА (далее по тексту БКУ-MCA) на основе стандартов ECSS-E-ST-50-12C (SpaceWire) и ECSS-E-ST-50-11 (RMAP).

Технология, описанная в стандартах SpaceWire и RMAP, позволяет заменить множество отдельных разнородных сетей и интерфейсов на борту КА, коммуникационной инфраструктурой КА на базе единых технических и программных средств. Это возможно не только благодаря высоким скоростям каналов SpaceWire (до 200 Мбит/с на 10 м), но и ряду важных архитектурных особенностей концепции модульно-сетевой архитектуры, к которым относятся:

УДК 004.056

И. В. Бондарь, М. А. Кузнецов, А. А. Паклина
Научный руководитель – В. В. Золотарев
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СПОСОБ МОДЕЛИРОВАНИЯ УГРОЗ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ В ЗАЩИЩЕННОМ ИСПОЛНЕНИИ*

Рассмотрена основа методики и базовые моменты реализации модели угроз автоматизированной системы в защищенном исполнении, основанной на требованиях стандарта 13335-2007 и НМД ФСТЭК.

При организации конкретной подсистемы информационной безопасности на объектах информатизации должны учитываться в качестве вероятных факторы, способные воздействовать на защищаемую информацию данной подсистемы (ГОСТ Р 51275-2006 «Защита информации. Объект информатизации. Факторы, воздействующие на информацию. Общие положения»). Классификация проведена по признаку отношения к природе возникновения (объективные, субъективные), а также по отношению к объекту информатизации (внутренние, внешние).

Перечень типичных видов угроз согласно ГОСТ Р ИСО/МЭК 13335-3-2007 является неполным и неструктурированным. Необходимость более детальной классификации угроз информационной безопасности обусловлена тем, что архитектура современных средств автоматизированной обработки информации, организационное, структурное и функциональное построение информационно-вычислительных систем и сетей, технологии и условия автоматизированной обработки информации такие, что накапливаемая, хранящаяся и обрабатываемая информация подвержена случайным влияниям чрезвычайно большого числа факторов, в силу чего становится невозможным формализовать задачу описания полного множества уг-

роз. Как следствие, для защищаемой системы определяют не полный перечень угроз, а перечень классов угроз.

Классификация возможных угроз информационной безопасности может быть проведена по базовым признакам.

Четко выбранный классификатор позволяет реализовать полученные сведения по угрозам в виде нескольких цепочек вида, показанного на схеме ниже, причем новым в этом способе моделирования угроз является включение в модель угроз модели нарушителя и инфраструктурных уровней. Это позволяет выделить группы угроз безопасности, составляющие базис независимых угроз.

Выполняя моделирование угроз безопасности, можно отталкиваться от принципов порождения угроз из элементов перечня типовых угроз (например, приведенного в ГОСТ Р ИСО/МЭК 13335-3 «Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности»), считая таковыми все приведенные в стандартах и нормативных документах. Порождение конкретных угроз выполняется с помощью уточняющих признаков по группам факторов, воздействующих на объекты информатизации (ГОСТ Р 51275-2006 «Защита информации».

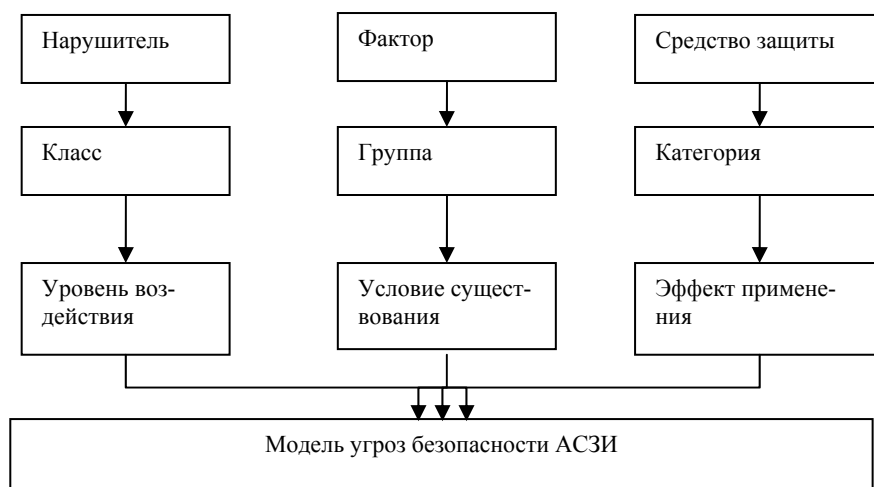


Схема агрегирования сведений в базе данных угроз

* Работа выполняется в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы».

Объект информатизации. Факторы, воздействующие на информацию. Общие положения»). Также могут быть использованы категории нарушителей или иной способ разделения нарушителей на группы согласно выбранной модели, категорий средств защиты информации.

При моделировании угроз безопасности могут быть задействованы и способы анализа риска, такие как выбор актуальных угроз. При этом выбранный способ должен базироваться на трех критериях (ГОСТ Р ИСО/МЭК 13335-3 «Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Часть 3. Методы менеджмента безопасности информационных технологий»): вероятность возникновения угроз, потери от реализации угроз, время восстановления системы.

Учитывается, что деструктивное воздействие может привести:

- к нарушению конфиденциальности информации (копированию или несанкционированному распространению), при реализации угроз не осуществляется непосредственного воздействия на содержание информации;
- к несанкционированному, в том числе случайному, воздействию на содержание информации, в результате которого осуществляется изменение информации или уничтожение;
- к несанкционированному, в том числе случайному, воздействию на программные или программно-аппаратные элементы ИС, в результате которого осуществляется блокирование информации;
- к потере подотчетности пользователей системы или субъектов, действующих от имени пользователя;

оценить потери подотчетности особенно важно в распределенных системах;

- к потере аутентичности данных;
- к потере достоверности систем.

Рассмотрев возможный ущерб от потери конфиденциальности, целостности, доступности, подотчетности, аутентичности, доступности, необходимо принять решение о том, будет ли общий ущерб от каждого вида проблем серьезным или незначительным. Ущерб от потери каждого вида проблем может значительно колебаться для разных периодов времени.

Возникновение угрозы способно привести систему в незащищенное состояние. Ценность системы может быть определена экспертным путем на основании возможных последствий ее незащищенного состояния по стандарту BSI Standard 100-2. Grundschrift Methodology. Сочетанием вероятности возникновения и оценки воздействия угрозы рассчитывается мера риска, позволяющая сравнить угрозы и выстроить по приоритетности.

С применением приведенной методики формирования угроз могут быть решены задачи разработки частных моделей угроз безопасности информации в конкретных системах с учетом их назначения, условий и особенностей функционирования. Целью такого моделирования является контроль уровня защищенности ИС методами анализа риска и разработка эффективной системы защиты информации, обеспечивающей нейтрализацию предполагаемых угроз соответствующими защитными мерами.

© Бондарь И. В., Кузнецов М. А.,
Паклина А. А., 2012

УДК 669.713.7

А. В. Вашкевич

Научный руководитель – В. А. Чалкин

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

НАХОЖДЕНИЕ НЕЛИНЕЙНОСТИ БУЛЕВОЙ ФУНКЦИИ С ПОМОЩЬЮ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ УОЛША

Рассматривается основная информация об аффинных функциях, метод подсчета нелинейности стандартным способом, метод вычисления нелинейности с помощью быстрого преобразования Уолша.

Линейной называется булева функция аналитического вида

$$f(x_0, x_1, \dots, x_{n-1}) = \\ = a_0 x_0 \oplus a_1 x_1 \oplus \dots \oplus a_{n-1} x_{n-1} = \sum_{i=0}^{n-1} a_i x_i,$$

где $a_0, a_1, \dots, a_{n-1} \in \{0, 1\}$ – произвольные значения 0 или 1. Множество всех линейных функций от n переменных обозначим L_n .

Нелинейностью булевой функции называется минимальное расстояние от этой функции до множества аффинных функций: $nl(f) = \min_{g \in L_n} d(f, g)$. Она показывает, насколько хорошо функция аппроксимируется линейными приближениями, другими словами,

насколько хорошо можно подобрать такую линейную функцию, которая с большой вероятностью (при большом количестве различных значений входных переменных) будет давать то же значение, что и данная функция.

Нелинейность битового блока замен (представляющего себя набор из m булевых функций, каждая из которых задает зависимость определенного бита на выходе блока от значений бит на входе) – есть важнейшая его характеристика с точки зрения криптоустойчивости блока: она показывает степень устойчивости внутренней структуры блока к линейному методу криптоанализа.

Автором предложен метод вычисления нелинейности булевой функции, основанный на быстром пре-

образовании Уолша. Разработанный алгоритм программно реализован и может применяться для исследования криптостойкости алгоритмов блочного шифрования.

Библиографические ссылки

1. Чалкин Т. А. О перспективах исследований шифрования по алгоритму ГОСТ 28147-89 с использованием подхода, основанного на теории булевых функций // Актуальные проблемы безопасности ин-

формационных технологий : матер. IV Междунар. науч.-практич. конференции / под общей ред. О. Н. Жданова, В. В. Золотарева; СибГАУ. Красноярск, 2011. С. 17–19.

2. Mister S., Adams C. Practical S-box design // Proc. Workshop in selected areas of cryptography. SAC'96. 1996. 17 p.

© Вашкевич А. В., 2012

УДК 004.056

А. И. Верхорубов

Научный руководитель – В. Г. Жуков

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

О ПРОБЛЕМЕ АНАЛИЗА ИНТЕГРИРОВАННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ

Рассматривается применение самоорганизующихся карт Кохонена в задаче кластерного анализа интегрированных результатов работы средств защиты информации.

Инцидент информационной безопасности – событие, являющееся следствием одного или нескольких нежелательных или неожиданных событий информационной безопасности (ИБ), имеющих значительную вероятность компрометации бизнес-операции и создания угрозы ИБ.

Под событием ИБ понимается идентифицированное появление определенного состояния системы, сервиса или сети, указывающего на возможное нарушение политики ИБ или отказ защитных мер, или возникновение неизвестной ранее ситуации, которая может иметь отношение к безопасности [1].

Небезопасные события, происходящие внутри автоматизированной системы фиксируются сразу несколькими средствами защиты информации (СЗИ): антивирусные программы; средства защиты от несанкционированного доступа (НСД); межсетевые экраны; модули создания виртуальных частных сетей (VPN); средства обнаружения/предотвращения вторжений (IDS/IPS); различные средства обеспечения целостности и конфиденциальности информации; модули идентификации и аутентификации; средства комплексного обеспечения безопасности.

Различные инциденты информационной безопасности, зафиксированные средствами защиты, фиксируются в журналах безопасности, специальных для каждого средства защиты: журналы регистрации событий операционных систем серверов и рабочих станций; журналы регистрации событий приложений (например, веб-серверов, серверов баз данных); журналы регистрации событий средств безопасности (например, антивирусных программ, средств контроля изменений, систем выявления/предотвращения вторжений); журналы регистрации событий внешнего прокси-сервера; журналы регистрации событий приложений конечного пользователя.

При этом возникает проблема децентрализованности, так как каждое СЗИ хранит данные в своей сис-

теме. Также существует проблема анализа самих инцидентов, ввиду того, что каждое средство защиты использует свой формат для хранения полученных данных, а также из-за очень большого количества информации в самих журналах.

Если проблему децентрализованности можно решить, перенаправив файлы на отдельный сервер, то проведение анализа интегрированных результатов работы СЗИ все равно остается трудным процессом из-за сложности инфраструктуры и большого количества инцидентов, и требует применение дополнительных инструментов анализа. Соответственно возникает проблема, при помощи какого инструмента анализа не просто учитывать сам факт возникновения инцидента, но и понять суть проблемы. Организовать многомерные наблюдаемые данные в наглядные структуры возможно с помощью методов кластерного анализа.

Под кластерным анализом понимается задача разбиения исходных данных на поддающиеся интерпретации группы, таким образом, чтобы элементы, входящие в одну группу были максимально «схожи» (по какому-то заранее определенному критерию), а элементы из разных групп были максимально "отличными" друг от друга. При этом число групп может быть заранее неизвестно, также может не быть никакой информации о внутренней структуре этих групп.

Преимущества кластеризации при решении задачи анализа интегрированных результатов работы СЗИ следующие:

- уменьшение объема информации о зарегистрированных инцидентах ИБ. Фактически количество данных остается тем же, но наглядно и визуально объем уменьшается. Возможно представление многомерных результатов в формах меньшей размерности;
- решение задачи классификации инцидентов ИБ по разным параметрам. Возможна совместная классификация инцидентов, зарегистрированных различными СЗИ в разных форматах;

- возможность исследования самой природы возникновения инцидента ИБ, обнаружение скрытых закономерностей между инцидентами, зафиксированными различными СЗИ.

Для кластерного анализа многомерных данных об инцидентах информационной безопасности предлагается использовать самоорганизующиеся карты Кохонена – нейросетевой алгоритм, предполагающий обучение «без учителя». В нейросетевых алгоритмах, предполагающих обучение «с учителем», для нахождения соотношения между данными требуется, чтобы один или более выходов были точно заданы вместе с одним или более входами. Карта, напротив, отображает данные большей размерности на карте меньшей размерности, состоящей из решетки нейронов. Немаловажным свойством алгоритма самоорганизующихся карт Кохонена является то, что в нем все нейроны упорядочены в некоторую структуру (обычно двумерную сетку) [2].

У самоорганизующихся карт есть ряд областей применения, наиболее важная с практической точки зрения – анализ данных с целью поиска закономерностей и проведения кластеризации данных. Анализ данных с помощью самоорганизующихся карт основан на том, что они позволяют представить множество объектов, заданных в многомерном пространстве в виде двумерных карт, причем близко расположенным в многомерном пространстве объектам соответствуют близко расположенные точки на плоской карте. Соответственно если имеется множество из сотен или тысяч объектов, каждый из которых описывается как минимум несколькими свойствами, то проанализиро-

вать это множество на наличие закономерностей и аномалий весьма сложно. Поэтому можно провести обучение самоорганизующейся карты и получить на выходе достаточно наглядные двумерные карты.

Отличительные особенности применения самоорганизующихся карт Кохонена в области анализа результатов СЗИ:

- обучение нейросети происходит «без учителя» на основе только входных данных, т.е. для проведения анализа данных не нужно быть специалистом в области искусственного интеллекта;
- наглядное представление результатов в виде цветных двумерных карт, на которых схожие в исходном пространстве инциденты оказываются рядом.

Применение самоорганизующихся карт Кохонена позволит перейти к интеллектуальному анализу интегрированных результатов работы СЗИ и повысить их эффективность путем отражения найденных скрытых закономерностей в политики их работы, которые могут остаться без внимания при использовании только статистических методов

Библиографические ссылки

1. ISO/IEC TR 18044:2004 Information technology – Security techniques – Information security incident management (IDT).
2. Дебок Г., Кохонен Т. Анализ финансовых данных с помощью самоорганизующихся карт / пер. с англ. М. : Изд. дом «АЛПИНА», 2001. 317 с.

© Верхорунов А. И., 2012

УДК 338.45

А. Ю. Володин, Ю. А. Ильин, И. М. Петров, О. О. Титов
Научный руководитель – В. Г. Яценко
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОПК

Показано, что инновационный процесс в ОПК затруднен в силу повсеместного развития «институтов». Фактически субъекты инновационного развития ОПК используют весь инструментарий нецелевого использования институтов.

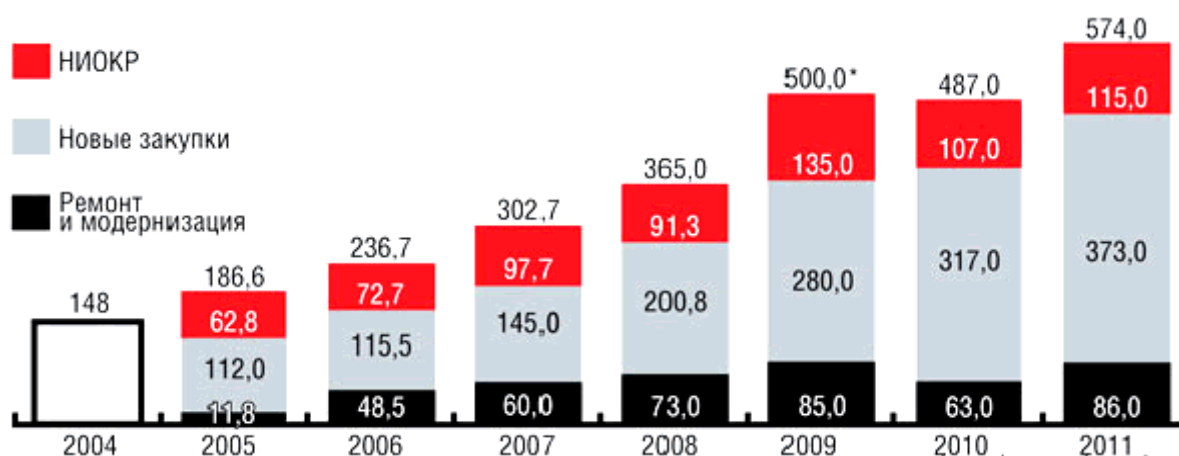
Структурная перестройка отечественной экономики предполагает модернизацию различных отраслей народного хозяйства, амортизированных на 50–70 %, с использованием современных достижений научно-технического прогресса. Для создания инновационной экономики необходимо затратить до 2020 года около ста триллионов рублей [1]. Оборонно-промышленный комплекс (ОПК), как источник новых технологий, характеризуется в последние годы резко возрастающими объемами государственного оборонного заказа (ГОЗ). В настоящее время разрабатываются Государственные программы вооружений и развития ОПК на 2012–2020 годы, которые предусматривают ассигнования на приобретение оружия и военной техники для Вооруженных сил России в размере около 22 трлн руб.

Для чего будут пересмотрены планы научных и

конструкторских работ по созданию новых образцов вооружения. По данным Министерства обороны РФ, в российских Вооруженных силах новые вооружения составляют не более 10 %.

Однако даже с учетом значительного наращивания за последние годы расходов на научные исследования с учетом выделения значительных сумм на военные НИОКР, доля расходов России на оборонные НИОКР – 0,6 % ВВП [2].

По мнению директора Института США и Канады РАН С. М. Рогова, у ведущих стран Запада расходы на НИОКР составляют 2–3 % ВВП, в том числе у США – 2,7 %, а у таких стран, как Япония, Швеция, Израиль, достигают 3,5–4,5 % ВВП. Высокими темпами наращивает расходы на НИОКР Китай (1,7 % ВВП). Ожидается, что в следующем десятилетии КНР



Объем и структура Государственного оборонного заказа России, млрд руб. [4].

догонит США по объему расходов на науку. Быстро растут расходы на НИОКР и в Индии. К 2012 году они достигнут 2 % ВВП. Европейский союз поставил задачу увеличить расходы на НИОКР до 3 % ВВП.

Финансирование потребностей Вооруженных Сил РФ осуществляется в рамках института долгосрочного финансового планирования – Государственной программы вооружений (ГПВ). В 2006 году была принята очередная ГПВ на период с 2006 по 2015 год с финансированием 4,939 млрд руб. Эта программа предусматривала разработку новых образцов ВВСТ практически по всей номенклатуре к концу 2010 – началу 2011 г. И планировалось с 2011–2012 гг. начать переоснащение ими Вооруженных сил.

По результатам выполнения программных мероприятий завершена разработка и начаты закупки ряда современных образцов вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ), в частности, таких как ракетный комплекс стратегического назначения «Ярс», атомных подводных лодок стратегического назначения типа «Юрий Долгорукий», самолетов Су-34, зенитных ракетных систем С-400, ракетных комплексов «Искандер-М». Выполнялись мероприятия по поддержанию в исправном состоянии существующего парка ВВСТ за счёт проведения ремонта и модернизации.

Однако серьезные провалы при реализации оборонных НИОКР в рамках третьей ГПВ вынужден констатировать даже официальный орган Министерства обороны РФ: «Вместе с тем фактические объёмы финансирования в этот период были ниже плановых в основном в связи с экономическим кризисом. В этих условиях ситуацию с обеспеченностью войск техникой в рамках ГПВ-2015 переломить не удалось. Проблемные вопросы реализации ГПВ-2015 были учтены при формировании проекта следующей государственной программы вооружения на 2011-2020 годы» [3]. В целом, объем и структура ГОЗа по направлениям затрат за последние годы представлена на рисунке.

Библиографические ссылки

1. Национальный исследовательский университет, «Высшая школа экономики», Л.М. Гохберг, 2011.
2. Мясников В. Модернизация ОПК остается несбыточной мечтой // Независимое военное обозрение. 01.10.2010.
3. Красная Звезда, 30.12.2010.
4. Государственный оборонный заказ России // Военно-промышленный курьер. № 49 (365). 19.12.2010.

© Володин А. Ю., Ильин Ю. А.,
Петров И. М., Титов О. О., 2012

УДК 004.056

Б. В. Волошин

Научный руководитель – В. Г. Жуков

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

ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОАГЕНТНЫХ СИСТЕМ В ЗАДАЧЕ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ИНЦИДЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Описывается возможность применения многоагентных систем для решения задач информационной безопасности автоматизированных систем. Показана классификация многоагентных систем и отдельных агентов. Также рассматриваются их преимущества и недостатки.

В современном мире в качестве объектов информатизации все чаще используют сложные распределенные информационные системы. Многоагентные системы (МАС) – одно из направлений информаци-

онных технологий. Разработка архитектуры системы, исследование свойств агентов и взаимодействия между ними представляет собой наиболее важные области развития теории многоагентных систем.

Считается, что один агент владеет всего лишь частичным представлением о глобальной проблеме, а значит, он может решить лишь некоторую часть общей задачи. В многоагентных системах весь спектр задач по определенным правилам распределяется между всеми агентами, каждый из которых считается членом организации или группы. Распределение заданий означает присвоение каждому агенту некоторой роли, сложность которой определяется исходя из возможностей агента.

В данной работе рассматривается проблема обеспечения информационной безопасности автоматизированных систем. В частности, обнаружение инцидентов информационной безопасности.

На сегодняшний день существует достаточно большое количество формальных определений многоагентной системы. Например, в [1] приводится следующее определение:

$$MAC = (A, E, R, ORG, ACT, COM, EV),$$

где A – множество агентов, способных функционировать в некоторых средах E , находящихся в определенных отношениях R и взаимодействующих друг с другом, юформируя некоторую организацию ORG , обладающих набором индивидуальных и совместных действий ACT (стратегий поведения и поступков), включая возможные коммуникативные действия COM , и характеризуется возможностями эволюции EV .

Характер среды накладывает существенные требования на архитектуру агента, выявление особенностей коммуникации агентов позволяет разработать исходную структуру многоагентной системы. Отсюда видно, что ключевыми атрибутами любых агентов являются реактивность (восприятие среды), активность (выполнение целенаправленных действий), коммунибельность (общение с другими агентами).

Многоагентные системы используются в задачах обеспечения информационной безопасности. Исследования в данной области имеют не только теоретический, но и практический характер. В частности, данные системы нашли свое применение:

- в системах фильтрации электронной корреспонденции;
- системах антивирусной защиты;
- системах обнаружения атак и предотвращения вторжений;
- системах поддержки принятия решений при защите данных и управлении ИБ.

Традиционно выделяется два основных класса многоуровневых архитектур: горизонтально организованная архитектура и вертикально организованная архитектура. В горизонтально организованной архитектуре, все уровни агента связаны с уровнем восприятия и действий (иными словами, все уровни могут общаться между собой). В вертикально организованной архитектуре проблема управления взаимодействием уровней не является столь сложной, поскольку выходная информация каждого из уровней всегда имеет точный адресат. В вертикально организованных архитектурах распределение функциональных модулей по уровням обычно выполняется по одному из следующих двух принципов. По первому принципу, различные уровни агента соответствуют различным уровням абстракции для одного и того же набора

функциональных характеристик. Согласно другому принципу, каждый уровень отвечает некоторому функциональному свойству или их набору.

По степени развития внутреннего представления внешнего мира выделяют когнитивные и реактивные агенты. Когнитивные агенты обладают более богатым представлением внешней среды, чем реактивные. Это достигается за счет наличия у них базы знаний и механизма решения. Реактивные агенты, имеющие довольно бедное внутреннее представление внешней среды (или не имеющие его вовсе), обладают очень ограниченным диапазоном предвидения. Реактивные агенты содержат как бы скомпилированные знания о требуемых действиях: им не надо строить подробное внутреннее представление внешней среды, поскольку вполне достаточными оказываются реакции на набор предъявляемых ситуаций, т.е. характер реакции определяется только текущей информацией. Реактивные агенты представляют интерес не на индивидуальном, а на коллективном уровне, причем их способности к адаптации и развитию возникают в результате локальных взаимодействий.

Многоагентные системы можно классифицировать следующим образом:

- 1) по числу агентов в системе: содержащие одного агента или содержащие много агентов;
- 2) по способу реализации системы: программные, аппаратные и программно-аппаратные;
- 3) по способу решения поставленной системе задачи: закрытые и открытые;
- 4) по времени жизни агентов: статические и динамические;
- 5) по способу организации: иерархические, сетевые и самоорганизующиеся (синергетические);
- 6) по характеру распределения задач: функционально-распределенные, пространственно-распределенные и функционально и пространственно-распределенные;
- 7) по принципу эволюции: эволюционирующие и детерминированные;
- 8) по местоположению агентов: мобильные и закрепленные (постоянной дислокации);
- 9) по однородности агентов: однородные (гомогенные) и разнородные (гетерогенные);
- 10) по степени централизованности: централизованные и децентрализованные.

Для построения системы обнаружения инцидентов ИБ предлагается многоагентная система имеющая следующую конфигурацию: программная, открытая, статическая, иерархическая, функционально-распределенная, детерминированная, закрепленная, гетерогенная, централизованная.

В качестве верхнего звена системы предлагается использовать OSSIM (Open Source Security Information Management). В качестве нижних звеньев: Atpwatch, P0f, pads, Nessus/OpenVAS, Ntop, Snort, tcptrack, tcpdump, Nmap, Spade, Nagios, Osiris, OCSInventory-NG, OSSEC, RRDTool.

Библиографическая ссылка

1. Wooldridge M.J. *An Introduction to Multiagent Systems*. Wiley, 1996.

© Волошин Б. В., 2012

УДК 681.322.067

С. С. Гановичева
Научный руководитель – О. А. Антамошкин
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МЕТОДЫ И СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАЩИТЫ СИСТЕМ КОРПОРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Рассматриваются методы и средства защиты информации и информационных систем от несанкционированного доступа злоумышленников. Приведены наиболее часто используемые методы такие как: законодательные, технические, программные и административные.

В последнее время вырос интерес к вопросам защиты информации. Это связывают с тем, что стали более широко использоваться вычислительные сети, что приводит к тому, что появляются большие возможности для несанкционированного доступа к передаваемой информации.

Основными объектами защиты информации являются [1]:

- информационные ресурсы, содержащие сведения, отнесенные к государственной тайне, и конфиденциальную информацию;

- средства и системы информатизации, программные средства, автоматизированные системы управления, системы связи и передачи данных, технические средства приема, передачи и обработки информации ограниченного доступа, их информативные физические поля;

- технические средства и системы, не относящиеся к средствам и системам информатизации, но размещенные в помещениях, в которых обрабатывается секретная и конфиденциальная информация.

В настоящее время используются различные способы защиты информации и систем корпоративного управления, среди них можно выделить самые основные [2; 3]:

- законодательные
- управление доступом (административные)
- технические
- программные.

Законодательные методы определяют кто и в какой форме должен иметь доступ к защищаемой информации, и устанавливают ответственность за нарушения установленного порядка. В современном мире существуют законы о защите государственной тайны, авторских прав, положения о праве на тайну личной переписки и многие другие. Однако законодательные методы не способны гарантировать выполнение установленных правил, они лишь декларируют эти правила вместе с мерой ответственности за их нарушение.

Административные методы заключаются в определении процедур доступа к защищаемой информации и строгом их выполнении. Контроль над соблюдением установленного порядка возлагается на специально обученный персонал. Современные административные методы защиты информации весьма разнообразны. На любом этапе известно лицо, несущее ответственность за целостность и секретность охраняемого документа. Такие процедуры доступа к информации существуют и в различных организациях,

где они определяются корпоративной политикой безопасности [4]. Административные методы защиты зачастую совмещаются с законодательными и могут устанавливать ответственность за попытки нарушения установленных процедур доступа.

Технические методы защиты информации в отличие от законодательных и административных, призваны максимально избавиться от человеческого фактора. В случае применения технических средств защиты перед потенциальным противником ставится некоторая техническая (математическая, физическая) задача, которую ему необходимо решить для получения доступа к информации. Вместе с техническими методами защиты разрабатываются и методы обхода (взлома) защиты. Применительно к информационной безопасности, технические методы защиты призваны обеспечить решение таких задач, которые имеют математическое обоснование стойкости к взлому, и те, которые такого обоснования не имеют. Методы, не имеющие математического обоснования стойкости, рассматривают как «черный ящик» – некоторое устройство, которому на вход подаются данные, а на выходе снимается результат. Особенность методов защиты информации, имеющих математическое обоснование стойкости, заключается в том, что их надежность оценивается, исходя из предположения открытости внутренней структуры.

Программные методы защиты данных. В крупных локальных сетях не так уж редки случаи заражения отдельных компьютеров или целой группы компьютеров различными вирусами. Наиболее распространенными методами защиты от вирусов по сей день остаются всевозможные антивирусные программы.

Однако все чаще и чаще защита с помощью антивирусных программ становится недостаточно эффективной. В связи с этим, распространение получают программно-аппаратные методы защиты. На сегодняшний день уже существует достаточное количество устройств, «умеющих» защищаться от вирусов. Преимущества такой технологии очевидны: во-первых, при сканировании не тратятся ресурсы процессора, так как он практически не включен в эту работу, и, во-вторых, вся проверка идет автоматически, без участия пользователя. Система просто не пустит вирусы на компьютер.

Проблема защиты данных предусматривает в себе такой важный раздел, как защита от несанкционированного доступа. Поэтому система контроля доступа к информации усложнилась, и появились устройства

контроля индивидуальных параметров человека, например, отпечатки пальцев, рисунки радужной оболочки глаз и т. п. Естественно, стоимость такой аппаратуры достаточно велика. Стоит отметить, что область средств защиты информации постоянно развивается, и поэтому, как и в мире компьютеров, стоимость устройств постоянно уменьшается из-за появления новых, все более совершенных разработок.

Потеря от каждого электронного преступления оценивается специалистами от 100–400 тыс. до 1,5 млн дол.

На основе анализа сделан вывод: применять только один из рассмотренных методов защиты в современном информационном обществе стало не эффективным. Чтобы обеспечить качественную защиту систем корпоративного управления и информации, хранящейся в них, необходимо использовать все методы в совокупности.

Библиографические ссылки

1. Алферов А. П., Зубов А. Ю., Кузьмин А. С., Черемушкин А. В. Основы криптографии. М. : Гелиос АРБ, 2002. 480 с.
2. Зайцев А. П., Шелупанов А. А., Мещеряков Р. В. Технические средства и методы защиты информации : учебник для вузов / под ред. А. П. Зайцева и А. А. Шелупанова. М. : Машиностроение, 2009. 508 с.
3. Титоренко Г. А. Информационные технологии управления. М. : Юнити, 2002.
4. Мельников Ю. Н., Иванов Д. Ю. Многоуровневая безопасность в корпоративных сетях. Международный форум информатизации – 2000 : докл. Междунар. конф. 17–19 октября 2000 г. В 3-х т. Т. 2. М. : Станкин, 2000. 245 с.

© Гановичева С. С., 2012

УДК 669.713.7

А. С. Климина

Научный руководитель – О. Н. Жданов

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

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ АЛГОРИТМА ПОЛЛАРДА

Современный этап развития информационных технологий характеризуется все большим распространением алгоритмов шифрования с открытым ключом. В связи с этим является важной трудная задача 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 $D = (ak - 1, n)$ 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].

Вопрос оптимального выбора параметра k не исследован до настоящего времени с нужной полнотой. Авторами были проанализированы два метода выбора параметра k . Поясним их реализацию в программе.

1) перебор различных степеней простых чисел.

Задается массив простых чисел и максимальная степень, которая будет использована. Работа программы может идти в двух направлениях: от меньшего k к большему и от большего к меньшему.

Пример: Допустим будут использованы первые 5 простых чисел: 2, 3, 5, 7, 11, а максимальная степень каждого 4. Тогда в первом случае k будет принимать значения 20305070111, 20305070112, 20305070113, ..., 24345474114, а во втором – наоборот: 24345474114, 24345474113, ..., 20305070111. Таким образом, достигается перебор всех возможных комбинаций простых чисел в разных степенях.

2) k – наименьшее общее кратное нескольких чисел.

Задается интервал чисел, для которых будет вычисляться НОК.

Пример: Пусть k представляет собой наименьшее общее кратное всех чисел в диапазоне от 6 до 10. Вычисление наименьшего общего кратного нескольких чисел сведено к нескольким последовательным вычислениям

НОК от двух чисел:

$$\begin{aligned} \text{НОК}(6, 7, 8, 9, 10) &= \\ &= \text{НОК}(\text{НОК}(\text{НОК}(\text{НОК}(6, 7), 8), 9), 10) = \\ &= \text{НОК}(\text{НОК}(\text{НОК}(42, 8), 9), 10) = \\ &= \text{НОК}(\text{НОК}(168, 9), 10) = \text{НОК}(504, 10) = 2520 = \\ &= 23325171. \end{aligned}$$

В ходе анализа результата работы программы выяснилось, что большая часть времени уходит на попытки разложить простые числа. Так, например, при работе программы с диапазоном чисел от 100000 до 100500 общее время работы программы составило 3446 секунд, из них 88 секунд было потрачено на удачное нахождение делителей, остальное время было потрачено на 44 числа, из которых 40 оказались простыми. В среднем на каждое простое число было потрачено 80 секунд.

Поэтому было принято решение перед попыткой факторизации проводить тест на простоту, используя алгоритм Рабина-Миллера [2]. Это увеличило время

обработки каждого числа, но существенно уменьшило время работы программы в целом.

В результате проведенной работы была создана программа и получена статистика использования различных подходов к выбору параметра k . Получена статистика и сделан вывод о предпочтительности метода выбора k .

В дальнейшем планируется изучение влияния параметра a на работу алгоритма Полларда, а так же реализация алгоритма Ленстры и сравнение эффек-

тивности работы этих двух алгоритмов на числах различной разрядности.

Библиографические ссылки

1. Маховенко Е. Б. Теоретико-числовые алгоритмы в криптографии. М. : Гелиос АРВ, 2006. 319 с.
2. Коутинхо С. Введение в теорию чисел. Алгоритм RSA. М. : Постмаркет, 2001. 328 с.

© Климина А. С., 2012

УДК 004.056

Н. А. Коромыслов

Научный руководитель – М. Н. Жукова

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

О ВОЗМОЖНОСТИ ЭКОНОМИИ РЕСУРСОПОТРЕБЛЕНИЯ ИСКУССТВЕННОЙ ИММУННОЙ СИСТЕМОЙ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ КЛАССИФИКАЦИИ

Рассматривается проблема ресурсопотребления искусственной иммунной системы и возможность ее решения за счет применения аппарата нечеткой логики.

Одним из актуальных и перспективных для разработки алгоритмического обеспечения поведенческих методов, способных обнаруживать инциденты информационной безопасности в рамках автоматизированных систем, являются методы, основанные на принципах работы иммунной системы, так как сам принцип работы иммунной системы и свойства, которыми она характеризуется, максимально ориентированы на решение задачи обнаружения инцидентов информационной безопасности.

К сожалению, в настоящее время существует лишь небольшое число вычислительных моделей, основанных на принципах работы иммунной системы. По-видимому, это связано с сохраняющейся неопределенностью основных положений, предложенных для ее описания.

Одним из наиболее часто применяемых алгоритмов, основанных на принципах функционирования иммунной системы человека является алгоритм отрицательного отбора для обнаружения изменений, 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 g следующих друг за другом позициях, где g – некоторый целочисленный параметр.

– Проверим S на предмет изменений путем не-

прерывного 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].

В ходе исследования алгоритма было обнаружено, что при малых значениях частичного соответствия алгоритм хорошо обнаруживает изменения. Однако в этом случае существует проблема генерации детекторов: сложно создать детекторы, которые не будут отбракованы. Это означает, что при использовании малых значений частичного соответствия алгоритм становится времязатратным, что недопустимо в системах, где регулярно следует обновлять детекторы в соответствии с легальными изменениями входных параметров.

С другой стороны при большом размере частичного соответствия алгоритм не может эффективно отследить изменения даже если строки поменяются полностью. Для эффективного применения алгоритма отрицательного отбора следует использовать число детекторов, существенно превышающее число контролируемых строк. Однако подобная ресурсоемкость не оправдана, так как потребует большего места для хранения детекторов, чем отводится под хранение контролируемых данных.

Алгоритм отрицательного отбора в том виде, в котором проводились исследования, использовать в системах защиты информации нельзя. Необходимо дополнить алгоритм таким образом, чтобы уменьшить его ресурсоемкость.

Решение проблемы можно искать в применении нечеткой логики. Как на этапе генерации детекторов, так и на этапе проверки соответствия можно дополнительно проверять насколько сильно отличается детектор. Настраиваемый параметр будет указывать на то, в каких пределах детекторы будут считаться схожими. В зависимости от свободных (или доступных)

ресурсов система настраивается таким образом, чтобы два детектора (или детектор и данные о системе) считались схожими при различных отличиях. Если система обладает малыми ресурсами, то довольно большое число детекторов будет признаваться "близкими" друг к другу и отбрасываться на этапе генерации. Это позволит уменьшить число детекторов. Чем больше детекторов имеется возможность сгенерировать, тем меньшие отличия признаются серьезными. Таким образом, система становится гибкой и настраиваемой в зависимости от доступных ресурсов [2].

Исследование модифицированного алгоритма и сравнение результатов показало, что применение принципов нечеткой логики способно увеличить число обнаруженных изменений на порядок. Однако, чем большие отличия считать несущественным, тем больше будет ложных срабатываний. Приемлемый уровень ложных срабатываний определяется пользователем системы, так как алгоритмы такого типа обычно применяются в системах превентивной защиты, которые применяются в качестве дополнительных методов защиты для систем, построенных на базе, как правило, сигнатурных алгоритмах обнаружения уже известных угроз с целью повышения уровня защищенности автоматизированных систем в целом. Поэтому необходимо находить разумный компромисс между экономией ресурсов и точностью обнаружения. В данном случае нечеткая логика применяется для того, чтобы система становилась настраиваемой в

зависимости от доступных ресурсов (например, объем используемой оперативной памяти), т.е. более адаптивной [3].

Применение аппарата нечеткой логики позволит задавать параметр, в пределах которого изменения можно считать не существенными. Также возможно различать изменения в сторону увеличения или уменьшения, что позволит адаптировать систему, основанную на алгоритме отрицательного отбора к различным условиям функционирования.

Библиографические ссылки

1. Forrest S., Perelson A.S., Allen L., Cherukuri R. *Self-nonself 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 // Решетневские чтения : сб. тр. XV Междунар. науч. конф. Красноярск, 2011.
3. Жуков В. Г., Жукова М. Н., Коромыслов Н. А. Применение нечетких искусственных иммунных систем в задаче построения адаптивных самообучающихся средств защиты информации // Вестник СибГАУ. Вып. 1(41). Красноярск, 2012.

© Коромыслов Н. А., 2012

УДК 004.932

В. Л. Куржос

Научный руководитель – О. Н. Жданов

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

РЕСУРСОЕМКОСТЬ ГЕНЕРАЦИИ КЛЮЧЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ЦИФРОВОЙ ПОДПИСИ

Рассмотрены проблемы уменьшения времени, затрачиваемого на генерацию ключей электронной цифровой подписи согласно стандарту РФ ГОСТ Р 34.10-2001. Предложены пути решения проблемы использованием многопроцессорной архитектуры, многоядерного процессора или процессоров современных видеокарт.

В связи с вступлением в силу Федерального закона Российской Федерации от 6 апреля 2011 г. № 63-ФЗ «Об электронной подписи» и увеличением объемов электронного документооборота все большую актуальность принимают электронные цифровые подписи. На территории Российской Федерации для подписания электронных документов разрешено использовать только ЭЦП, алгоритм формирования которой основан на стандарте ГОСТ Р 34.10-94 или ГОСТ Р 34.10-2001, поэтому криптопровайдеры реализуют эти стандарты. В данной работе рассматривается стандарт ГОСТ Р 34.10-2001 [1].

Главной проблемой использования стандарта является генерация закрытого ключа ЭЦП. Для формирования ключа используется точка эллиптической кривой над конечным полем по модулю простого числа p . Затруднением в генерации является тестирование на простоту числа p . Есть ряд тестов (тест Ферма, тест Миллера-Рабина, тест Соловея-Штрассена и

т. д.), которые позволяют определить простоту числа, но все они требуют большого времени на выполнение данной проверки. Нужно комбинировать данные тесты, для того чтобы точно удостовериться в простоте числа. Можно, конечно, использовать уже найденные простые числа, но со временем злоумышленники смогут найти способ взлома ЭЦП по характеристикам и свойствам этих чисел.

Для ускорения выполнения каких-либо сложных однообразных вычислений используют метод распараллеливания процесса. Сложностью данного метода является то, что необходимо пересмотреть алгоритм, подготовленный для последовательного вычисления в ракурсе параллельного вычисления. Это достигается тем, что циклические блоки алгоритма преобразуются в параллельные вычисления. Также сложность вызывает блокирование одновременного доступа процессоров к общим данным и переменным окружения, где они выполняются. Ускорение выполнения алгоритма

будет прямо пропорционально зависеть от количества процессоров в многопроцессорной архитектуре, но оно не будет увеличиваться по принципу, сколько процессоров во столько раз и быстрее. По расчетам, проведенным в работе, ускорение выполнения будет увеличиваться на 2/3 при добавлении 1 процессора в систему. Если же использовать процессоры современных видеокарт, производители которых широко афишируют их высокую производительность, то можно добиться более высоких результатов в плане

ускорения времени выполнения тестов, при этом освобождается от нагрузки центральный процессор.

Библиографические ссылки

1. ГОСТ Р 34.10-2001 «Информационная технология. Криптографическая защита информации. Процессы формирования и проверки электронной цифровой подписи».

© Куржос В. Л., 2012

УДК 004.94

Р. В. Лебедев

Научный руководитель – А. В. Мурыгин
ОАО «Информационные спутниковые системы»
имени академика М. Ф. Решетнева, Железногорск

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОЦЕНОК УЯЗВИМОСТЕЙ ОБЪЕКТОВ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Приведены некоторые результаты исследования оценок единичных уязвимостей объектов информационных систем, построенных по методике CVSS.

Сложившийся на сегодняшний день в России подход к пониманию проблем безопасности информационных систем (ИС) базируется по большей части на идеологии экспертных оценок. Такой подход полезен в решении отдельных задач безопасности, но не может обеспечить руководство предприятия «объемным» представлением о защищенности информационных активов задать платформу для формирования стратегии создания безопасной информационной среды. Основой создания системы управления информационной безопасностью предприятия является, прежде всего, единая система оценок информационных рисков.

В рамках настоящего исследования была изучена система оценок атомарных уязвимостей компонент вычислительных сетей, широко практикуемая за рубежом. Система носит название CVSS (Common Vulnerability Scoring System – общая система оценки уязвимостей) [1]. Подход к оценке уязвимостей в рамках данной системы позволяет строить оценки в едином пространстве мер. Общие принципы построения оценок приведены ниже.

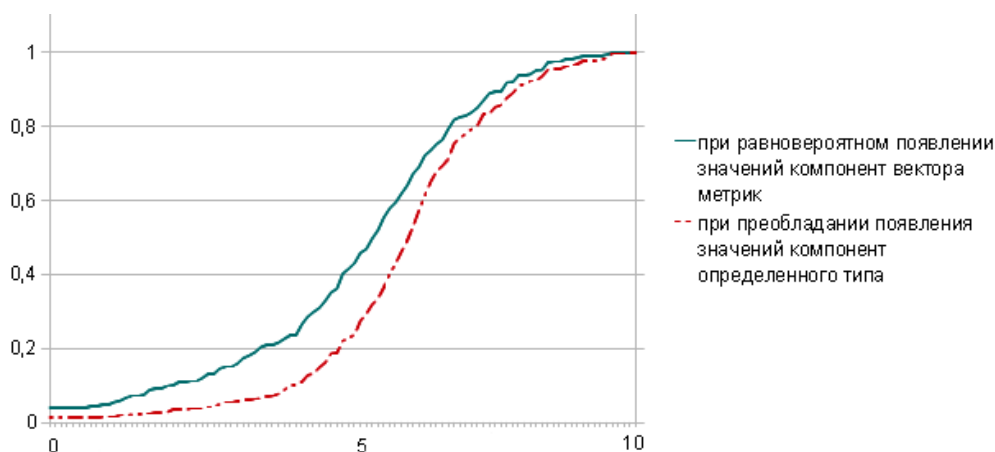
Всякому техническому ресурсу ИС ставится в соответствие абстрактный вектор – вектор метрик. Этот вектор состоит из шести компонент, каждая из которых характеризует определенный параметр безопасности (такие как контроль целостности, аутентификация, уровень контроля доступа и прочие). Компоненты вектора метрик принимают строго определенные номиналы значений, принятых в CVSS. Число возможных значений каждой компоненты также ограничено, оно соответствует низкому, среднему и высокому уровню уязвимости объекта. Поскольку каждая компонента вектора метрик может принимать одно из трех числовых (действительных) значений, то множество всех возможных векторов метрик имеет конечную мощность. Это значит, что в рамках CVSS уязвимость любого компонента информационной систе-

мы может быть представлена одним из 729 (три в шестой степени) значений.

Оценочная мера уязвимости строится на основе значений компонент вектора метрик. Диапазон ее значений ограничен интервалом чисел от 0 до 10 с одной значащей цифрой в дробной части. Следовательно, оценка уязвимости может принимать не больше 101 различных значений. На практике же общее число возможных оценок не превышает 81 значения. Таким образом, мы имеем множество векторов метрик, описывающих уязвимости компонентов ИС, инъективно отображающееся в множество числовых оценок. Значение оценки уязвимости в этом случае можно рассматривать как некоторую случайную величину. В свою очередь, при анализе уязвимостей конкретной информационной системы встречаемость векторов метрик с определенными значениями компонент также будет формировать некоторое неравномерное распределение.

Настоящее исследование направлено на изучение характеристик распределения значений оценок атомарных уязвимостей, а также влияние частоты встречаемости определенных значений компонент векторов метрик на изменение этих характеристик.

Модель множества уязвимостей объектов ИС построена на основе матрицы 6×3 – матрицы встречаемости – соотношений встречаемости значений компонент вектора метрик. Строки матрицы определяют компоненты вектора, а столбцы – их значения. Формирование матрицы встречаемости проводится подсчетом количества различных значений компонент векторов метрик, соответствующих объектам исследуемой информационной системы. Вероятность появления j -го значения i -й компоненты вектора определяется, таким образом, как отношение $a_{ij} / \sum_{k=1}^3 a_{ik}$. Выбор значения a_{ij} i -й компоненты в цикле формирования вектора метрик проводится на основе случай-



Влияние характера выборки компонент вектора метрик на распределение оценок уязвимостей.

ного элемента z кольца Z_n , где $n = \sum_{k=1}^3 a_{ik}$, j минимально в неравенстве $z \leq \sum_{k=1}^j a_{ik}$.

Моделирование проводилось при различных параметрах выбора компонент вектора метрик. Варьировались как степень изменения вероятностей при выборе значений компонент, так и наборы компонент, для которых эти изменения вводились. За эталон было взято распределение оценок, полученное путем прямого перебора всех значений векторов метрик (тривиальный случай равновероятного выбора компонент). Эксперименты показали, что изменение встречаемости для разных компонент вектора оказывает неодинаковое влияние на распределение значений оценок уязвимостей: значения одних компонент вызывают влияние преимущественно на изменение матожидания, других — в большей степени на величину дисперсии.

Контрольные выборки значений векторов проводились для двух случаев: равновероятного выбора компонент (в качестве базового) и при смещении вероятностей в сторону более низких показателей уяз-

вимости по характеристикам доступа к объекту. На рисунке приведены графики функций распределения для обоих случаев. Сравнение параметров распределений оценок позволяет сделать вывод, что выбранные показатели безопасности в векторе метрик в большей степени влияют на ширину разброса значений оценок, снижают ее, а значит, делают общий фон показателей защищенности объектов ИС более однородным. Эти данные могут быть применены как при моделировании поведения злоумышленника в рамках оценки общей уязвимости информационных активов, так при планировании развития ИС с учетом задачи оптимизации характеристик распределения оценок единичных уязвимостей.

Библиографические ссылки

1. Peter Mell. *A complete guide to the Common Vulnerability Scoring System Version 2.0* / Peter Mell, Karen Scarfone // NIST. 2007. Vol. 23.

© Лебедев Р. В., 2012

УДК 669.713.7

Т. Е. Медведева

Научный руководитель — В. А. Чалкин

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

ОЦЕНКА НЕЛИНЕЙНОСТИ КОМПОЗИЦИИ БУЛЕВЫХ ФУНКЦИЙ

Приведены результаты оценки нелинейности таблиц замен через нелинейности узлов замен, получено соотношение для вычисления нелинейности таблицы замен, сделаны выводы о значимости полученных результатов для линейного криптоанализа.

Любую операцию преобразования данных с помощью алгоритма шифрования можно рассматривать как набор булевых функций: любое преобразование $S_{m,n} : \{0,1\}^m \rightarrow \{0,1\}^n$, принимающее на входе m бит и дающее на выходе n бит можно представить в виде множества из n булевых функций от m переменных $S = \{f_1(x_1, \dots, x_m), \dots, f_n(x_1, \dots, x_m)\}$.

Количественными оценками устойчивости такого преобразования данных к линейному и дифференциальному методам криптоанализа могут служить показатели нелинейности и динамического расстояния [1]. Нелинейность преобразования $nl(S_{m,n})$ равна минимуму нелинейностей всех возможных нетривиальных линейных комбинаций функций $f_1, f_2, \dots, f_n$ [2]:

$$nl(S_{m,n}) = \min_{c \in \{0,1\}^m} nl(c_0 f_0 \oplus c_1 f_1 \oplus \dots \oplus c_n f_n), c \neq 0.$$

Суммой (композицией) двух преобразований $S_{m,n}^1$ и $S_{m,n}^2$ будет новое преобразование $S_{2m,2n}: \{0,1\}^{2m} \rightarrow \{0,1\}^{2n}$, принимающее на входе $2m$ бит, первые m из которых поступают на вход первого преобразования $S_{m,n}^1$, а вторые m бит – на вход преобразования $S_{m,n}^2$, и дающее на выходе $2n$ бит. В ходе оценки нелинейности такого преобразования было доказано следующее соотношение:

$$nl(S_{2m,2n}) = 2^m \times \min(nl(S_{m,n}^1), nl(S_{m,n}^2)).$$

Алгоритм блочного шифрования ГОСТ 28147-89 предусматривает использование в качестве элемента ключевой информации, помимо ключа шифрования, таблицы замен, которую можно представить как преобразование $S_{32,32}$, состоящей из восьми узлов $S_{4,4}$. Полученная формула позволяет нам сделать несколько важных выводов о нелинейности таблиц замен. Во-первых, чтобы оценить нелинейность таблицы замен, необходимо и достаточно вычислить нелинейности входящих в нее узлов. Во-вторых, нелинейность таб-

лицы замен определяется минимальной нелинейностью входящих в нее узлов. Например, если в таблице замен есть хотя бы 1 узел с нулевой нелинейностью, нелинейность таблицы замен, содержащей такой узел, тоже будет равна нулю.

Полученная формула дает нам возможность непосредственно вычислить нелинейность таблицы замен с минимальными временными затратами и использовать это значение при выборе таблиц замен как количественную оценку устойчивости к линейному криптоанализу.

Библиографические ссылки

1. Чалкин Т. А. О перспективах исследований шифрования по алгоритму ГОСТ 28147-89 с использованием подхода, основанного на теории булевых функций // Актуальные проблемы безопасности информационных технологий: матер. IV Междунар. науч.-практич. конференции / под общей ред. О. Н. Жданова, В. В. Золотарева ; СибГАУ. Красноярск, 2011. С. 17–19.
2. Mister S., Adams C. Practical S-box design // Proc. Workshop in selected areas of cryptography. SAC'96. 1996. 17 p.

© Медведева Т. Е., 2012

УДК 004.056

Р. В. Резнер

Научный руководитель – В. В. Золотарев
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЦЕНТРОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Во всем мире стремительно растут плотность и мощность оборудования в центрах обработки данных (ЦОД). Спрос на более совершенные центры данных является общемировой тенденцией. Компании, до последнего времени откладывавшие модернизацию инфраструктуры информационных технологий, вынуждены приступить к ее обновлению, дабы соответствовать требованиям новых технологий [1]. Поэтому при строительстве ЦОД необходимо обеспечить защиту информации обрабатываемой внутри.

Центр обработки данных – это специализированное здание для размещения (хостинга) серверного и коммуникационного оборудования и подключения абонентов к каналам сети Интернет.

Консолидация вычислительных ресурсов и средств хранения данных в ЦОД, позволяет сократить совокупную стоимость владения IT-инфраструктурой за счёт возможности эффективного использования технических средств, например, перераспределения нагрузок, а также за счёт сокращения расходов на администрирование.

Существуют две группы рисков, которые потенциально могут служить источником несоответствия ЦОД бизнесу и IT-потребностям пользователей:

1) риски простоев;

4) риски изменения бизнес и IT-потребностей (рост бизнеса, изменение требований к IT-инфраструктуре) [3].

Простой оборудования размещенного ЦОД вызывает нарушение одного из необходимых свойств информации – доступности.

В настоящее время проектировщики руководствуются американским стандартом EIA/TIA-942. Данный стандарт предполагает 4 уровня отказоустойчивости, разрабатываемых ЦОД.

Первый уровень (Tier 1) – дата-центр базового уровня без резервирования (избыточности). Имеет один путь для распределения электропитания и охлаждения без резервированных (избыточных) компонентов, подвержен нарушениям нормального хода работы, как от плановых, так и от внеплановых действий.

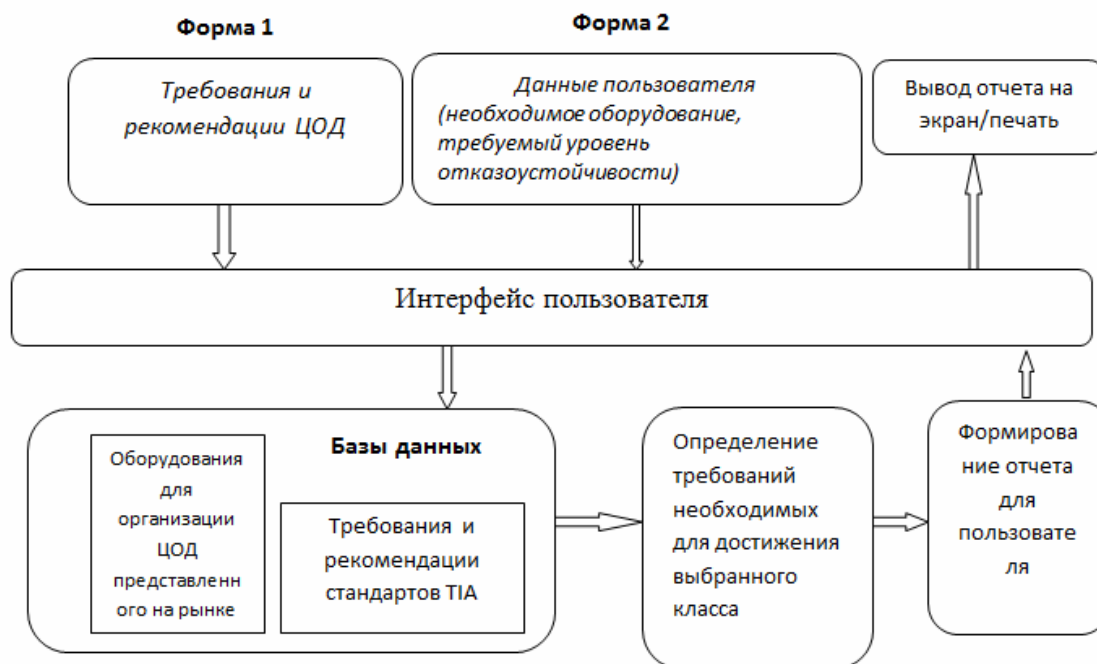


Схема работы СППР

Второй уровень (Tier 2) – имеет резервированные (избыточные) компоненты, но только один путь. Он имеет один путь для распределения электропитания и охлаждения, но имеет резервированные (избыточные) компоненты на этом пути распределения.

Третий уровень (Tier 3) – имеет несколько путей распределения электропитания и охлаждения, но только один путь активен. Поскольку резервированные компоненты имеются не на одном пути распределения, это позволяет производить техническое обслуживание и ремонты параллельно с работой центра обработки данных.

Четвертый уровень (Tier 4) – имеет несколько активных путей распределения электропитания и охлаждения. Поскольку в ЦОД по крайней мере два пути являются нормально активными, то инфраструктура обеспечивает повышенную степень отказоустойчивости [2].

Для снижения трудозатрат разработки проектов нового ЦОД в соответствии со стандартом EIA/TIA-942 разрабатывается Система поддержки принятия решения (СППР), которая позволит упростить и тем самым ускорить разработку проекта построения ЦОД, а также позволит избежать ошибок на этапе проектирования.

Общая схема СППР представлена на рисунке.

Благодаря данной СППР пользователь получает предполагаемый проект, а также рекомендации по его выполнению в соответствии со стандартом EIA/TIA-942.

СППР основанной на ANSI TIA/EIA-942 помогает следовать разработчику ЦОД стандарту EIA/TIA-942, что в свою очередь способствует повышению отказоустойчивости ЦОД консолидации инфраструктуры, уменьшению ее сложности, повышению управляемости, соответствию требованиям бизнес-процессов и сокращению затрат.

Библиографические ссылки

1. Инфраструктура ЦОД обретает новые формы [Электронный ресурс]. URL: <http://www.osp.ru/lan/2006/08/2632731/>, загл. с экрана.
2. ANSI TIA/EIA-942:2005 (TIA-942) «Telecommunications Infrastructure Standard for Data Center» – 2005.
3. Требования к ЦОД [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rvip.ru/1065/document1070.shtml>.

© Резнер Р. В., 2012

В. С. Фейгин

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

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАДАННОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ЗАЩИЩЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Проводится анализ необходимости применения в информационных системах многопроцессорных вычислительных систем. Предлагается подход для автоматизации процесса выбора эффективной конфигурации разнородных многопроцессорных вычислительных систем.

Современные информационные системы (ИС) характеризуются большим количеством пользователей и высокими вычислительными мощностями. В настоящее время, для информационных систем неотъемлемой частью их функционирования является обеспечение безопасности обрабатываемой информации и выполнения системой информационного процесса.

Реализация обеспечения информационной безопасности требует отвлечения определенного количества вычислительной мощности информационной системы. В различных ИС ресурсы на обеспечение надежности и безопасности могут составлять от 5–20 % до 100–300 % от ресурсов, используемых на решение функциональных задач, то есть в некоторых случаях для систем реального времени они могут превышать последние в 2–4 раза [1]. При этом для выполнения основного алгоритма информационной системы должен сохраняться заданный уровень производительности.

Для повышения уровня производительности и надежности ИС возможны два подхода: либо изменение в программной части, либо в аппаратной.

Повысить производительность программно можно за счет оптимизации программного кода, разработки новых алгоритмов, реорганизации вычислительных процессов и т. д.

Для аппаратного повышения производительности вычислительной системы требуется изменение архитектуры аппаратной части вычислительных средств. На сегодняшний день активно применяется подход перехода от однопроцессорных архитектур к многопроцессорным вычислительным системам (МВС). Такой подход позволяет повысить производительность за счет организации параллельных процессов и вычислений, а так же позволяет повысить надежность за счет резервирования элементов аппаратной составляющей ИС. Также повысить производительность можно используя специализацию процессоров на выполнение часто встречающихся и занимающих наибольшее время при выполнении операций, т. е. разрабатывать разнородные МВС [2].

Применение при обеспечении информационной безопасности средств криптографической защиты требует значительных вычислительных ресурсов. В то же время, алгоритмы шифрования содержат в себе повторение большого количества ресурсоемких операций. Применение их аппаратной реализации позволит существенно снизить нагрузку на процессоры, выполняющие основной информационный процесс.

С другой стороны, это так же позволит снизить временные затраты на работу средств криптографической защиты, и, следовательно, ускорить информационный обмен.

Подход с разработкой разнородных МВС приводит к появлению необходимости предварительной оценки и выбора эффективной конфигурации аппаратной части МВС. Такие решения, как правило, принимаются проектировщиками на основе их богатого опыта и интуиции. Однако, поскольку полный перебор всех возможных вариантов архитектуры МВС невозможен за приемлемое время, существует необходимость создания систем поддержки принятия решений (СППР) для автоматизации процесса принятия промежуточных решений и предварительного отбора вариантов конфигураций вычислительной системы. Поэтому создание таких СППР является актуальной проблемой в настоящее время [2].

При детализации процессов проектирования возникают задачи выбора эффективных вариантов, обладающих наилучшими значениями критериев качества. Свойства возникающих оптимизационных задач: многокритериальность с противоречивыми критериями, наличие существенных ограничений, разношкальность, алгоритмическое задание целевой функции. Оптимизационные задачи такого класса должны решаться методами прямого поиска [2].

Анализ появившихся в последнее время подходов к решению сложных задач многокритериальной оптимизации позволяет прийти к заключению о том, что методы математического программирования и человеко-машинные процедуры, применяемые для многокритериальной оптимизации, в основном себя исчерпали и не дают возможности дальнейшего продвижения по мере усложнения решаемых задач. Очевидно так же, что перспективным подходом для использования в качестве основной оптимизационной процедуры являются эволюционные алгоритмы.

При создании СППР поиска эффективной конфигурации необходимо решить следующие задачи:

- разработать и протестировать программную реализацию генетического алгоритма;
- разработать программную систему выбора эффективного варианта МВС.

Данная система основана на моделях и алгоритмах, предложенных в работе [2]. Она позволяет выполнять оценку основных показателей качества специализированных МВС как по аналитическим, так и по имитационным моделям, а также осуществлять

выбор оптимальной структуры МВС с помощью комплекса алгоритмов адаптивного поиска. В результате работы системы поддержки принятия решений пользователь получает набор структур специализированных МВС, эффективно и надежно решающих задачу построения защищенных информационных систем.

Библиографические ссылки

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: 10.09.2011).

2. Терсков В. А. Модели функционирования и методы оптимизации структуры многопроцессорных вычислительных систем : монография. Красноярск : Сиб. юрид. ин-т МВД России, 2001.

© Фейгин В. С., 2012

УДК 004.45

А. С. Хеирхабаров
Научный руководитель – В. Г. Жуков
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

БЕЗОПАСНОСТЬ HTML5

HTML5 – новый стандарт языка разметки документов в сети Интернет. В докладе рассмотрены некоторые новые возможности, появившиеся в HTML5, с точки зрения безопасности.

Принятие HTML5 (англ. HyperTextMarkupLanguage, version 5) как всеобщего стандарта намечено на 2022 год, но некоторые из его спецификаций уже поддерживаются новыми версиями браузеров и используются на многих сайтах. Однако такие нововведения, как Cross-OriginResourceSharing, WebSQL, WebMessaging и другие дают новые возможности для разработчиков, и в то же время порождают новые векторы атак для злоумышленников.

В HTML5 вводится концепция локального хранилища под названием WebStorage, позволяющая сайту сохранять данные на компьютере пользователя и впоследствии обращаться к ним через JavaScript. Выделяют два типа веб-хранилищ: локальные (могут содержать любые текстовые данные и хранятся до тех пор, пока не будут явно удалены пользователем или веб-приложением) и сессионные (аналогичны локальным, за исключением того, что данные удаляются после закрытия браузера или вкладки в нем). Для каждого домена создается отдельное хранилище. В отличие от cookie, которые имеют максимальный допустимый размер 4 кб и имеют срок хранения, данные в Web Storage не имеют срока хранения, а также защищены политикой ограничения домена, т. е. куки, принадлежащие одному сайту, не могут быть доступны другому, даже если они находятся на одном сервере. Проблема безопасности заключается в том, что эти данные пользователь не может считать напрямую, они доступны только веб-браузерам через интерфейс JavaScript API. Это повышает риски от уязвимостей вида XSS (Cross Site Scripting), в том числе возможность заполучить аутентификационные данные [1]. Кроме того, есть вероятность, что злоумышленник внедрит JavaScript сценарий, способный манипулировать данными или переслать их на другой домен [2]. Также, аналогично использованию куки, локальные хранилища можно использовать для идентификации пользователей и DNS-спуфинг атак [1].

Для решения некоторых проблем, связанных с WebStorage, следует:

- для поддержки сессий следует использовать куки, которые могут быть лучше защищены с помощью флага HTTPOnly [3];
- не хранить конфиденциальные данные в локальном хранилище;
- разделять данные для приложений, находящихся на одном домене [2];

Ещё одним нововведением HTML5 является Cross-Origin Resource Sharing (CORS), что дает возможность сайтам получать доступ к ресурсам на других доменах. HTML5 позволяет посылать XML Http Request-запросы между доменами на основе заголовка Access-Control-Allow-Origin [4]. Эти запросы передаются без уведомления пользователя, что является достаточно серьезной проблемой безопасности. CORS может использоваться злоумышленниками для отсылки конфиденциальных данных на свои сервера, запуска удаленного шелл-кода на пользовательском агенте, поиска существующих доменных имен во внутренних сетях (на основании времени ответа на XML Http Request-запросы), создания ботнета или, комбинируя с WebWorker, для DDoS-атак. Также с помощью CORS может быть реализована уже существующая угроза Cross-Site-Request-Forgery, но уже без участия пользователя [2,5]. Некоторые риски, связанные с угрозой, можно избежать следующими способами:

- ограничение доменов, имеющих право делать XMLHttpRequest-запросы;
- не проводить контроль доступа только по заголовку Access-Control-Allow-Origin;
- настройка Web Application Firewall (WAF) на фильтрацию слишком частых CORS-запросов [2].

Web Messaging – ещё одна новая возможность в HTML5 – реализует два механизма коммуникации между HTML-документами. Перекрестный обмен данными позволяет документам обмениваться сообщениями независимо от их исходного домена, при этом

он разработан таким образом, чтобы не позволить злоумышленникам атаковать сценарии сайтов. Канальный обмен позволяет некоторым приложениям (в разных HTML документах) независимо обмениваться между собой сообщениями. При использовании WebMessaging, сервер не может контролировать все данные (т. к. данные приходят от других доменов), а обмен между HTML-документами (iframe) происходит на стороне пользовательского агента, что может быть использовано для обхода контроля со стороны сервера. При неправильной настройке, конфиденциальные данные могут быть отправлены не тому iframe-у. Также, iframe-ы могут посылать сообщения любому другому iframe-у. Если iframe-получатель не проверяет источник или некорректно обрабатывает входные данные, на него может быть проведена атака [2]. Часть проблем может быть решена следующими способами:

- явно устанавливать цель сообщения;
- проверять получаемые сообщения;
- проверять домен-отправитель;

HTML5 позволяет некоторым веб-приложениям регистрироваться в качестве обработчиков для определенных протоколов (SMS, факс и др.) или некоторых MIME-типов (Multipurpose Internet Mail Extensions или многоцелевые расширения интернет-почты). Запуск зарегистрированных обработчиков происходит со стороны пользовательского агента. Так как в качестве обработчика может быть зарегистрировано пользователем любое веб-приложение, злоумышленник может обманом заставить зарегистрировать свое приложение, тем самым предоставив ему доступ к обрабатываемым данным. Риски, связанные с этой проблемой, можно уменьшить, создав список проверенных рекомендуемых обработчиков.

Введение новых тегов и атрибутов упрощает процесс написания страниц на HTML. Но с помощью некоторых из них можно осуществить выполнение произвольного JavaScript кода (например <video> и <autofocus>), а с помощью все того же тега <video> можно узнать точную версию браузера. Для уменьшения рисков следует настроить WAF и Intrusion Detection System (IDS) [1].

WebSQL подразумевает под собой встроенную в браузер базу SQLite. WebSQL имеет такие же проблемы, как и WebStorage. Кроме того, это дает новые возможности для проведения SQL-инъекций. Для их предотвращения достаточно выполнять правильно параметризованные SQL-запросы [1].

HTML5 предоставляет возможности для кэширования сайтов и веб-приложений, для работы с ними в оффлайне. В HTML4.0 реализуются атаки с отправлением КЭШа (например, кэша приложений с внедренным в него вредоносным кодом), в HTML5 возможности для таких атак значительно расширяются, так как теперь кэширование может осуществляться без применения дополнений к браузеру и часть решений о доступе к данным происходит на стороне клиента [2].

На сегодняшний день стандарт HTML5 имеет множество проблем, связанных с безопасностью, в особенности клиентской части: множество новых способов внедрения произвольного кода и сбора конфиденциальной информации. Однако это стандарт продолжает активно развиваться, и разработчики небольшое внимание уделяют вопросам безопасности.

Библиографические ссылки

1. Иващенко Т., Сидоров Д. HTML5 – взгляд через призму безопасности // Хакер. 2010. № 143.
2. Schmidt Michael HTML5 Web Security: 2010. URL: http://media.hacking-lab.com/hlnews/HTML5_Web_Security_v1.0.pdf (дата обращения: 7.03.2012).
3. Request For Comments 2965. URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc2965.txt> (дата обращения: 7.03.2012)
4. Консорциум Всемирной Паутины w3c. URL: <http://www.w3.org> (дата обращения: 21.02.2012)
5. Гордейчик С. Cross-Site Request Forgery – много шума из ничего. URL: <http://www.securitylab.ru/analitics/292473.php> (дата обращения: 8.03.2012)
6. HTML5 Security Cheatsheet. URL: <http://html5sec.org/> (дата обращения: 3.03.2012).

© Хеирхабаров А. С., 2012

УДК 004.056

А. А. Шаляпин

Научный руководитель – В. Г. Жуков

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

ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕЦЕДЕНТНОГО АНАЛИЗА В ЗАДАЧЕ КЛАССИФИКАЦИИ ИНЦИДЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Рассматривается применение прецедентного анализа в задаче классификации инцидентов информационной безопасности.

Международный стандарт ISO 27001:2005 обращает особое внимание на необходимость создания процедуры управления инцидентами информационной безопасности – очевидно, что без своевременной реакции на инциденты безопасности и устранения их

последствий невозможно эффективное функционирование системы управления информационной безопасностью. Инцидентом информационной безопасности является нежелательное событие информационной безопасности (или совокупность событий), которое

может непосредственно угрожать информационной безопасности организации (стандарт ISO/IEC TR 18044:2004).

Количество и частота появления инцидентов информационной безопасности существенно зависят от эффективности системы управления информационной безопасностью.

Процесс управления инцидентами играет ключевую роль в обеспечении информационной безопасности. Основной целью данного процесса является обеспечение эффективного разрешения инцидентов информационной безопасности:

- идентификация инцидентов (получение информации об инциденте, регистрация инцидента, определение уровня критичности);
- реагирование на инциденты (своевременное устранение инцидентов с учетом их приоритета).

Сложностью, при автоматизации процессов управления инцидентами, становится, главным образом реализация механизма обнаружения и анализа. Инцидент, может происходить впервые, и не быть предусмотренным. Или, известное событие, являющееся инцидентом, эквивалентно нескольким, последовательно произошедшим событиям, так же приводящим к нарушению информационной безопасности, но не считающимися инцидентными по отдельности.

С целью повышения эффективности управления инцидентами, целесообразно ввести понятие аномальности и определить анализ уже зарегистрированных инцидентов следующим образом: все множество зарегистрированных инцидентов разбивается на таксоны следующих типов: «нормальные» инциденты, близкие друг к другу по описывающим параметрам и аномальные инциденты, факт появления которых требует детального изучения. Данный подход позволит на фоне множества регистрируемых инцидентов выявить аномалии, являющиеся критичными и не имеющие место ранее.

Задача обнаружения аномальных инцидентов является частной задачей классификации – разбиения множества инцидентов на априорно заданные группы, внутри каждой из которых имеют примерно одинаковые свойства и признаки. Решение данной задачи базируется на прецедентном анализе. В основе метода лежит оценка расстояния между всеми наблюдениями в n -мерном пространстве признаков.

Прецедент является структурированным представлением накопленного опыта в виде данных и знаний, обеспечивающее его последующую автоматизированную обработку программными средствами. Как правило, прецедент состоит из [1]:

- описания проблемной ситуации;
- совокупности действий, предпринимаемых для устранения данной проблемы (решения задачи);
- и в некоторых случаях – результата (или прогноз) применения решения.

В данном случае, под прецедентом понимается набор параметров, описывающих таксон нормальных инцидентов или отдельный инцидент.

Все множество зарегистрированных инцидентов информационной безопасности определяется набором векторов $G = \{x_1, \dots, x_{|G|}\}$ каждый из которых

является параметрическим представлением прецедента $x_i = (x_{i1}, \dots, x_{in})$.

Формально классификация производится на основе разбиения пространства признаков на области, в пределах каждой из которых многомерные векторы рассматриваются как идентичные. Иными словами, если вектор попал в область пространства, ассоциированную с определенным классом, он к нему и относится.

Полную степень близости прецедента F по всем признакам вычисляется, по обобщенной формуле вида:

$$\sum_j w_j \cdot \text{sim}(x_{ij}, x_{kj}),$$

где w_j – вес j -го признака; sim – локальная функция подобия j -го признака i -й целевой ситуации и k -го прецедента.

Как правило, интеллектуальные системы правдоподобного вывода, построенные на базе прецедентного анализа, образуют так называемый CBR-цикл [1]:

- извлечение наиболее близкого прецедента для сложившейся ситуации из базы прецедентов;
- использование извлеченного прецедента для попытки решения текущей проблемы;
- пересмотр и адаптация в случае необходимости полученного решения в соответствии с текущей проблемой;
- сохранение принятого решения как части нового прецедента.

Таким образом, применение рассуждения на основе прецедентов для решения задач классификации инцидентов информационной безопасности позволит:

- обнаруживать аномальные инциденты, решение которых требует детального изучения сложившейся ситуации;
- автоматизировать процесс получения решения для инцидентов, знания о которых содержатся в базе прецедентов.

Основными преимуществами прецедентного анализа являются возможность использования накопленного опыта для решения новых задач и универсальность в смысле независимости от специфики конкретной проблемной области. К существенным недостаткам метода можно отнести сложность выбора метрики для определения степени сходства и прямую зависимость требуемых вычислительных ресурсов от размера базы прецедентов [2].

Библиографические ссылки

1. Берман А. Ф., Николайчук О. А., Павлов А. И., Юрин А. Ю. Концепция построения прецедентной экспертной системы // *Материалы XII международной конференции по вычислительной механике и современным прикладным программным системам, Владимир, 30 июня – 5 июля 2003 г. М., 2003. Т. 2. С. 110–111.*
2. 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.*

К. Е. Шудрова, В. Ю. Почкаенко
Научный руководитель – А. В. Мурыгин
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МЕТОДИКА ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ НАГРУЗКОЙ «МЕТКА ПРИВИЛЕГИЙ»

Рассматривается методика лабораторных испытаний алгоритма управления нагрузкой в программе «Метка привилегий». Определяются исходные данные для исследований, измеряемые величины, планируемые результаты.

В век бурного развития информационных технологий становится актуальной проблема оптимального использования пропускной способности сети. Существуют аппаратные и программные методы распределения нагрузки, каждый из которых обладает определенными преимуществами и недостатками (масштабируемость, интеллектуальность, сложность реализации, зависимость от используемого оборудования и т. д.). Разработанный алгоритм - «Метка привилегий» является составной частью алгоритма организации защищенного обмена информацией с помощью стега-нографических контейнеров и служит для формирования выделенного канала передачи данных.

Механизм управления нагрузкой основан на записи информации в служебные поля заголовков TCP-пакетов [1] – специальных меток. Управляющее звено системы производит анализ всех поступающих сообщений, помеченные пакеты передаются, сообщения без меток отклоняются. Программа «Метка привилегий» имеет клиентскую и серверную части. Пользователь 1 запускает программу, авторизуется с помощью аппаратного ключа и отправляет конфиденциальную информацию для Пользователя 2. Сервер получает пакеты от Пользователя 1 и пересылает их Пользователю 2. Таким образом, конфиденциальная информация во время скрытой передачи данных не доступна другим пользователям.

Важной частью работы программы является управление нагрузкой сети. Данный механизм на сегодняшний момент находится в стадии тестирования. Исследования проводятся по определенной методике. Первый этап лабораторных испытаний – тестирование на виртуальных машинах под управлением различных операционных систем в пределах одного компьютера. Второй этап – тестирование в пределах локальной сети. Серверная часть программы установлена на компьютере под управлением Linux. Клиентская часть Пользователя 1 – Windows, клиентская часть Пользователя 2 – Linux. Таких пар клиентов переменное число от одного до n , что бы протестировать работу алгоритма при различной нагрузке. Различные операционные системы были выбраны с целью тестирования независимости от платформы. На этапе тес-

тирования не используются графические формы для настройки сервера – только текстовые конфигурационные файлы. Клиенты соединяются с сервером по TCP-IP протоколу, причем на уровне IP идет стандартная передача пакетов, изменения вносятся на уровне протокола TCP. На третьем этапе выбираются компьютеры в различных сетях, тестируется возможность удаленной передачи данных за пределами одной организации. Это очень важный этап для определения возможности организации виртуальных конференций с помощью «Метки привилегий».

Нашу систему можно представить как систему массового обслуживания с ожиданием [2]. В ходе исследований измеряются следующие параметры:

1. Среднее число пакетов в очереди.
2. Среднее число обработанных сервером пакетов в единицу времени.
3. Среднее время ожидания заявки в очереди.
4. Среднее время обработки одного пакета.

Последующая обработка полученных результатов производится с помощью методов статистической обработки многократных отсчетов [3]. Ожидаемым результатом проведенных исследований являются графики, отражающие количество обработанных пакетов в единицу времени в зависимости от количества пользователей и их активности.

Библиографические ссылки

1. RFC: 793. TRANSMISSION CONTROL PROTOCOL. DARPA INTERNET PROGRAM. PROTOCOL SPECIFICATION [Электронный ресурс]. – Режим доступа: WWW.URL: <http://tools.ietf.org/html/rfc793>. – 12.02.2012
2. Гнеденко Б.В., Коваленко И.Н. Введение в теорию массового обслуживания. – М.: КомКнига, 2005.
3. Новицкий П. В., Зиграф И. А. Оценка погрешностей результатов измерений – 2-е изд., перераб и доп. Л. : Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1991. 304 с.: ил.

© Шудрова К. Е., Почкаенко В. Ю., 2012

УДК 681.5:621.717; 004.3'14

С. В. Артеменко
Научный руководитель – Д. В. Тихоненко
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

УТИЛИЗАЦИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ

Рассматриваются проблемы, связанные с переработкой компьютерной техники и её вторичным использованием в дальнейшем производстве.

Сегодняшнюю жизнь трудно представить без персонального компьютера. ПК всюду – дома, на работе, в школе, в банке и т. д. С ростом объёма информации неустанно растёт и количество ПК.

Но любая техника устаревает, как следствие, мы втянуты в постоянный процесс модернизации. Мы радуемся новой технике, но, возникает вопрос, что делать со старой, которая захламляет различные помещения и склады?

Экологи бьют тревогу и грозят санкциями ведущим производителям, если те не примут меры по утилизации компьютерной и другой техники. С 1991 года по настоящее время в Россию завезено разными поставщиками около 10 млн. единиц персональной и оргтехники. И это приблизительные данные, так как точного подсчёта никто не проводит.

Так, например, в Западной Европе, где экологические законы весьма строги, компания Hewlett-Packard создала весьма внушительную инфраструктуру по сбору и переработке устаревших компьютеров и оргтехники. Всего в Европе продукцию HP перерабатывают 30 заводов, один из которых находится в России [3].

Вся оргтехника включает в свой состав как органические составляющие (пластик различных видов, материалы на основе поливинилхлорида, фенолформальдегида), так и почти полный набор металлов [4].

Такие металлы, как свинец, сурьма, ртуть, кадмий, мышьяк входящие в состав электронных компонентов, не являются опасными в процессе эксплуатации изделия. Однако ситуация меняется, когда изделие попадает на свалку. Под воздействием внешних условий они превращаются в органические и растворимые соединения и становятся сильнейшими ядами [4].

Утилизация пластиков, содержащих ароматические углеводороды, является насущной проблемой экологии. Благодаря комплексной системе утилизации оргтехники сводятся к минимуму неперерабатываемые отходы, а основные материалы и ценные компоненты возвращаются в производство [4].

Почти во всех компьютерах есть некоторое количество золота, серебра и других драгметаллов. Любая организация обязана документально оформлять поступление, движение, инвентаризацию и выбытие драгметаллов, содержащихся в составных частях офисной техники. Тем не менее, за отсутствие такого

учета можно поплатиться штрафом. Для организации он составляет от 20 до 30 тыс. рублей, а для ее руководителя – от 2 до 3 тыс. рублей [5].

Компьютерами и оргтехникой в нашей стране владеют физические и юридические лица. Утилизация оргтехники физическими лицами происходит очень прозаично – выбросил на свалку в худшем случае, в лучшем – разборка на части для дальнейшего применения. С юридическими лицами все гораздо сложнее. Согласно законодательству, ПК относятся к основным средствам и подлежат бухгалтерскому учету на предприятии с указанием количества драгоценных металлов, которые в них содержатся [7].

Другими словами, списывать и утилизировать данное оборудование можно только через 10 лет. Однако мы знаем, что персональная техника морально устаревает гораздо раньше.

В принципе, любой компьютер или телефон можно переработать и пустить во вторичное использование. При грамотной утилизации около 95 % отходов техники способны вернуться к нам в том или ином виде, и примерно 5 % отправляются на свалки или федеральные заводы по переработке твердых бытовых отходов [1].

Соотношение ручного и автоматизированного труда на фабриках по переработке компьютерной техники зависит от ее типа. Для монитора это соотношение примерно 50 на 50. Для системных блоков и оргтехники доля автоматических операций выше.

Первый этап всегда производится вручную. Это – удаление всех опасных компонентов. В современных настольных ПК таких компонентов практически нет. Но переработке подвергаются, как правило, компьютеры, выпущенные в конце 90-х – самом начале 2000-х годов, когда плоских жидкокристаллических мониторов просто не существовало. Другая категория продукции, содержащая опасные элементы, – ноутбуки. В аккумуляторах и экранах устаревших моделей имеется определенное количество ртути, которая также очень опасна для организма [2].

Затем удаляются все крупные пластиковые части. В большинстве случаев эта операция также осуществляется вручную. Пластик сортируется в зависимости от типа и измельчается для того, чтобы в дальнейшем его можно было использовать повторно. Оставшиеся после разборки части отправляют в большой измель-

читель-шредер, и все дальнейшие операции автоматизированы.

Измельченные в гранулы остатки компьютеров подвергаются сортировке. Сначала с помощью магнитов извлекаются все железные части. Затем приступают к выделению цветных металлов, которых в ПК значительно больше. Алюминий добывают из лома посредством электролиза. В сухом остатке получается смесь пластика и меди. Медь выделяют способом флотации – гранулы помещают в специальную жидкость, пластик всплывает, а медь остается на дне. Сама эта жидкость не ядовита, однако, рабочие на заводе используют защиту органов дыхания – чтобы не вдыхать пыль[6].

В данный момент можно с уверенностью сказать о том, что закон об утилизации компьютеров необходим. В нашей стране все гораздо проще, существует много компании, которые примут заказ на утилизацию старого оборудования. Стоимость таких услуг не велика, и это, безусловно, позволит сделать окружающий мир чище.

Библиографические ссылки

1. Утилизация отходов, переработка отходов, экологический мониторинг в Москве и регионах РФ [Электронный ресурс]. URL: <http://www.st77.ru>.
2. Технопром [Электронный ресурс]. URL: <http://www.tehnoprom1.ru>.
3. Утилизация отходов [Электронный ресурс]. URL: <http://tiu.ru/Utilizatsiya-othodov>.
4. Списание, утилизация и техническая экспертиза компьютеров и оргтехники [Электронный ресурс]. URL: <http://utilization.svt-stroy.ru/>.
5. Утилизация компьютеров, оргтехники и оборудования [Электронный ресурс]. URL: http://www.pererabotka.org/util_org.htm.
6. Заводы по переработке мусора [Электронный ресурс]. URL: <http://www.oookotrest.ru/util.html>.
7. Утилизация компьютеров, списание компьютеров [Электронный ресурс]. <http://www.nemusor.ru/utilizacija-kompjuterov-spisanie-kompjuterov>.

© Артеменко С. В., 2012

УДК 336.717.1

К. В. Бирюкова

Научный руководитель – А. П. Багаева

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

ЭЛЕКТРОННЫЕ ФОРМЫ ДЕНЕЖНЫХ РАСЧЕТОВ

Рассматривается технология развития пластиковых карт, чеков и web-кошельков.

На сегодняшний день существует множество средств оплаты, такие как: пластиковые карточки, чеки, веб-кошельки. Все они удобны и просты в использовании. А главное они приносят выгоду их пользователям, сохранив им время и силы.

Причиной возникновения электронных денежных расчетов стало то, что все больше и больше появляются различные технологические новшества, совершенствования, где в последующем и создаются различные средства оплаты.

Одним из прогрессивных средств организации безналичных расчетов в сфере денежного обращения является пластиковая банковская карта. Безналичные расчеты посредством банковских карточек получили такое широкое распространение, что трудно представить себе сферу обслуживания, в которой они бы не использовались. Мы можем встретить их сплошь и рядом. В магазинах мы расплачиваемся карточками. Даже в автобусах уже оплачиваем проезд транспортной карточкой. Это все говорит об успешном развитии платежных систем.

Прием карточки к оплате и выдача наличных по ней осуществляются в предприятиях торговли и банках, входящих в платежную систему, осуществляющую обслуживание карточки. Благодаря своему главному назначению пластиковые карточки превратились в весьма прибыльный вид услуг, предлагаемых финансовой сферой.

Именно пластиковые карточки позволяют лицу возможность безналичной оплаты товаров и услуг.

Рынок международных пластиковых систем в России составляет около 800 млн. долларов США в год.

Ещё одним из основных способов оплаты в интернете является расчёт с помощью чеков, которые высылаются по почте. Эта самый медленный вид расчета – порой бывает такое, что от выписки чека до его обналичивания проходит несколько месяцев. Но чеки выгодны для компаний, работающих в интернете, т. к. весь этот период, от выписки до обналичивания, они могут распоряжаться всей суммой, на которую выписан чек и, тем самым, наваривают еще себе денег.

Расчеты чеками представляют собой совокупность операций по выдаче, получению, обращению и оплате чеков.

В современных развитых странах чеки играют важную роль, особенно в тех странах, где широкое развитие получили филиальные сети кредитных учреждений. К таким странам относятся США, Канада, Великобритания и др. В США чеки опосредуют около 70 % всего объема безналичных платежей и составляют около 11 % их стоимости. В Канаде чеки опосредуют около 32 % всего объема безналичных платежей и составляют около 22 % их стоимости.

Наиболее современной платежной системой на сегодняшний день является система WebMoney весьма удобная система для денежных операций в интернете. Основное преимущество заключается в мгновенности совершения платежей: Вы нажимаете кнопку – и через пару секунд деньги приходят адресату.

Для того чтобы можно было заниматься электронной торговлей, организации должны уметь принимать платежи на своих Web-сайтах. Компания CyberCash – один из лидеров в области решений безопасной обработки платежей для электронного бизнеса любого масштаба.

Что касается безопасности системы, то даже если кому-либо и удастся перехватить электронную почту клиента, то максимум что из нее можно извлечь – это описание товара.

В связи со сказанным выше о Web-кошельках можно выделить следующие их преимущества:

- мобильность т. е. все платежи можно производить, находясь в удобном для вас месте;
- удобство и скорость, т. е. система не требует установки специального программного обеспечения, что позволяет Вам управлять своим «Веб-кошельком» с любого компьютера, ноутбука, КПК или смартфона, имеющих доступ в интернет. Любая операция по проведению платежа занимает не более двух минут!;
- безопасность – защита от несанкционированного доступа;
- простота использования;
- доступ ко всем банковским услугам;
- техническая поддержка.

Все эти платежные средства стали неотъемлемым атрибутом финансовой системы любого государства, ускоряя этим платёжный оборот при безналичных

расчётах. Они являются основной движущей силой развития Интернета в качестве глобального электронного рынка. Они делают возможным проведение расчетов между финансовыми, коммерческими организациями и пользователями Интернета в процессе покупки/продажи товаров и услуг через него. Их объединяет простота и лёгкость использования, что немаловажно в настоящее время. Исходя из преимуществ и времени появления платежных систем, наиболее современным и оптимальным является веб-кошелек, но мы должны исходить из возможностей людей и поэтому каждая система для каждого будет иметь свою удобность и практичность в использовании.

Библиографические ссылки

1. Беликов В., Быстров Л., Невежин В. *Электронные деньги*. М., 2007.
2. *Википедия – свободная энциклопедия*. URL: wikipedia.org.
3. Демидов А. *Digitalmoney – электронные деньги // Деньги*. 2007.
4. Лебедев А. *Электронные деньги: миф или реальность*. URL: www.emoney.ru. 2009.
5. Завалеев В. *Пластиковая карточка как платежный инструмент*. URL: www.citforum.ru.

© Бирюкова К. В., 2012

УДК 004.457

А. А. Боднарюк, Д. В. Коваленко
Научный руководитель – Е. Л. Вайтекунене
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПРЕДПОСЫЛКИ ВНЕДРЕНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Описано как на современных предприятиях следовало бы осуществлять анализ, разработку, моделирование и внедрение в рабочий план предприятия управления бизнес-процессов.

В основе управления бизнес-процессами лежат работы по их описанию, оптимизации и регламентации, и такого рода проекты затрагивают интересы широкого круга сотрудников, требования которых существенно различаются, в зависимости от их роли в компании. Топ-менеджеры заинтересованы в повышении управляемости, гарантированности управленческих воздействий, прозрачности и т. д. (понимая под этим индикаторы, по которым можно определять, насколько успешна деятельность компании, и инструменты воздействия на персонал). Менеджеры среднего звена хотят, прежде всего, понимать границы своей деятельности и результаты, за которые они отвечают. Наконец, исполнители хотят иметь понятные, четкие правила своей работы. При реализации проекта необходимо учитывать интересы всех этих групп сотрудников.

Вопросы управления бизнес-процессами остро встают в компании, когда на определенном этапе ее развития сбой во взаимодействии подразделений, менеджеров, сотрудников начинают носить регулярный

характер, при этом оказывая существенное влияние на эффективность деятельности самой организации. Сбой сопровождается не только потерей информации, дублированием функций, лишними затратами и другими негативными последствиями, но и потерей качества продуктов компании, а значит и потерей лояльности потребителей. Диагностировать причины этих проблем без детального изучения деятельности компании невозможно.

Первое, что необходимо отметить – важно, на каком этапе (стадии) развития находится компания. Для небольшой компании, с размытой группой потребителей, не жесткими процессами деятельности (стадия «личного энтузиазма» по Ларри Э. Грейнеру) основным конкурентным преимуществом выступает гибкость и оперативность. Для таких компаний (как правило, с одним – тремя десятками сотрудников, в зависимости от отрасли) проекты управления бизнес-процессами противопоставлены, так как жесткие схемы процессов, регламенты и пр. «убивают» преимущество гибкости и оперативности.

Но по мере роста компании, гибкость и оперативность могут превратиться в хаос, когда все что-то делают, куда-то бегут, но получают результат из серии «лебедь, рак и щука». Управлять хаосом очень сложно, поэтому на следующем этапе своего развития компания переходит к регулярному менеджменту, когда начинает формироваться централизованная система управления (что очень важно для концентрации усилий и контроля ресурсов), явно формируются и приобретают смысл бизнес-процессы, т. к. на первый план выходят проблемы взаимодействия множества (а не десятка) сотрудников. Начиная с этой стадии развития, имеет смысл говорить об управлении процессами.

Второй важный момент: описанию, регламентации подлежат только те процессы, которые сформировались и устойчиво повторяются. Для компании с большой вариативностью процессов необходимо не регламентировать, а, скорее, моделировать процессы, тестировать разные варианты и выбирать оптимальный – это другие подходы и проекты.

Наконец, третий аспект – характер деятельности предприятия. Управление с помощью описания и регламентации бизнес-процессов эффективно далеко не для каждого вида деятельности. Например, если основной бизнес компании по сути проектный (строительные предприятия, производители, специализирующиеся на позаказном производстве, и пр.) – управление такой деятельностью через бизнес-процессы неэффективно, что уже многократно доказано на практике. Деятельность по проекту определя-

ется его ПЛАНом, бюджетом, рамками, сроками и т. д., но не регламентами бизнес-процессов, и здесь нужны совершенно иные инструменты управления. Управление процессами, именно как повторяемыми алгоритмами деятельности, оптимально для предприятий (или направлений деятельности) с повторяющимися, устойчивыми бизнес-процессами, – для производителей серийной продукции, ритейловых компаний и пр. Собственно процессное управление – это своего рода «автопилот», обеспечивающий ежедневную работу компании.

В заключение хотелось бы сказать, что для достижения наилучшего эффекта от анализа и внедрения проекта исследования экономической составляющей предприятия, необходимо уделять внимание не только на модернизацию этапов работы высшего руководящего звена предприятия, а так же и всех составляющих этапов управления производства.

Библиографические ссылки

1. URL: http://www.eos.ru/eos_products/eos_eDocLib/. 04.04.2012.
2. URL: <http://www.topsbi.ru/default.asp?artID=1574>. 05.04.2012.
3. URL: <http://www.interface.ru/home.asp?artId=16853>. 06.04.2012.
4. URL: <http://www.betec.ru/index.php?id=8>. 07.04.2012.

© Боднарюк А. А., Коваленко Д. В., 2012

УДК 004.4

Д. В. Бондаренко

Научный руководитель – А. П. Багаева

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

СПОСОБЫ ЗАРАБОТКА В СЕТИ ИНТЕРНЕТ

Рассматривается Интернет как источник дохода. Исследуются самые популярные способы заработка в Интернете. Анализируются два основных вида заработка при наличии собственного сайта и при его отсутствии.

В мировой паутине, как и в настоящей жизни продаются товары и услуги, за них платятся настоящие деньги, а раз есть настоящие деньги, значит, их можно по-настоящему заработать, только нужно знать, как это сделать.

Существующая проблема является актуальной, ведь на сегодняшний день большое количество людей хотели бы зарабатывать, не выходя из дома, но не знают, как это осуществлять.

Рассмотрим самые популярные способы заработка в сети Интернет, кроме рискованных способов заработка – игры на Forex или вложений в НУИР-фонды.

Все заработки в Интернете делятся на те, где необходимо вкладывать свои деньги и те, где можно обойтись без каких-либо вложений. Начнем с самого простого, без каких-либо вложений: клики по ссыл-

кам, платный серфинг, чтение рекламных писем, ввод капчи и т. п.

Платный серфинг – это посещение чужих сайтов, за которое их владельцы готовы отдавать свои деньги совершенно незнакомым людям [1].

Неплохой сайт для заработка серфингом – Wmzona.com. Оплата за серфинг, чтение почты, выполнение заданий. Минимальные выплаты – \$0.50.

Капча (captcha) – автоматизированный публичный тест тьюринга для различия компьютеров и людей. Стоимость каждой правильно введенной капчи на сайте Antigat.com составляет не более 0,01\$. Интервал между появлением новой капчи составляет 5–10 секунд.

Следующий вид заработка – создание контента для сайтов. В Интернете остро стоит проблема напол-

нения сайтов текстовым грамотным материалом. В основном тексты создаются двумя способами:

1. Копирайтинг – новый текст, который ранее не был нигде представлен.

2. Рерайтинг – пересказ уже существующего текста.

Биржа копирайтинга и рерайтинга Etxt.ru. Средняя цена: копирайтинг – 50руб. за 1000 символов, рерайтинг – 25руб. Создание текстов на заказ и в свободную продажу. Прямое приватное общение с заказчиком и с исполнителями. Минимальная сумма выплаты – 250 руб.

Еще один вид заработка – это платные регистрации, участия в платных опросах, написание сообщений на форумах. Сайт платных опросов Platnijopros.ru. Начисление сразу 10руб. после заполнения регистрации. Стандартная форма оплаты через WebMoney. Средняя цена за участие в одном опросе – 10–30 руб. Минимум для вывода денег – 150 руб.

Файлообменники также способ заработка. Деньги выплачивают именно сайты файлообменники. Файлообменники зарабатывают двумя способами: размещение рекламы и продажа платных тарифов скачивания. Они делятся с Вами частью своей прибыли за то, что Вы привлекаете людей на их сайт с целью скачивания файлов.

Для заработка будет выгодным файлообменник Turbobit.net. Суммарный объем и количество файлов неограничены. Максимальный размер файла 5Гб. Оплата от 90руб. до 450 руб. за 1000 скачиваний. Цена зависит от размера файла, минимальный файл за который будут платить 1 Мб, минимальная сумма к выплате – 300 руб.

Есть заработок на партнёрских программах, смысл которых – реклама услуг, предоставляемых этим сайтом, продаваемых им товаров. Принимать участие в партнёрских программах можно по-разному: партнёрская ссылка, участия в партнёрских программах, покупка рекламы для определённого товара или сайта [2].

Наиболее прибыльным способом заработка, не имея собственного сайта, является удаленная работа – фриланс. Удалённое сотрудничество между работодателями и фрилансерами, выгодно сторонам. Общение сторон осуществляется через Интернет. Фрилансер получает возможность работать дома, по свободному расписанию, подбирать подходящие проекты, заказчик получает возможность платить существенно меньшую цену.

Наиболее известными сайтами для фрилансеров в Рунете являются русский проект free-lance.ru и украинский (но и русскоязычный) проект weblancer.net [3].

Самые большие деньги в Интернете честным путем можно заработать на своем сайте. Вы должны уметь создавать сайты для заработка, работать над ними, привлекать посетителей.

Реклама в интернете – это способ привлечения на свой сайт посетителей, но рекламу можно, как покупать, так и продавать, получая за это деньги рекламодателей [4].

Виды рекламы:

- тизеры – маленькие объявления с картинками, которые обычно попадают на новостных сайтах, на них также можно зарабатывать незначительные суммы.

- баннерная реклама, т. е. когда пользователю показываются блоки графических изображений. Прибыль от размещения баннерной рекламы зависит от числа показов, при этом оплата за 1 показ составляет очень малую величину.

- контекстная реклама. Контекстная – значит зависящая от контекста страницы, на которой размещена [5].

Создание и развитие сайта для последующей продажи так же является не плохим видом заработка. Каждый сайт в интернете – это определённый капитал.

Особая разновидность интернет-проектов «стартапы». Интернет-стартап – это проект, который имеет определённую оригинальную идею, способную принести ему популярность. Удачный стартап можно продать дорого. Например, в 2006 г. популярный в интернете сервис YouTube был куплен компанией Google за 1.65 млрд. долларов [2].

Проведенное исследование подтвердило, что заработок в Интернете возможен. Наиболее выгодным источником дохода оказался собственный сайт, но и не имея его есть возможность заработка неплохих денежных сумм.

Библиографические ссылки

1. Интернет источник: <http://extp.ru/cap.php>.
2. Интернет источник: <http://king.nanoquant.ru>.
3. Интернет источник: <http://wseweb.ru/diz/obzor6.htm>.
4. Интернет источник: <http://business-free.com>.
5. Галкин С. Е. Бизнес в Интернет. М. : Центр, 2008. 144 с.

© Бондаренко Д. В., 2012

УДК 351/354: 004.01

А. С. Бородина

Научный руководитель – А. П. Багаева

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

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОФИСА И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО РАЗВИТИЯ

Рассматривается технология развития последних десятилетий автоматизации офисной деятельности.

Современный офис сложно представить себе без соответствующей информационной инфраструктуры. В независимости от того, насколько грамотный персонал

работает с использованием автоматизированных рабочих мест, обычно необходима помощь специалистов, которые смогут подобрать оборудование и программное

обеспечение, настроить его взаимодействие, обеспечить техническую поддержку и сопровождение. На протяжении последних десятилетий автоматизация офисной деятельности является одним из основных стимулов развития мировой информационной индустрии.

Автоматизированный офис привлекателен для менеджеров всех уровней управления в фирме не только потому, что поддерживает внутрифирменную связь персонала, но также потому, что предоставляет им новые средства коммуникации с внешним окружением.

Информационная технология автоматизированного офиса – организация и поддержка коммуникационных процессов как внутри организации, так и с внешней средой на базе компьютерных сетей и других современных средств передачи и работы с информацией.

Офисные автоматизированные технологии используются управленцами, специалистами, секретарями и канцелярскими служащими, особенно они привлекательны для группового решения проблем. Они позволяют повысить производительность труда секретарей и канцелярских работников и дают им возможность справиться с возрастающим объемом работ. Однако это преимущество является второстепенным по сравнению с возможностью использования автоматизации офиса в качестве инструмента для решения проблем.

Автоматизация офиса предполагает оснащение офиса компьютерами и сетевым оборудованием, современным телекоммуникационным оборудованием, средствами связи, принтерами, ксероксами и др. Основой автоматизации работы офиса является единое информационное пространство, представляющее собой универсальную базу данных, содержащую всю оперативную и накопленную (за время функционирования системы) информацию о деятельности предприятия, информацию о сотрудниках, продукции, партнерах, клиентах и др.

Рассмотрим работу наиболее популярных типовых решений, предназначенных для автоматизации отдельных видов офисной деятельности. Система элек-

тронного документооборота позволяет организовать использование электронных документов при заключении договоров, совершении сделок или иных действий, автоматизировать процессы, связанные с использованием традиционного бумажного документооборота и перейти на безбумажные технологии.

Электронные документы перемещаются между сотрудниками компании в соответствии со сценариями бизнес-процессов. При этом производится регистрация, обработка и осуществляется контроль исполнения документов. В настоящее время известно несколько десятков программных продуктов для компьютеров и некомпьютерных технических средств, обеспечивающих технологию автоматизации офиса: текстовый процессор, табличный процессор, электронная почта, электронный календарь, компьютерные и телеконференции, видеотекст, хранение изображений, а также специализированные программы управленческой деятельности: ведения документов, контроля за исполнением приказов и т. д.

Библиографические ссылки

1. Армстронг М., Барон А. *Performance Management. Управление эффективностью работы. Performance Management: The New Realities. Серия: Developing Practice. Hippo, 2007. 384 с.*
2. Гринберг А. С., Горбачев Н. Н., Бондаренко А. С. *Информационные технологии управления. М. : Юнити-Дана, 2008.*
3. Михеева Е. В.. *Информационные технологии в профессиональной деятельности. М. : Академия, 2007.*
4. Елизаветина Т., Денисова М.. *Делопроизводство на компьютере. СПб. : Питер 2007.*
5. Ивасенко А. Г., Гридасов А. Ю., Павленко В. А. *Информационные технологии в экономике и управлении. М. : Кнорус, 2007.*

© Бородин А. С., 2012

УДК 004.9

А. В. Бутрина

Научный руководитель – А. П. Багаева

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

БИОМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЛИЧНОСТИ

Дается характеристика биометрическим технологиям, которые способны идентифицировать личность человека, рассказывается о сферах применения этих технологий. Рассматриваются биометрические системы идентификации и принципы их работы. Раскрываются типы идентификации личности.

Сегодня мы живем в информационном обществе, и главным ресурсом в нашем мире является информация. Именно на основе владения информацией о самых различных процессах и явлениях можно эффективно и оптимально строить любую деятельность. Информация сегодня стоит дорого и её необходимо защищать. Существуют такие методы обеспечения безопасности информации как: программные, законодательные, физические средства, механизмы шифрования. Также на сегодняшний день

стремительно развиваются биометрические технологии, которые на основе биологических параметров человека обеспечивают безопасность информации на очень высоком уровне.

Идея использования биометрических параметров человека в целях идентификации личности по праву принадлежит писателям-фантастам (Роберт Хайнлайн, Айзек Азимов и др.). Учёные, в свою очередь, взялись за воплощение мечты в реальность, создав специальную науку под названием биометрика.

Биометрика – термин, который раньше определялся только как «вспомогательная биологическая дисциплина, пользующаяся математическими приемами для количественного анализа биологических явлений». Сейчас, когда мы говорим «биометрика» мы чаще всего имеем в виду науку о распознавании личности человека по его биологическим характеристикам, таким как папиллярный рисунок пальцев, строение лица, строение радужной оболочки глаза, особенности голоса, геометрия руки. То есть распознавание по врожденным или медленно меняющимся характеристикам, индивидуальным для каждого человека.

Вместе с этой наукой стремительно стали развиваться биометрические технологии распознавания личности человека. Начиная с XIX века, биометрические технологии, в первую очередь дактилоскопические, применяются в криминалистике, а с конца прошлого века, в связи с развитием техники, возникла возможность формализовать алгоритмы распознавания человека по его внешнему виду или особенностям поведения и применять для этого автоматизированные системы. Биометрические технологии в настоящее время переживают период бурного развития. Во многом этот рост связан с решениями правительств ведущих государств об их применении в паспортно-визовых документах, что направило в эту область крупные финансовые и материальные ресурсы. Существует и огромный интерес общества к данным технологиям.

До 11 сентября 2001 года, биометрические системы обеспечения безопасности использовались только для защиты военных секретов и самой важной коммерческой информации. Ну а после потрясшего весь мир террористического акта ситуация резко изменилась. Сначала биометрическими системами доступа оборудовали аэропорты, крупные торговые центры и другие места скопления народа. Повышенный спрос спровоцировал исследования в этой области, что, в свою очередь, привело к появлению новых устройств и целых технологий. Стали разрабатывать множество различных биометрических систем, которые работают по принципу: сначала в образец заносятся биометрические характеристики человека, для большей точности часто делается несколько образцов. Полученные данные обрабатываются и кодируются в цифровом виде. Биометрические системы защиты функционируют в двух режимах: *верификации* и *идентификации*.

Достоинства биометрических идентификаторов на основе уникальных биологических, физиологических особенностей человека, однозначно удостоверяющих личность, привели к интенсивному развитию соответствующих средств. В биометрических идентификато-

рах используются статические методы, основанные на физиологических характеристиках человека, т. е. на уникальных характеристиках, данных ему от рождения и динамические методы. Самыми распространенными на сегодняшний день являются такие типы идентификации личности как *идентификация по отпечаткам пальцев, по лицу, по радужной оболочке глаза, по голосу, по почерку*.

Биометрия является новой стремительно развивающейся наукой. Уже существуют множество областей, в которых она активно используется на протяжении нескольких лет, и отдельно следует остановиться на новых перспективных направлениях ее использования. Все чаще организации из государственного сектора, образования, здравоохранения, транспорта и финансовых секторов используют мультифакторную проверку идентификации для усиления корпоративной безопасности.

Как уже отмечалось, в настоящий момент совершенствование биометрических технологий происходит ускоренными темпами. В первую очередь это приводит к тому, что повышается надежность и снижается стоимость для традиционных технологий: распознавания по отпечатку пальца, лицу и радужной оболочке глаза. Наряду со старыми технологиями появляются новые. Ряд из них – особенно распознавание по трехмерному образу лица – имеют значительный потенциал и способны в будущем серьезно изменить положение дел на биометрическом рынке. И, конечно, основным событием в области биометрии является уже начавшееся массовое внедрение данных технологий для паспортно-визовых документов. Данное событие приводит не только к технологическим изменениям и совершенствованию имеющихся на рынке систем и устройств, в будущем оно значительно изменит сам образ жизни людей. Эти изменения будут очень полезны для человечества. Биометрические технологии применяются не только для идентификации личности, но и для обеспечения безопасности общества в целом.

Библиографические ссылки

1. Гинце А. К. *Новые технологии в СКУД*. 2009. 68 с.
2. Российский биометрический портал. URL: <http://www.biometrics.ru/>
3. Титарченко Н. В., Тимошенко С. В. *Биометрическая идентификация в интегрированных системах безопасности*. 2009.
4. Тихонов В. А., Райх В. В. *Информационная безопасность: концептуальные, правовые, организационные и технические аспекты : учеб. пособие*. М. : Гелиос АРВ, 2009. 125 с.

© Бутрина А. В., 2012

С. И. Волкова
Научный руководитель – Т. Г. Долгова
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ ПЛАТЕЖЕЙ

В настоящее время для решения проблемы безопасности электронных платежей все больше используют биометрические технологии. В статье рассказано о некоторых из них: EyeLock, Voice Transact, VoicePay.

В настоящее время банки все больше используют в своей работе современные технологии. И, как любые сложные системы, вместе с полезными возможностями они предоставляют множество путей для манипулирования ими в корыстных целях. Так же в последнее время число платежей через онлайн кошельки и виртуальные деньги только увеличивается, тем самым увеличивается и риск кражи денежных средств пользователей.

При реализации систем на базе персональных компьютеров становится возможным использовать стойкую криптографию и электронную цифровую подпись, но появляются другие возможности для кражи средств со счета.

Стандартным решением обеспечения безопасности платежей в Интернет является использование технологии SSL, базирующейся на криптографическом алгоритме RSA (по фамилиям авторов – Ривест, Шамур, Адлеман). Алгоритм RSA является мировым стандартом для шифрования с открытым ключом.

Noyos – одна из фирм, занимающихся разработкой сервисов для повышения безопасности систем онлайн платежей. В этом году она презентовала свой новый продукт – EyeLock. Это гаджет, который определяет личность пользователя при помощи цифровых биометрических технологий и проверки радужной оболочки глаза человека. Известно, что радужка уникальна у каждого человека, и простые хакеры, которые хотят нажиться на доверчивых пользователях Интернета, не станут так усложнять себе жизнь, подделывая ее. Так что любой обладатель устройства EyeLock окажется на 100 % защищенным от нападок злоумышленников. В продажу EyeLock пока не поступил, но стоит он будет предположительно \$99.

Так же существуют услуги по авторизации клиентов по их голосу. Такая концепция гарантирует, что данные или средства пользователя останутся защищенными, так как система оценивает и определяет клиента исключительно посредством его уникального голоса. На этой особенности и такой услуге основывает свою работу британская компания VoiceCommerce. Определение личности можно провести в любой точке мира и с любого мобильного устройства –

нужно всего лишь позвонить и тем самым продемонстрировать системе свой голос.

Сервисов, от VoiceCommerce, несколько. Первый из них – CashFlows. Он дает возможность принятия электронных платежей через Интернет или с помощью мобильного телефона. Реализация проходит с использованием покупателями пластиковых карт Visa и MasterCard.

Еще один сервис – Voice Transact. Он предлагает возможность узнавать клиентов через их голос и принимать от них платежи. С ней работают партнеры VoiceCommerce по всем миру из 51 страны. Такие платежи можно реализовывать с использованием мобильных устройств, Интернета или просто в розничных магазинах.

Еще одним таким сервисом является VoicePay, который дает покупателям шанс платить за товары без необходимости где-либо вводить или предоставлять данные о своих кредитных картах, а также их пин-коды. Если человек видит рекламу товара в различных СМИ с пометкой возможности использования VoicePay. Он набирает соответствующий номер, прослушивает информацию о товаре и его цене, и решает, подтверждать с помощью голоса покупку или нет. Система платежей VoicePay работает и в России.

Подводя итог, можно сказать, люди все больше заботятся о конфиденциальности своих личных данных, а многие крупные корпорации, использующие системы онлайн платежей, стремятся лучше защитить свои крупные денежные средства, находящиеся в особой опасности. Тем самым биометрические технологии становятся все более популярным и надежным способом защиты своих личных данных, ведь они способны определить человека по собственным только ему физическим характеристикам.

Библиографические ссылки

1. *Новости о деньгах [Электронный ресурс]. URL: <http://moneynews.ru/>*
2. *Технологии бизнеса в Интернет [Электронный ресурс]. URL: <http://www.emoney.ru/>*

© Волкова С. И., 2012

Е. К. Гершевич
Научный руководитель – Т. Г. Долгова
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПРИМЕНЕНИЕ OLAP-ТЕХНОЛОГИЙ И OLAP-СИСТЕМ В ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СФЕРЕ

Задача принятия эффективных решений на всех уровнях управления организацией (производственных, маркетинговых, и кадровых решений; решений, затрагивающих цены, скидки), которые в конечном итоге приведут к успеху всей организации в целом, может быть реализована с помощью применения OLAP-технологий и OLAP-систем.

OLAP (online analytical processing) – набор технологий для оперативной обработки информации, включающих динамическое построение отчетов в различных разрезах, анализ данных, мониторинг и прогнозирование ключевых показателей бизнеса. В основе OLAP-технологий лежит представление информации в виде OLAP-кубов.

OLAP-кубы содержат бизнес-показатели, используемые для анализа и принятия управленческих решений, например: прибыль, рентабельность продукции, совокупные средства (активы), собственные средства, заемные средства и т. д. Благодаря детальному структурированию информации OLAP-кубы позволяют оперативно осуществлять анализ данных и формировать отчеты в различных разрезах и с произвольной глубиной детализации. Отчеты могут создаваться аналитиками, менеджерами, финансистами и руководителями подразделений.

OLAP-система – это информационно – аналитическая система, построенная на базе OLAP-технологий. OLAP-системы интегрируют уже существующие системы учета, предоставляя пользователю инструменты для анализа больших объемов данных в реальном времени.

Существующие и широко распространенные в России типы OLAP-систем:

ROLAP; MOLAP; HOLAP; DROLAP; OOLAP; RTOLAP; In-memory OLAP; DOLAP; WOLAP; SOLAP; Application OLAP; SeOLAP; JOLAP; Mobile OLAP.

OLAP-системы эффективно решают следующие аналитические задачи:

- Анализ продаж.
- Анализ закупок.
- Анализ цен.
- Маркетинг.
- Движение денежных средств.
- Склад.

Решения на базе OLAP-технологий позволяют проанализировать тенденции и оптимизировать работу розничной сети:

- Консолидация данных (можно консолидировать информацию из территориально – распределенных подразделений и обогатить систему сведениями из множества источников данных).

- Аналитическая отчетность.

- Прогнозирование и оптимизация запасов (OLAP-системы реализуют самые современные алгоритмы, статистические, эконометрические и экспертные механизмы программирования. Они позволяют строить адаптивные модели, автоматически находить

сезонность и тренды, учесть сложное влияние множества внешних факторов).

- Программы лояльности (при помощи методов глубокого анализа данных можно понять особенности потребления клиентов и отношение клиентов к маркетинговым программам. Это даст возможность строить эффективные программы лояльности, не сводящиеся просто к предоставлению скидок, а предлагающей всем клиентам то, что их действительно интересует).

- Стимулирование спроса.

При использовании OLAP-технологий появляется возможность автоматизировать процессы выработки решений по клиентам банка, находить закономерности в огромных объемах данных и эффективно управлять рисками:

- Консолидация данных.

- Аналитическая отчетность.

- Кредитный скоринг (позволяет проводить выбранную кредитную политику и снижать уровень просроченной задолженности).

- Андеррайтинг (позволяет в несколько раз сократить время рассмотрения заявок).

- Прогноз остатков на счетах.

Широкое распространение и популярность OLAP-технологий и OLAP-систем объясняется тем, что они позволяют преодолеть ограничения традиционных информационных систем, проектировать отчеты без участия программистов, в реальном времени анализировать данные по любым категориям и показателям бизнеса на любом уровне детализации, производить мониторинг и прогнозирование ключевых показателей бизнеса. В результате чего руководство получает полное ясное видение ситуации и единый механизм учета, контроля и анализа, а также за счет автоматизации внутренних бизнес-процессов и повышения производительности сотрудников, уменьшается потребность в человеческих ресурсах. Это позволяет увеличить прибыль предприятия, что в свою очередь и является главной целью экономической деятельности.

Библиографические ссылки

1. Елманова Н., Федоров А. Введение в OLAP-технологии. 2010. С. 145–150.
2. Горбач И., Бергезер А. Microsoft SQL Server 2009 Analysis Services. OLAP и многомерный анализ данных. 2009. С. 230–245.
3. Барсегян А. А., Степаненко В. В., Холод И. И., Куприянов М. С. Технологии анализа данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP. 2010. С. 120–129.

© Гершевич Е. К., 2012

Ю. А. Гончарова
 Научный руководитель – Н. М. Андреева
 Сибирский федеральный университет, Красноярск

ЧТЕНИЕ ДАННЫХ ПЕРИОДИЧЕСКОГО РЕГИСТРА СВЕДЕНИЙ «1С:ПРЕДПРИЯТИЕ 8.1» МЕТОДАМИ ТАБЛИЧНОЙ МОДЕЛИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БАЗЫ

Представлена реализация применения методов табличной модели информационной базы для чтения данных периодического регистра сведений на примере конфигурации Итоги экзаменов. Конфигурация реализована в «1С:Предприятие 8.1».

В периодическом регистре сведений системы «1С:Предприятие» хранится актуальная информация на заданный момент времени и история ее изменения. Регистр сведений реализуется в виде нескольких виртуальных таблиц технологической платформы, они накапливают оперативные данные и обеспечивают получение итогов. Виртуальные таблицы периодического регистра сведений позволяют восстановить значение ресурса в заданный момент времени и детализировать их по измерениям и хронологии значений ресурса. Если регистр сведений используется в режиме подчинения документу-регистратору, то проведение документа порождает движение в регистре, отображаемое в виртуальных таблицах регистра [1].

Данные регистра сведений относятся к необъектным данным информационной базы. Комбинация ключевых реквизитов однозначно идентифицирует запись регистра сведений. Для периодического регистра сведений записи с одинаковыми значениями ключевых реквизитов различаются по времени. Для объекта дерева конфигурации «Регистр сведений» определяется свойство «Данные», которое содержит «Ресурсы» и «Измерения» регистра. «Ресурсы» используются для хранения информации, а «Измерения» определяют разрезы ее детализации.

Методы объектной модели информационной базы обеспечивают чтение данных регистра сведений посредством менеджера записей регистра. Методы табличной модели – запросы к виртуальным таблицам регистра более предпочтительны, так как при этом система «1С:Предприятие» обеспечивает оптимальность получения итоговых данных с заданной степенью детализации [2, с. 124–127].

Особенности применения методов табличной модели данных продемонстрируем на примере конфигурации Итоги экзаменов. Конфигурация реализована в «1С:Предприятие 8.1», включает следующие объекты: справочники, документы, отчеты и регистры сведений (рис. 1).

Структура справочников *Студенты* и *Дисциплины*: реквизиты: *Код*, *Наименование*; справочники иерархические, уровень иерархии – 2, тип иерархии – иерархия групп и элементов.

В справочнике *Студенты* 1-й уровень иерархии соответствует номерам групп, на 2-м уровне располагаются данные о студентах. В справочнике *Дисциплины* 1-й уровень иерархии соответствует году обучения, 2-й – дисциплинам. Данные справочников используются при формировании документов.

Документ *Ведомость* отражает результаты экзамена по дисциплине. Эти сведения сохраняются в информационной базе при проведении документа. В шапке документа располагаются реквизиты: *Курс*, *Группа*, *Дисциплина*. Реквизиты строки табличной части документа: *ФИО*, *Оценка*.

Регистр сведений *Данные* имеет измерения: *Дисциплина* и *ФИО* (тип – ссылки на справочники), *Курс* и *Группа* (тип – «текст»), ресурсы регистра: *Оценка* (тип – «число»). Регистр *Данные* – периодический, используется в режиме подчинения регистратору, периодичность – *По позиции регистратора*. Регистратором является документ *Ведомость*. Проведение документа *Ведомость* порождает движение в регистре *Данные*, формирует строки в виртуальных таблицах. Сведения регистра используются для формирования отчета об итоговых (последних по времени получения) оценках каждого студента.

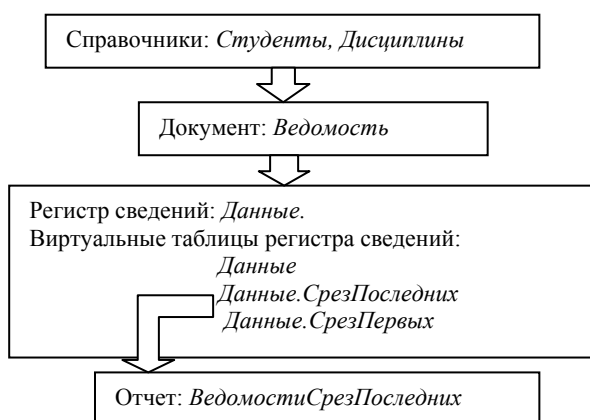


Рис. 2. Виртуальные таблицы периодического регистра сведений *Данные* конфигурации «Итоги экзаменов»

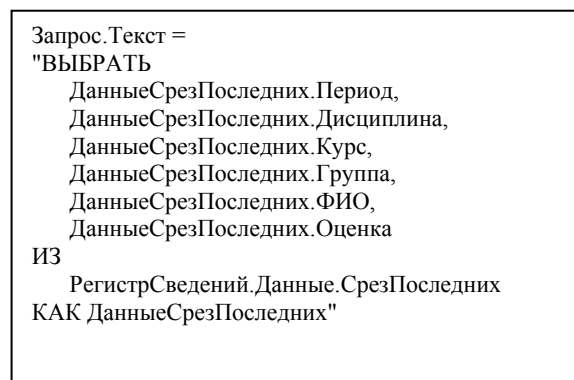


Рис. 2. Текст запроса получения данных виртуальной таблицы *Данные.СрезПоследних*

Выходной документ *ВедомостиСрезПоследних* отражает итоговые (последние полученные) оценки студента. Выходной документ формируется в виде отчета по информации, накопленной в регистре сведений *Данные*. Для считывания данных используется один из методов табличной модели информационной базы – *СрезПоследних()* (рис. 2). Результат – виртуальная таблица регистра сведений *Данные.СрезПоследних*, она отражается в строках выходного документа *ВедомостиСрезПоследних*.

Функция технологической платформы «Замер производительности» позволяет определить временные затраты на выполнение той или иной операции. Например, при формировании отчета с помощью виртуальной таблицы *Данные.СрезПоследних* выборка данных занимает незначительную часть времени – 0,05 % от общих затрат.

Методы табличной модели информационной базы (виртуальные таблицы периодического регистра сведений) обеспечивают доступ к «производным» данными, необходимым для решения прикладных задач. Оптимальность получения этих данных обеспечивается системой.

Библиографические ссылки

1. Интерактивные уроки Н. Чистова для подготовки к экзамену на сертификат «1С:» [Электронный ресурс]. URL: http://www.wuala.com/GROOVY/Public/edu1c_ru_free_video/

2. Габеев А. П., Гончаров Д. И., Козырев Д. В., Кухлевский Д. С., Радченко М. Г. *Профессиональная разработка в системе 1С:Предприятие 8 / под ред. М. Г. Радченко. М. : 1С-Паблишинг ; СПб. : Питер, 2006. 808 с.*

© Гончарова Ю. А., 2012

УДК 004.071

Ю. Т. Жаркова

Научный руководитель – Т. Г. Долгова

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

ПРИМЕНЕНИЕ NFC-ТЕХНОЛОГИИ В ГЛОБАЛЬНОМ МАСШТАБЕ

NFC-технология становится популярной в современном мире и с каждым днём ее применение набирает обороты. Раскрывается возможность применения данной технологии в общественных сферах жизни, а также некоторые недостатки в использовании.

Телефон, как средство связи давно вошел в повседневную жизнь. Теперь телефон – это не только средство связи, но еще и личный идентификатор и кошелек, который всегда под рукой.

Near Field Communication, NFC («коммуникация ближнего поля») – технология беспроводной высокочастотной связи малого радиуса действия, которая дает возможность обмена данными между устройствами, находящимися на расстоянии около 10 сантиметров. Эта технология похожа на Bluetooth.

В NFC-модуле есть микропроцессор, который обеспечивает надежное хранение сервисных приложений, криптографическую защиту и поддерживает три канала связи.

О технологии NFC на мировом рынке заговорили лишь в 2004 году, когда компании Nokia, Royal Philips Electronics и Sony Corporation организовали NFC Forum.

Данную технологию применяют в метрополитене, банках, супермаркетах, на автозаправках, возможность бесконтактного включения автомобиля, оплата авиа перелетов и многое другое. В будущем можно считать, что NFC-модуль сможет заменить ключи от дома и автомобиля.

В Японии NFC активно используется местной сетью McDonald's, а в Гонконге, Сингапуре и Токио NFC-устройства – один из самых удобных способов оплаты проезда в метро.

В России на данный момент NFC используется для оплаты проезда в метрополитене – все, что нужно

сделать пользователю, это прислонить телефон к сенсорному устройству, после чего будет снята плата за проезд; на АЗС действует такая же схема; применяется как электронная доска; как средство обмена визитками; оплата за продукты питания и другие покупки.

В будущем, станет возможным замена привычных пластиковых карт, на смартфон со встроенным чипом, который будет совмещать в себе возможности сразу 6 банковских карточек.

Везде, где присутствует определенный знак, можно будет воспользоваться бесконтактным методом оплаты товаров и услуг.

Для массового использования нужно, что бы данная технология была во всех мобильных устройствах. Но это на самом деле лишь вопрос времени.

Нельзя данные и счета всех карточек просто перекладывать на телефон. Для этого нужна специальная структура.

На данный момент нет единого стандарта, по которому владелец любого телефона может совершить любой платеж (в любом магазине, банке, фитнес-центре и т. д.)

Говоря о недостатках, телефон можно потерять или его могут украсть. Тогда все данные придется блокировать.

С развитием NFC, хакерское сообщество будет предпринимать попытки взлома мобильных устройств, с целью получить к ним полный доступ. Взломать смартфон гораздо легче, чем проникнуть в банк данных.

Тем не менее, данная NFC технология набирает обороты в своем применении.

Библиографические ссылки

1. Near Field Communication: http://ru.wikipedia.org/wiki/Near_Field_Communication.
2. NFC: настоящее и будущее технологии. URL: <http://habrahabr.ru/company/Nokia/blog/129007/>
3. URL: <http://habrahabr.ru/company/beeline/blog/128564/#habracut>.
4. Готовы ли вы использовать NFC уже сегодня? URL: <http://www.mforum.ru/phones/tests/097423.htm>.

5. Бесконтактные платежи. URL: <http://habrahabr.ru/company/beeline/blog/128564/#habracut>.

6. Технология NFC: что это и зачем нужно? URL: <http://www.pro-smart.ru/?p=3062>.

7. Технология NFC: Идешь в магазин – не забудь телефон. URL: http://colloquy.ucoz.ru/blog/tekhnologija_nfc_idesh_v_magazin_ne_zabud_telefon/2011-08-09-2080.

© Жаркова Ю. Т., 2012

УДК 004.896

Е. Г. Корнилов, Р. В. Чернега
Научный руководитель – В. В. Кукарцев
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ В ОСВОЕНИИ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

Рассматриваются цели, основные принципы работы интеллектуальных систем в освоении космического пространства, а также приводятся примеры успешного применения интеллектуальных систем.

Новая эпоха в истории человечества, а именно эпоха исследования и использования космического пространства началась в 50-е годы с запуском Советским Союзом первого в мире искусственного спутника Земли. Освоение космоса является необходимым условием развития современного государства. Насущной задачей любого государства является техническое обеспечение национальной безопасности. Наблюдение из космоса с использованием глобальной системы спутниковой связи позволяет с высокой эффективностью проводить в жизнь меры по защите суверенитета и территориальной целостности страны. Кроме того, космические информационные системы стали неотъемлемым элементом нового, информационного уклада, к которому переходят развитые страны. Также актуальной задачей развитых стран является более активное использование в экономике передовых достижений космической отрасли. Продвижение специфических разработок космонавтики (новых материалов, технологий, приборов и оборудования) в другие отрасли способно принести высокий экономический эффект.

Использование интеллектуальных систем в освоении космоса в наше время становится одной из самых актуальных проблем в развитии, как экономической отрасли, так и научно-технической области любого государства.

Сейчас очень актуальны вопросы о создании искусственного интеллекта, а также о его способности к полноценному мышлению. В освоении космоса эти вопросы задаются как можно чаще, чем в других отраслях, так как обычно большинство процессов по передаче данных происходят при участии человека. Разрабатывается последовательность программ, по своему виду похожие на алгоритм, затем пересылаются на космический аппарат. Этот процесс весьма од-

нообразный и занимает достаточно большое количество времени и зачастую никогда полностью не исключает случайных потерь очень ценных данных. Искусственный интеллект находит решение данных задач и вводится теперь для космических экспедиций как вспомогательная технология. Применение искусственного интеллекта уже приобретает высокую популярность, а также уже некоторые опыты достигли значительно высоких результатов. К примеру, «Марс Экспресс» - первая европейская экспедиция исследования глубокого космоса, которая использует на Земле инструмент искусственного интеллекта, под названием MEXAR2. Данная система занимается интеллектуальным проектированием, которое оптимизирует расписание передачи и генерирует команды, необходимые для осуществления передачи данных. Раньше пакеты данных и команды могли быть утеряны. С MEXAR2 любые потери пакетов почти полностью устраняются. После успеха данного проекта, ученые работают над применением существующей технологии искусственного интеллекта для решения других проблем. В будущем рассматривается работа искусственного интеллекта для следующих экспедиций в космос.

Исследователи из многих университетов разрабатывают интеллектуальные системы управления, предназначенные для установки на космические корабли и искусственные спутники. Такие системы управления не имеют аналогов в мире и позволяют космическим аппаратам самостоятельно думать и принимать решения. Одним из примеров такой интеллектуальной системы является система, получившая название «Sys-Brain». В отличие от обычных систем управления, использующих в качестве программы наборы машинных кодов или специализированных инструкций, в основе системы «SysBrain» лежит так называемый

естественный язык программирования (Natural Language Programming, NLP). Используя язык NLP, система «SysBrain» в состоянии осуществлять осознанные действия, просто «прочитать» инструкцию по эксплуатации того или иного устройства, написанную на техническом английском языке «sEnglish». Возможность новой системы управления дают космическим аппаратам помимо обычных возможностей управления движением и навигации в пространстве, способности самостоятельно приспосабливаться к особенностям выполняемых миссий, вовремя обнаруживать возникающие проблемы, самостоятельно выполнять ремонтные работы и даже принимать самостоятельные решения касательно того, каким способом лучше выполнять задачи миссии.

В последние годы в связи с активным развитием системы наблюдения за космическим пространством резко увеличилось количество зарегистрированных космических объектов, сближающихся с Землей. В связи с этим все большую популярность приобретает вопрос о возможности столкновения этих объектов с

Землей и его последствия для человечества. Для решения данной задачи построена интеллектуальная модель, учитывающая все перечисленные проблемы данного процесса. Она позволяет оценить минимальный размер «опасного» объекта, который в случае входа в атмосферу планеты может достигнуть ее поверхности с определенной энергией.

Таким образом, интеллектуальные системы являются мощным инструментом для исследований в космосе, а также для обеспечения безопасности общества. Задача изучения и создания интеллектуальных систем вполне может оказаться одной из главных проблем в будущем, а также самым перспективным направлением XXI века.

Библиографические ссылки

1. Интернет источник: <http://www.ercim.eu>.
2. Интернет источник: <http://www.sysbrain.com>.
3. Интернет источник: <http://www.autonomy.com>.

© Корнилов Е. Г., Чернега Р. В., 2012

УДК 338.2

А. А. Кравец, В. В. Кукарцев
Научный руководитель – С. И. Сенашов
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОРГАНИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ СБОРА ДАННЫХ ПО МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ НА ТЕРРИТОРИИ КРАЯ

Рассмотрены правила формирования эффективной информационной системы сбора данных по медицинской помощи, которая позволила бы обеспечить программно-техническую поддержку в реализации программы обеспечения доступности и повышения качества медицинского обслуживания в крае.

Эффективная деятельность системы обязательного медицинского страхования (ОМС) целью реализации «государственной политики по безусловному обеспечению гарантий населению на бесплатную медицинскую помощь за счет эффективного использования имеющихся ресурсов, при одновременном расширении доступности и повышении качества медицинского обслуживания» невозможна без использования современных экономических и математических методов анализа, моделирования и оптимизации расходов на медицинскую помощь [1].

Для эффективной организации и планирования деятельности системы ОМС необходимо вести учет значительных объемов информации о деятельности ее субъектов – страховых медицинских организаций (СМО) и лечебно-профилактических учреждений (ЛО). В то же время, одного анализа или планирования без организации эффективных механизмов контроля и мониторинга недостаточно для успешной работы системы, а их реализация на современном уровне требует накопления различных сведений в хранилищах информации. В связи с этим возникает необходимость формирования и поддержания в актуальном состоянии баз данных, информация из которых позволяет выполнять необходимые расчеты и аналитические выборы [3].

Для сбора, хранения и дальнейшей обработки исходной информации должны использоваться следующие базы данных:

- «Сводный регистр застрахованного населения края»;
- «Сводный реестр медицинской помощи в системе ОМС»;
- «База данных страхователей»;
- «Сводная база данных договоров ОМС».

Их наполнение, ведение и актуализация регулируются нормативными документами: положениями и регламентами, утвержденных стандартов. Ведение и распространение справочников осуществляется централизованно.

Сводный регистр формируется на основе сведений, поступающих из страховых медицинских организаций и используется для решения следующих задач.

Сведения, полученные в результате обработки регистра, используются в расчетах подушевого норматива и объемов финансирования СМО.

Обработка данных сводного регистра застрахованного населения позволяет привести в соответствие численность застрахованных граждан с данными официальной статистики по числу жителей края.

Система ОМС немыслима без детального учета медицинских услуг, оказанных застрахованным гражданами.

данам в ее рамках. Поэтому, создание и ведение сводного регистра (БД) медицинских услуг, выполненных по программе ОМС, является одним из важнейших условий эффективного функционирования системы. Данные в системе ОМС формируются на основе сведений из СМО обо всех принятых к оплате случаях оказания медицинской помощи.

БД «Сводный реестр медицинской помощи» осуществляет учет медицинских услуг, оказанных гражданам РФ в рамках программы ОМС в МО, действующих на территории субъекта, контроль и анализ деятельности МО и СМО;

Ведение Сводного реестра медицинской помощи регламентируется порядком информационного обмена в системе ОМС, в котором определены участники информационного взаимодействия, приведены стандарты передачи данных по оказанной стационарной и амбулаторно-поликлинической помощи

Условия, сроки и форматы предоставления информации определены документами, утвержденными Согласительной комиссией системы ОМС, договорами территориального фонда обязательного медицинского страхования со страховыми медицинскими организациями.

В организации эффективного информационного обмена можно выделить следующие основные компоненты:

- стандартизация протоколов и форматов информационного обмена, единых для всех участников;
- стандартизация справочной и нормативной информации (медицинской, экономической, территориальной и др.), организация централизованного ведения и распространения;
- Защита информационных ресурсов.

В медицинских учреждениях края для автоматизации деятельности поликлиник, в т. ч. по формированию сводного реестра медицинской помощи используются единые программные комплексы, что позволяет осуществлять централизованную разработку про-

граммного обеспечения, техническую поддержку и методическую помощь [2].

Полученная информация проходит обязательную техническую проверку (форматы, структура, условия заполнения, соответствие нормативным справочникам) и медико-экономический контроль. Выполняется расчет сумм, выставленных учреждением и полученным в ТФОМС.

Процесс приема и первичной обработки данных полностью автоматизирован. После выполнения технической проверки и первичной обработки принимаемых файлов формируются протоколы приема и отчеты по выявленным ошибкам. Ошибочные записи не принимаются, вносятся в отдельный файл и возвращаются в учреждение для их исправления и повторной передачи в ТФОМС.

Использование данного подхода при формировании информационной медицинской системы позволит сформировать «Сводный реестр медицинских услуг», служащий основой для формирования различных аналитических отчетов, позволяющих осуществлять мониторинг процесса оказания медицинской помощи в крае.

Библиографические ссылки

1. Концепция развития системы здравоохранения в Российской Федерации до 2020 г. // URL: www.zdravo2020.ru.
2. Ноженков А. И., Коробко А. В., Никитина М. И. Информационно-аналитическая поддержка формирования территориальной программы бесплатной медицинской помощи // Вестник КрасГАУ. 2006. № 13. С. 108–113.
3. Сборник методической материалов по повышению экономической эффективности деятельности участников системы ОМС на территориальном уровне. Т. 6 / под ред. А. М. Таранова, Д. Н. Усенко. М. : Федеральный фонд ОМС, 2006. 312 с.

© Кравец А. А., Кукарцев В. В., 2012

УДК 336.7

А. А. Лайкова

Научный руководитель – Т. Г. Долгова

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

ДИСТАНЦИОННОЕ БАНКОВСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

В современном мире наибольшее влияние на жизнь человека оказывают информационные технологии. С каждым годом увеличивается число людей, предпочитающих пользоваться различными услугами с помощью телефона или Интернета, поэтому все большее распространение получают и системы удаленного банковского обслуживания. В статье описываются разновидности таких систем, предоставляемые ими услуги и развитие их в России.

Дистанционное банковское обслуживание (ДБО) – способ предоставления банковских продуктов и услуг клиенту с использованием средств телекоммуникаций.

В зависимости от программно-аппаратных средств, используемых для оказания услуг, системы

ДБО можно разделить на следующие виды: системы «Клиент-Банк», системы «Телефон-Банк», предоставление услуг посредством устройств банковского самообслуживания.

Системы «Клиент-Банк» предоставляют полноценное банковское обслуживание через персональный

компьютер и подразделяются на два типа: «Банк-клиент» и Интернет-банкинг. При использовании системы «Банк-клиент» на компьютере пользователя устанавливается специальная программа, которая хранит различные данные. Клиент также может управлять средствами на счетах в банке, осуществлять такие операции, как, например, оплата услуг, денежные переводы, гашение кредита и т. д. Интернет-банкинг осуществляется через обычный интернет-браузер. Так как эта система не требует установления дополнительных программ на компьютер пользователя, ее называют «тонким клиентом», а «Банк-клиент», соответственно, «толстым клиентом». На сегодняшний день, интернет-банкинг - это наиболее востребованный и распространенный вид ДБО.

Системы «Телефон-Банк» основаны на предоставлении банковских услуг посредством телефонной связи: в режиме голосового доступа, с помощью текстовых сообщений – SMS или с помощью WAP-приложений. SMS-информирование является неполным вариантом мобильного банкинга. Мобильный банкинг – это оказание услуг ДБО на основе мобильных технологий. В полном смысле этот сервис подразумевает использование сотовых телефонов в качестве такого же средства платежа, как и банковская карта. Это второй по популярности вид услуг ДБО в мире. WAP-телефония позволяет передавать информацию из Интернета на дисплей мобильного телефона. Для этого телефон должен быть оснащен war-браузером для просмотра сайта банка.

Технологии ДБО с использованием устройств банковского самообслуживания осуществляется с помощью банкоматов (АТМ-банкинг) или платежных терминалов. Банкомат предназначен для выдачи и приема наличных денежных средств, для чего применяются платежные карты, а также для выполнения других действий. С помощью платежных терминалов в основном осуществляется оплата товаров, услуг или гашение кредитов.

В России более половины банков имеют системы удаленного доступа. Ежегодный рост спроса на интернет-услуги составит в ближайшие годы, как минимум, 100 %. С помощью услуги интернет-банкинга в ближайшем будущем будет осуществляться до 50 % платежей. Многие банки собираются в скором времени перейти к полноценному виртуальному обслуживанию, который помимо интернет-обслуживания, будет включать в себя смс-банкинг, телефон-банкинг, war-банкинг [1].

Достоинствами технологий ДБО являются оперативность, простота и удобство, скорость осуществления операций. Эти системы обеспечивают клиентам круглосуточный доступ к своим счетам. Более того, осуществлять операции посредством систем удаленного доступа значительно дешевле, чем в отделениях банка. Таким образом, ДБО позволяет эффективнее использовать важнейшие ресурсы на сегодняшний день – время и информацию, что делает этот способ предоставления и получения услуг еще более привлекательным как для банков, так и для их клиентов.

Библиографические ссылки

1. Антонов К. А. Дистанционное банковское обслуживание в Российской Федерации: состояние и тенденции // *Финансы и кредит*. Вып. 17. 2011. С. 44–48.
2. Кирьянов М. Мобильный банкинг сегодня и завтра // *Банковское дело*. Вып. 12. 2010. С. 72–75.
3. Ревенков П. В. Электронный банкинг: риск взаимодействия с провайдерами // *Финансы и кредит*. Вып. 17. 2011. С. 38–43.
4. Дистанционное банковское обслуживание (ДБО) // *Главный портал банков и финансово-кредитных организаций РТ*, 27.11.2011 <http://www.bankrt.ru/info/185.html>.

© Лайкова А. А., 2012

УДК 004.9

Г. В. Ларченко

Научный руководитель – А. П. Багаева

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

АСПЕКТЫ, СВЯЗАННЫЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОННЫХ ДЕНЕГ

Исследуются теоритическое и практическое использование электронных денег в качестве нового средства платежа, особенности расчетов электронными деньгами, а также нормативно-правовые и денежно-кредитные аспекты регулирования их деятельности.

Мы каждый день пользуемся электронными деньгами и уже не представляем жизни без данной услуги. Электронные деньги пользуются популярностью благодаря удобству и легкости обращения. Все финансовые операции стали проще и быстрее, благодаря появлению в обращении таких денег.

Электронные деньги – это платежные средства на пластиковых носителях, в которых используются электронные схемы. Они означают перевод денег со счета на счет, начисление процентов и другие опера-

ции посредством передачи электронных сигналов без участия бумажных носителей денег. Несомненно, это технология XXI века, которая будет развиваться и в будущем станет широко распространенным способом платежа.

Электронные деньги разделяют на два вида по носителю:

- на базе карт (card – based);
- на базе сетей (network – based).

В наше время Интернет был в большинстве своем «захвачен» электронными деньгами «на базе сетей», которые смогли занять новый рынок и наиболее точно приспособиться к требованиям пользователей:

1. Для открытия счета (кошелька) не надо вставать от компьютера.
2. Для оплаты товаров (услуг) также не надо вставать от компьютера.
3. Возможность анонимного использования системы.
4. Пополнения счета из традиционных источников (карты, переводы, чеки).
5. Обмен разных видов «электронных валют», в том числе обмен на традиционные деньги.
6. Мгновенность платежей.
7. Повсеместность принятия электронных денег в сети Интернет.

При использовании электронных денег важную роль играет право на конфиденциальность.

Право на конфиденциальность покупки – естественное право, которым мы каждый раз пользуемся, платя наличными в магазине. Никто вас не спрашивает при этом, кто вы такой, как ваша фамилия и где вы живете. Никто не информирует ваш банк о том, что вы купили и на сколько. Осознавать и ценить это право начинаешь, пытаясь купить какую-нибудь мелочь в Интернете по карточке.

Еще одни весьма распространенные в отношении электронных денег вопросы – увеличивает ли эмиссия электронных денег размеры денежной массы в стране и может ли такая эмиссия привести к увеличению инфляции.

Эмиссия электронных денег может влиять на состояние денежной массы страны только в том случае, если их эмитентом выступает государство (Центральный банк) и которые обеспечены валютным (золотым) запасом этого государства.

К этому вопросу есть и такой политический подход: всемирные электронные деньги – единая мировая электронная валюта.

Еще один важный аспект в использовании электронных денег это валютный контроль.

Такой контроль отсутствует во многих цивилизованных странах, а в остальных явно видна тенденция к его либерализации. Развитие финансовых операций в Интернет приведет к ускорению этого процесса и полной ликвидации такого контроля, по крайней мере, в сфере розничных операций.

Против перехвата электронных денег работают мощные алгоритмы шифрования информации, осно-

ванные на таких методах криптографии как шифрование с закрытым ключом и шифрование с открытым ключом. Расшифровать послание в принципе возможно, но для этого понадобились бы компьютерные затраты в несколько миллионов долларов.

Большинство электронных платежных систем используют такие схемы, что банковская и персональная информация вообще не попадает к «продавцу». В некоторых системах эта информация вообще не «ходит» по Интернет, а передается один раз факсом, по телефону, с помощью обычной почты.

Большинство систем используют в своих схемах цифровую подпись (технология, основанная на шифровании с открытым ключом), которую также маловероятно подделать, как и расшифровать послание. Для подтверждения оплаты также применяются всевозможные идентификаторы пользователя и пароли.

Итак, в отличие от традиционных наличных денег оплата с помощью электронных денег не требует присутствия плательщика и получателя, так как передача может производиться дистанционно по Интернет или по телефону. А также обеспечивает быстроту и легкость проводимых операций.

Но главным и основным недостатком электронных денег по-прежнему является ненадежность проводимых операций через Интернет. Никто не может дать гарантии о выполнении той или иной операции. Таким образом, мы пользуемся электронными деньгами на свой страх и риск.

Библиографические ссылки

1. Дорофеев Б. Ю. Валютное право // *Право*. 2007.
2. Сопко В. В. *Бухгалтерский учет в промышленности и других отраслях народного хозяйства : учеб. пособие*. К. : Вищашик, 2007.
3. Гарнов Ю. Особенности применения регистров бюджетного учета в учреждении // *Бюджетные организации: бухгалтерский учет и налогообложение*, 2008. № 4.
4. О валютном регулировании и валютном контроле : федер. закон от 10 декабря 2003 г. № 173-ФЗ.
5. Афолина С. *Электронные деньги*. 2008.
6. Грачев М. *Центральные банки в эпоху электронных денег // Мировая экономика и международные отношения*. 2007.
7. URL: www.bizcom.ru.
8. URL: <http://www.webmoney.ru>.

© Ларченко Г. В., 2012

А. А. Моисеенко
Научный руководитель – А. П. Багаева
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИНТЕРНЕТ-БАНКИНГ

Исследуется интернет-банкинг, его основные цели и задачи, проблемы на пути внедрения, развитие интернет-банкинга в России и за рубежом. Рассматриваются услуги, предоставляемые интернет-банкингом, а также преимущества и недостатки.

Интернет банкинг или как его еще называют на западе E-banking – это технология дистанционного банковского обслуживания, которая позволяет вкладчикам банка получать доступ к информации о своих счетах и осуществлять операции по ним, используя интернет.

Первое упоминание о российских системах онлайн-банкинга связано с развертыванием в 1998 году системы «Интернет Сервис Банк» в Автобанке. Она предназначалась для физических лиц, а для управления счетами было достаточно лишь стандартного браузера.

Сегодня есть все основания предполагать, что в ближайшее время российский рынок интернет-банкинга ждут серьезные прогрессивные изменения, как количественные, так и качественные.

В будущем году продолжится экстенсивное развитие рынка корпоративного интернет-банкинга. Однако активное развитие будет возможно при условии, что сами банки начнут активнее продвигать услуги интернет-банкинга своим клиентам. Основная проблема рынка – слабая информированность клиентов банков о возможностях дистанционного обслуживания посредством интернет-банкинга.

В ближайшее время должны произойти серьезные изменения и в сегменте персонального интернет-банкинга. Мощным толчком в развитии рынка должен стать выпуск ведущими разработчиками систем интернет-банкинга решений, ориентированных исключительно на физических лиц.

Интернет-банкинг – это система удаленного получения банковских услуг через Интернет. Виртуальное общение с банком осуществляется в интерактивном режиме – через сайт банка. Для работы в системе необходимо подключить эту услугу в офисе банка и иметь возможность выхода в Интернет через совместимый браузер. Управление счетом возможно из любой точки мира, с любого компьютера, подключенного к Интернету.

Возможности интернет-банкинга позволяют:

Отправлять в банк все виды финансовых документов.

1. Получать выписки и документы по всем счетам в банке за любой период времени.

2. Отслеживать все этапы обработки платежных документов в банке в режиме реального времени.

3. Оперативно получать сообщения об ошибках.

4. Работать в одном интерфейсе со счетами в разных банках.

5. Осуществлять просмотр и печать входящих и исходящих платежных документов.

6. Отличие интернет-банкинга от классической системы «Клиент-Банк».

По данным Банка международных расчетов, наибольшее распространение интернет-банкинг получил в Австрии, Финляндии, Корее, Сингапуре, Испании, Швеции и Швейцарии, однако занимаются им преимущественно традиционные, а не «виртуальные» банки. В Финляндии до одной трети клиентов пользуются банковским обслуживанием через Интернет.

В заключение можно сделать следующие выводы:

1. Интернет-банкинг в России и ее регионах развивается быстрыми темпами. В перспективе интернет-банкинг займет достойное место в денежном обороте, ввиду удобства управления счетами с помощью Интернета. Интернет-банкинг при этом значительно экономит расходы банка.

2. Анализ особенностей оказания Интернет-услуг в региональной системе коммерческих банков позволил выявить существенные препятствия на пути развития Интернет-банкинга, такие как:

низкая степень информатизации регионов;

неразвитость розничного обслуживания при диверсифицированном обслуживании юридических лиц, в том числе с использованием электронных расчетов;

непризнание электронной подписи, что существенно затрудняет проведение электронных транзакций;

отсутствие основных принципов Интернет-банкинга;

отсутствие минимальных требований, касающихся защиты конфиденциальной банковской и финансовой информации.

3. Будущее Интернет-банкинга в регионах связано с развитием розничного банковского обслуживания. При этом очевидно, что первенство будет за крупными отечественными банками, которые уже успешно осваивают интернет-пространства, увеличивают количество предоставляемых услуг и повышают уровень сервиса.

Развитие услуг интернет-банкинга в региональных коммерческих банках будет способствовать некоторому росту регионального финансового рынка за счет отдаленных пользователей услуг банков в Интернете; экономии фонда заработной платы на содержание штата сотрудников банков и снижению расходов на содержание филиалов за счет того, что операции, проводимые региональными банками, будут полностью автоматизированы; расширению спектра оказываемых банковских услуг и повышению стандартов обслуживания клиентов. Таким образом, в России

имеется огромный потенциал для развития новых банковских технологий с использованием возможностей Глобальной сети.

Библиографические ссылки

1. Висяцев А. Вытеснит ли Интернет-банкинг филиальные сети? // Банковское дело в Москве. № 8. 2009.
2. Гаджиев А. А., Велиева Ж. Э. Автоматизированная система «клиент-банк» в действии..

3. Говядинова Н. Н., Голенда Л. К. Автоматизированные системы безналичных расчетов : учебник. М., 2008.

4. Деньги. Кредит. Банки : учебник / под. ред. В. В. Иванова, Б. И. Соколова. М. : Проспект, 2008. 624 с.

5. Джанбалаев М. // Банковское дело. 2007. № 10. С. 47–51.

6. Мухачев П. Платежи и банки в Интернете (аналитический обзор) // Мир Internet, 2009. № 11. С. 28–33.

© Моисеенко А. А., 2012

УДК 004

В. В. Онтужев, Г. А. Пузанова
Научный руководитель – О. А. Антамошкин
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММ, РАСПРОСТРАНЯЕМЫХ ПО ЛИЦЕНЗИИ GNU/GPL В РОССИЙСКИХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

Рассмотрены основные проблемы применения программ, распространяемых по лицензии GNU/GPL в российских организациях и государственных и муниципальных органах Российской Федерации.

На российских коммерческих предприятиях в настоящее время применяется платное закрытое программное обеспечение. Это приносит предпринимателям достаточно большие затраты. Однако сейчас существует альтернативное бесплатное программное обеспечение с открытым исходным кодом – свободное, которое не уступает по качеству коммерческому.

Цель данного исследования – определить, в каких границах возможно применение лицензии GNU/GPL в Российских организациях.

Особый интерес вызывает лицензия GNU General Public License – лицензия на свободное программное обеспечение, созданная в рамках проекта GNU в 1988 г.

Тексты лицензий GNU/GPL находятся в свободном доступе в сети Интернет и могут быть свободно скопированы и распечатаны пользователем. В тех странах, где это не противоречит местному законодательству, свободные лицензии имеют силу без подписи и печати лицензиара, в электронном виде. Лицензия обязательно присутствует в виде ссылки на текст в коде открытого программного продукта. При покупке так называемой «коробочной» версии дистрибутива, лицензионное соглашение будет в нее вложено в виде специально напечатанного документа. Соглашение в виде текстового файла всегда можно найти и скачать при загрузке образов программных продуктов из сети Интернет.

На уровне конечного пользователя (например, корпоративного) возникает вопрос – на каком языке должна быть лицензия, так официальной русскоязычной версии GNU/GPL на данный момент не существует. Если в составе приобретаемого им решения присутствует программа для ЭВМ или база данных в неизменённом виде, то конечный пользователь может легально ими пользоваться на основании исходного лицензионного договора с разработчиком, даже если

он составлен на иностранном языке, как уже говорилось выше. Однако, из практических соображений желательно, чтобы даже в этом случае поставщик передавал пользователю соответствующие права по лицензионному договору, составленному на русском языке в соответствии с российским авторско-правовым и иным законодательством. Из этих же соображений желательно, чтобы этот договор был в письменной форме на бланке и с печатью поставщика.

Если же в состав решения входят модифицированные поставщиком программы для ЭВМ и или базы данных, лицензионный договор на передачу пользователю прав на них в любом случае должен быть составлен на государственном языке.

Разрешению правовых сложностей при использовании свободного программного обеспечения, распространяемого под лицензией GNU/GPL различных версий, в деятельности малого бизнеса повешено письмо министерства экономического развития Российской Федерации от 5 мая 2009 г. № Д05-2235[1].

По мнению Минэкономразвития России, использование свободного программного обеспечения не может являться основанием для применения санкций и создания препятствий в осуществлении предпринимательской деятельности при контроле за соблюдением авторских прав.

Но оптимистические взгляды Министерства экономического развития Российской Федерации не всегда разделяются контрольными и надзорными органами, в силу того, что прямые положения о свободном распространении программ в Российском законодательстве отсутствуют. В связи с этим, организациям, использующим программы по лицензии GNU/GPL, можно предложить следующие рекомендации.

Лучшим способом доказать легальность приобретения свободного программного обеспечения являет-

ся сбор максимального количества материальных свидетельств того, что данный продукт был приобретен добросовестно. Свободное программное обеспечение, распространяемое бесплатно, может быть приобретено у российской компании-поставщика по номинальной цене (стоимости упаковки), либо в составе комплекса услуг (например, технической поддержки или услуг по внедрению программного обеспечения). В этом случае приобретатель получает комплект официальных документов, подтверждающих факт приобретения и легальность использования программного обеспечения (договор поставки, счет-фактуру, акт приема-передачи программного обеспечения).

Во всех случаях рекомендуется иметь полный пакет оригиналов или нотариально заверенных копий документов не только в головном офисе организации, но и во всех филиалах и отделениях организации, где используется указанное программное обеспечение.

Рекомендуется отражать все операции по приобретению программного обеспечения на балансе предприятия.

Кроме того, компаниям, распространяющим свободное программное обеспечение, можно порекомендовать представлять пользователям односторонние документы декларативного характера, дополняющие свободный лицензионный договор (и ни в коем случае не подменяющие его и не противоречащие ему). «Декларация о правах» («Уведомление о правах», «Информация о правах» и т. п.) должна содержать информацию на русском языке о перечне прав, переданных пользователю, который может воспроизводить по содержанию ту или иную свободную лицензию [2]. Фактически предназначение такого документа – продублировать (но не подменить) содержание свободной лицензии, учтя при этом положения российского законодательства. Декларативные документы

могут оказаться особенно полезными при удаленном взаимодействии сторон, когда заключить договор с каждым отдельным пользователем затруднительно. Предоставить пользователю вместе с экземпляром произведения соответствующую декларацию гораздо проще.

Общий принцип, которому надо следовать при составлении таких документов (как договора, так и декларации): по ним должно быть возможно установить перечень переданных пользователю или распространителю прав на программное обеспечение (и, если это договор, еще и стороны договора, одна из которой передает права другой), причем в соответствии с гражданским законодательством способы использования произведений должны быть перечислены в явной форме. При составлении документов допускается использовать «разговорную» терминологию (разумеется, не в ущерб правовой).

Также поставщикам можно порекомендовать размещать подробную информацию о правах на распространяемое ими свободное программное обеспечение (включая документы, аналогичные «Декларации», приводимой в приложении) на собственных сайтах, которые могут быть продемонстрированы проверяющим в случае предъявления ими необоснованных претензий.

Библиографические ссылки

1. Министерство экономического развития Российской Федерации письмо от 5 мая 2009 г. № Д05-2235 // Минэкономразвития, 2009.
2. Свободное программное обеспечение в организации : сб. материалов. М. : INFO-FOSS.RU, 2008. 124 с.

© Онтужев В. В., Пузанова Г. А., 2012

УДК 004.9

В. В. Онтужев, Г. А. Пузанова

Научный руководитель – О. А. Антамошкин

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

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ ПРИ НЕФОРМАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ РАЗРАБОТКИ

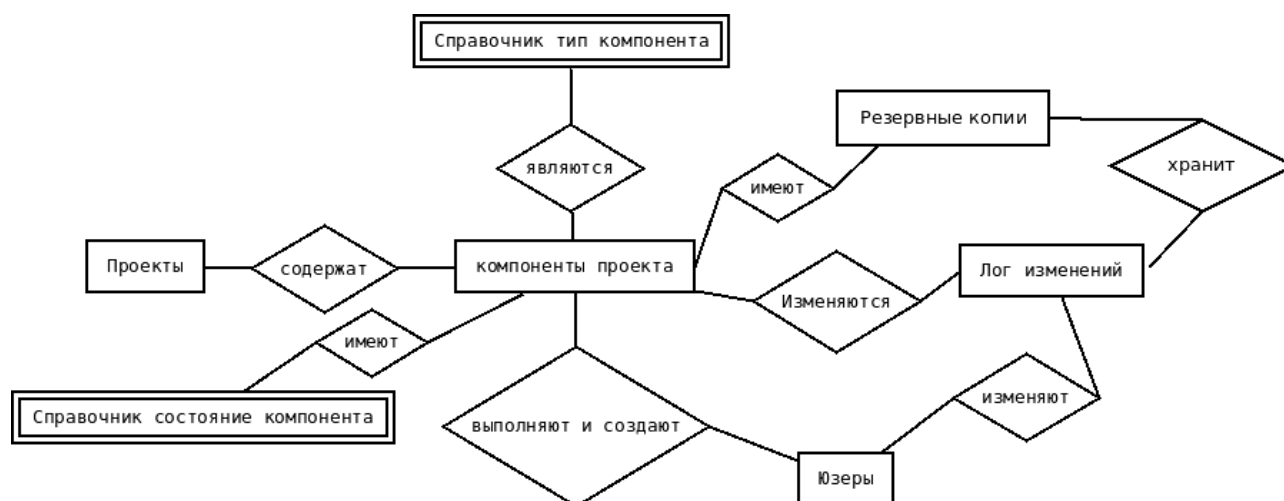
Описывается предложенный авторами проект системы управления проектами, предназначенный для неформальной организации разработки. Рассмотрены особенности и способы устранения недостатков неформального управления проектами.

Быстрая смена текущих задач и высокая степень неопределенности являются характерными чертами осуществления большинства проектов. В данных условиях доступность точной и своевременной информации часто определяет успех проекта в целом.

Информационная система управления проектом – организационно-технологический комплекс методических, технических, программных и информационных средств, направленный на поддержку и повышение эффективности процессов планирования и управления проектом [1].

Сейчас существует тенденция облегчать творческий труд, благодаря использованию информационных систем, это обосновывает необходимость разработки системы управления проектами, сохраняющей гибкость.

По наиболее распространенному мнению, неформальное управление проектом может работать хорошо для малых проектов с ограниченными задачами и ресурсами, но перестает работать уже на проектах относительно невысокой сложности. Но это не значит, что неформальная организация разработки не



Структура базы данных

может быть улучшено путем использования специализированной системы управления проектами, которая должна сохранить баланс между теми преимуществами, которые она даст пользователю и трудозатратами на ее освоение

Цель исследования – разработать проект информационной системы управления проектами, предназначенной для использования в малых неформальных группах.

Системы управления проектами при их применении в небольших неформальных командах проявляют многие свои недостатки. На освоение и использование таких систем тратится время. Необходимость создавать задачи, проставлять им статусы, расставлять приоритеты, все это корректировать, контролировать выполнение при сложной структуре системы и относительной простоте проекта занимает больше времени, чем система позволяет экономить.

Предлагаемая система управления проектами будет состоять из базы данных расположенной на удаленном сервере и локального клиентского приложения.

В базе данных будут содержаться все данные о проектах и их исполнении. В системе может быть любое количество проектов.

Каждый отдельный проект разделяется на компоненты следующих видов:

Задача – процесс, который необходимо выполнить, например: проверить данные на дублирование, протестировать систему на ошибки. Результат при завершении задачи – ее выполнение или невыполнение. Может иметь 4 состояния: невыполненная, в процессе исполнения, неактуальная, выполненная.

Проблема – какое-либо препятствие, которое необходимо устранить, например: исправить ошибку в обработке данных. Результат при решении проблемы – ее решение или не решение. Может иметь 4 состояния: нерешенная, в процессе решения, неактуаль-

ная, решенная. Как правило, не предусмотрена техническим заданием и планом решения.

Объект – это продукт, с которым ведется работа, имеет материальную или программную форму, например: база данных, программа, документация. Результат работы над объектом – законченный объект. Имеет 2 состояния: заверченный и незаверченный.

Каждый из компонентов может разделяться на другие компоненты, всего может быть несколько уровней деления.

Структура базы данных показана на рисунке. Все компоненты имеют обязательные реквизиты: название, описание, состояние, срок выполнения, срок окончания, то есть последний срок для исполнения, скрыт в системе до окончания нормального срока, нормальный срок – срок окончания, уменьшенный на величину резервного срока (определяется по правилам, введенным администратором системы). Обычно отображается в системе как срок исполнения, ответственный исполнитель.

Также по каждому объекту ведется журнал изменений, который является облегченной альтернативой системы управления версиями и включает в себя дату изменения, автора изменения, сведения о резервной копии.

Спроектированная система позволяет компенсировать такие недостатки неформальной разработки, как: менее жесткий контроль за своевременностью и качеством работы, нечеткое разделение зон ответственности, пренебрежение системами управления версиями, сложность планирования времени разработки.

Библиографическая ссылка

1. Полковников А. В. Эффективное управление проектами. М. : Ланит, 1998. 92 с.

© Онтужев В. В., Пузанова Г. А., 2012

А. В. Осипова

Научный руководитель – Е. Л. Вайтекунене
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АВТОМАТИЗАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ КОМПАНИЙ НА БАЗЕ ПЛАТФОРМЫ «1С: ПРЕДПРИЯТИЕ 8»

В условиях рыночной экономики каждая фирма старается найти оптимальные решения для организации своего бизнеса. Для того чтобы поддерживать конкурентоспособность компании на рынке, необходимо располагать адаптивными бизнес-процессами. Это позволит не только сэкономить средства, повысить эффективность и доход компании, но и вывести компанию на новый уровень.

Автоматизация бизнес-процессов – это явление, набирающее все большую популярность на современном рынке информационных технологий. Бизнес-процесс представляет собой совокупность взаимосвязанных мероприятий или задач, направленных на создание определенного продукта или услуги для потребителей [1].

Автоматизация помогает узнавать необходимую и достоверную информацию в кратчайшие сроки, что позволяет быстро ориентироваться в ситуации на рынке и принимать быстрые решения.

В зависимости от сферы деятельности зависят процессы, которые необходимо рассмотреть с точки зрения последовательности действий. Далее эти действия будут автоматизированы. Таким образом, деятельность любой компании можно представить в виде схем бизнес-процессов.

Разложив всю деятельность на последовательность этапов и результатов, можно управлять процессом более осознанно. Можно рассмотреть весь бизнес-процесс и скорректировать его [2]. Путем моделирования бизнес-процессов можно увеличить эффективность деятельности компании, при этом ничего не упустить важного.

Неотъемлемой частью проектов по автоматизации предприятий является описание и оптимизация бизнес-процессов. Формализация и оптимизация процессов дает четко понять то, как работает компания, стандартизировать процессы, снизить издержки, повысить качество работы и эффективность управления компаний.

«1С:Предприятие 8» является одним из программных продуктов, которые могут быть использованы для построения основы системы процессного управления. Набор средств и технологий, имеющихся в «1С:Предприятие 8», позволяет решить широкий спектр задач автоматизации учета и управления. «1С:Предприятие 8» имеет механизм бизнес-процессов, который позволяет описывать, создавать и управлять выполнением бизнес-процессов. Целью этого механизма является автоматизация цепочек связанных операций, направленных на достижение общей цели, обычно в контексте организационной структуры, определяющей функциональные роли и связи [3].

Бизнес-процесс описывает бизнес-логику в карте маршрута и управляет жизненным циклом созданных бизнес-процессов (экземпляров) от момента старта до

момента завершения. Модель бизнес-процесса становится автоматически исполняемой. Многократная автоматизация сократит время производственного цикла, и тем самым позволит увеличить объем выполняемых работ без привлечения дополнительных ресурсов.

Необходимым свойством описания бизнес-процесса является связь с задачей, которая задает систему адресации и позволяет проектировать карты маршрута в соответствии с поддерживаемой в прикладном решении организационной структурой.

Можно выделить следующие этапы проектирования бизнес-процесса:

- словесное описание бизнес-процесса;
- определение исполнителей задач бизнес-процесса;
- формирование задачи;
- проектирование бизнес-процесса представляет собой описание процесса в виде карты маршрута;
- создание необходимых экранных форм;
- программирование включает написание необходимых обработчиков.

Для конечного пользователя работа бизнес-процессов проявляется в том, что он имеет дело со списком задач, которые он должен выполнить. Сотрудник полностью концентрируется на выполнении своих непосредственных задач.

Бизнес-процессы формулируют и реализуют правила выполнения отдельных операций и их взаимосвязь, что позволяет значительно сократить или даже полностью исключить ошибки в ходе выполнения бизнес-процесса, связанные с человеческим фактором [4].

Преимуществом автоматизации является снижение материальных и трудовых затрат как за счет сокращения времени, затрачиваемого сотрудниками на выполнение своих обязанностей, так и за счет возможности использовать персонал меньшей квалификации. Правильно выстроенный бизнес-процесс призван уменьшить нагрузку на персонал, что делает любого работника легко заменимым и в свою очередь обеспечивает стабильное функционирование фирмы.

Механизм бизнес-процессов позволяет собирать информацию о работе системы не только качественную, но и количественную. Это дает возможность для проведения объективного анализа эффективности работы как организации в целом, так и отдельных его сотрудников.

Используя бизнес-процессы можно разработать или модернизировать информационную систему так, чтобы она учитывала всю специфику деятельности компании и исходила из существующих потребностей фирмы.

Таким образом, автоматизация бизнес-процессов дает повышение качества и эффективности организации работы бизнеса, получение новых возможностей для развития и совершенствования компании.

По данным многих организаций именно благодаря автоматизации удаётся значительно увеличить рентабельность предприятия. Сотрудники, работающие на автоматизированном рабочем месте, снабжённым новейшим оборудованием, работают гораздо эффективнее. К тому же благодаря автоматизации удаётся значительно эффективнее управлять бизнесом, оставаться конкурентоспособным, и увеличивать оперативность, и контролируемость происходящего [5].

Библиографические ссылки

1. Свободная энциклопедия Википедия. Бизнес-процесс [Электронный ресурс]. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Бизнес-процесс>.
2. Реинженеринг бизнес-процессов [Электронный ресурс]. URL: <http://lider-grup.ru/index.php?mainid=69&pageid=49/>
3. 1С:Предприятие 8. Бизнес-процессы [Электронный ресурс]. URL: <http://v8.1c.ru/overview/BusinessProc.htm>.
4. Колесов А. Автоматизация бизнес-процессов в системе «1С:Предприятие 8.0» // ВУЗ/Россия. 2005. № 03(79). С. 73.
5. Автоматизация бизнеса, что это такое? И нужно ли оно вообще? [Электронный ресурс]. URL: <http://bizifin.ru/avtomatizaciya-biznesa-cto-eto-takoe-i-nuzhno-li-ono-voobshhe>.

© Осипова А. В., 2012

УДК 004.9:351

А. Н. Павленко

Научный руководитель – А. П. Багаева

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

КОНЦЕПЦИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ПРАВИТЕЛЬСТВА

Исследуется концепция электронного правительства, его основные цели и задачи, проблемы на пути внедрения, российский опыт. Рассматриваются услуги предоставляемые электронным правительством, а также преимущества государства и бизнеса от внедрения электронного правительства.

Развитие информационных технологий становится сегодня важнейшим фактором жизни мирового сообщества. Опыт ведущих стран мира свидетельствует о том, что оказание государственных услуг в электронном виде предоставляет неоспоримые преимущества как для граждан, так и для государства. Именно для оказания этих услуг формируется электронное правительство.

Электронное правительство определяется как организация государственного управления на основе электронных средств обработки, передачи и распространения информации, предоставления услуг государственных органов всех ветвей власти всем категориям граждан электронными средствами.

К задачам электронного правительства следует отнести: оптимизацию предоставления правительственных услуг населению и бизнесу; поддержку и расширение возможностей самообслуживания граждан; рост технологической осведомленности и квалификации граждан; повышение степени участия всех избирателей в процессах руководства и управления страной; снижение воздействия фактора географического местоположения.

В условиях развития информационно-коммуникационных технологий все сферы деятельности государственных органов в электронном виде являются востребованными гражданами и организациями различных форм собственности. Актуальность данного направления подчеркивается динамичностью разви-

тия таких сфер как, социальная (ФСС, Пенсионный Фонд, ФМС), юридическая (адвокатура, нотариат, судопроизводство), экономическая (бюджет, финансы, налоги), культурная (наука, образование), медицинская, муниципальная сфера (ЖКХ) и т. д.

Таким образом, электронное правительство преследует следующие основные цели:

- оптимизация предоставления правительственных услуг населению и бизнесу;
- повышение степени участия всех избирателей в процессах руководства и управления страной;
- рост технологической осведомленности и квалификации граждан;
- снижение воздействия фактора географического местоположения;

Существует несколько подходов к реализации электронного правительства:

1. Технократический, или архитектурный подход.
2. подход институционализации ИКТ
3. «государственный информационный менеджмент».

Эволюция «электронного правительства» обычно состоит из следующих этапов.

1. Информационное присутствие.
2. Интерактивное взаимодействие.
3. Транзакционное взаимодействие.

Но на пути внедрения столь масштабной системы в социально-экономическую жизнь любой страны возникает целый ряд проблем: Необходимость изме-

нения внутренних процессов управления государственными структурами; Ведомственная ориентация услуг государственных органов на всех уровнях и отсутствие взаимобмена информацией между различными ведомствами и службами; Недостаточное развитие нормативно-правовой базы, регламентирующей внедрение ИКТ; Неготовность органов государственной власти к применению ИКТ и реорганизации своей деятельности; Информационное неравенство – недоступность для части населения страны средств обработки, выборки и передачи информации по телекоммуникационным сетям, включая и Интернет; Низкий уровень подготовки кадров в области ИКТ.

Электронное правительство предоставляет услуги как для граждан, так и для бизнеса. Притом преимущества от электронного правительства получают и бизнес и правительство.

В России электронное правительство представлено федеральной целевой программой «Электронная Россия (2002–2010 годы)», которая реализуется с 2002 г. В тексте программы ее глобальная цель обозначена как формирование в Российской Федерации инфраструктуры электронного правительства.

В данной статье выявлено, что «электронное правительство» – это форма деятельности органов государственной власти, при которой организации и граждане получают государственные услуги и информацию о деятельности государственных органов на качественно новом уровне оперативности и удобства за счет широкого применения ИКТ. Но развитие и проникновение инновационных технологий в экономики различных стран происходит неравномерно, находясь в зависимости от сложной совокупности экономиче-

ских, политических факторов, культурно-исторического наследия, особенностей менталитета. Вместе с тем, сегодня сложно представить процветающее государство, если его общество отрицает ведущую роль инноваций и придерживается консервативных позиций в сфере информационных технологий. Развитие ИКТ становится вопросом национальной стратегии и благосостояния граждан, а построение электронного правительства и развитие информационного общества – наиболее привлекательной идеей современности.

Библиографические ссылки

1. Малитиков Е. М. Электронное правительство – цивилизационная неизбежность // *Федеральная газета*. 2009. № 1. С. 4–5.
2. Франгулова Е. В. Сущность концепции «электронное правительство» и мировой опыт ее реализации // *Вестник АГТУ. Сер. Управление, вычислительная техника и информатика*. 2010. № 1.
3. Агамирзян И. В. Мировой опыт реализации концепции электронного правительства: [Электронный ресурс]. URL: http://www.microsoft.com/Rus/Government/analytics/egov_evolution.mspx.
4. Гриднев В. В. «Электронная Россия»: что осталось в сухом остатке // *eGov Russia концептуальное проектирование «электронного правительства»*. 2012. URL: <http://www.gridnev.info/?p=310>.
5. Федеральная целевая программы «Электронная Россия (2002–2010 годы)»: [Электронный ресурс]. 2012. URL: <http://www.elrussia.ru>.

© Павленко А. Н., 2012

УДК 657.4:004

О. С. Рябоконь

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

ЭЛЕКТРОННЫЕ СЧЕТА-ФАКТУРЫ

В 2011 году российские налогоплательщики и налоговые органы должны перейти к использованию электронного документооборота счетов-фактур. Что это означает для налогоплательщиков, и каковы ожидания бизнес сообщества от данного революционного изменения? Ниже даны ответы на эти вопросы, а также рассмотрены некоторые аспекты международной практики применения электронного документооборота.

На необходимость перехода к электронному документообороту в налоговых и коммерческих правоотношениях указывалось в Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации (утверждена Президентом РФ 07.02.2008 № Пр-212), а также в Основных направлениях налоговой политики РФ на 2011 год и на плановый период 2012 и 2013 годов (одобренны Правительством РФ 20.05.2010).

Как отмечается в данных документах, электронные счета-фактуры могут создавать стимулы для инновационной активности российских организаций, а также содействовать развитию и более широкому ис-

пользованию информационных и телекоммуникационных технологий в налогообложении.

Положительные результаты пробного проекта по созданию системы составления и выставления счетов-фактур в электронном виде позволили завершить обсуждения о необходимости внедрения в практику электронного документооборота счетов-фактур. В итоге летом 2010 года принят Федеральный закон от 27.07.2010 № 229-ФЗ (далее – Закон № 229-ФЗ), которым, в частности, установлена принципиальная возможность использования в РФ электронных счетов-фактур, что является существенным изменением имеющейся в настоящее время практики.

Законом № 229-ФЗ предусмотрена возможность составления и выставления счета-фактуры на бумажном носителе и (или) в электронном виде. Таким образом, электронные счета-фактуры призваны стать альтернативой бумажному документу. При этом названным законом не запрещено распечатывать электронные счета-фактуры на бумажном носителе.

В России счета-фактуры могут составляться в электронном виде по взаимному согласию сторон сделки и при наличии у сторон совместимых технических средств и возможностей для приема и обработки этих счетов-фактур.

К участникам электронного документооборота, которые вправе выставлять электронные счета-фактуры и принимать к вычету НДС на основании электронного счета-фактуры, выставленного по телекоммуникационным каналам связи, относятся:

- продавцы и покупатели товаров, работ, услуг;
- налоговые агенты;
- комиссионеры, агенты, действующие в интересах принципалов, которые осуществляют деятельность от своего имени.

Чтобы начать обмен нужно совершить следующие действия. Во-первых, получить в удостоверяющем центре сертификат ключа ЭЦП. Во-вторых, подать оператору электронного документооборота заявление, где обязательно должен быть указан определенный набор реквизитов (ИНН, сведения о владельце сертификата, сведения об инспекции, где организация или ИП состоят на учете и т. д.). В-третьих, получить у оператора идентификатор и реквизиты доступа для подключения к системе электронного документооборота.

Некоторые из преимуществ использования электронных счетов-фактур для компаний:

- экономия времени;
- экономия денег;

- доступ к счетам в любое время в любом месте;
- легкость и быстрота отслеживания онлайн счетов-фактур;
- существование защиты прав доступа;

В заключение отметим, что первый важный шаг в направлении перехода к электронным счетам-фактурам уже сделан. Как показывает практика, безусловно, у каждой страны есть свои особенности введения и использования электронного документооборота, однако все согласны, что введение электронных счетов-фактур существенно снизит затраты субъектов бизнеса, связанные с выставлением счетов-фактур, а также будет способствовать повышению эффективности налогового администрирования.

Библиографические ссылки

1. Как будет происходить обмен электронными счетами-фактурами/ электронный ресурс Бухгалтерия онлайн, 8 апреля 2011. URL: <http://www.buhonline.ru/pub/ths/2011/4/4546>.
2. Новая система – электронная счет-фактура/ электронный ресурс Налоговое планирование. URL: <http://www.pnalog.ru/material/sistema-elektronnyy-schet-faktura>.
3. Попова И. Г. Электронные счета-фактуры: перспективы развития и международный опыт/ журнал Налоговая политика и практика. 2011. № 7. С. 19–23.
4. Сергеева С. В. Счета-фактуры в электронном виде // Бухгалтерский учет. 2011. № 9. С. 9–11.
5. Сидорова В. В. Счета-фактуры: что в перспективе? // В курсе правового дела. 2010.
6. Электронные счета-фактуры. Интервью с С. В. Разгулиным // Бухгалтерский учет. 2011. № 3. С. 17–19.

© Рябоконе О. С., 2012

УДК 368:004

Л. А. Свердюк

Научный руководитель – А. П. Багаева

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

ИНТЕРНЕТ-СТРАХОВАНИЕ

Рассматривается интернет страхование их преимущества и недостатки. Перспективы развития страхования в интернете. Основание существования страховых компаний в интернете и их роль в современном мире.

Интернет представляет собой новый канал реализации страховых продуктов. Используя Интернет, страховщики могут проникать на рынок, минуя длительный и дорогостоящий процесс создания традиционных каналов продаж. На сегодняшний день порой сложно сделать правильный выбор страховой компании. Обилие информации в Интернете запутывает еще больше, чем если бы информации вообще не было. Чтобы сделать правильный выбор нужно обратиться к профессионалам. XXI век – век информационных технологий. В сфере страхования Россия вступает в него, используя «технологии будущего» – уни-

кальный вид услуг – страхование в сети Интернет. Получается, что наша страна встречает новое столетие, нет, даже новое тысячелетие, на своеобразной волне успеха. И главной задачей на будущее в современных условиях можно считать максимальное развитие имеющегося потенциала и создание крупнейший и известнейших не только в России, но и во всем мире, страховых Интернет-брендов. И пусть эти слова станут реальностью.

Сутью интернет-страхования является то, что страхование онлайн – это комплекс услуг, который помогает потенциальному клиенту выбрать наиболее

подходящий продукт. Функции интернет-страхования можно разделить на 2 группы к ним относятся: Во-первых, это презентация услуг компании. Клиент получает практически полную информацию, как о компании, так и о программах страхования, которые она предлагает. Также многие компании на своих сайтах предлагают онлайн консультацию специалиста. Во-вторых, это покупка полиса страхования. Компания на сайте проводит практически полный цикл продаж, начиная от расчета стоимости и заполнения заявления на страхование, заканчивая оплатой и получением самого полиса.

Теперь застраховаться можно не отходя от компьютера. Это можно сделать практически все: от автомобиля до жизни и здоровья. Достаточно уметь пользоваться интернетом, и вам не придется ездить по офисам компаний, общаться с менеджерами и слушать «полезную информацию» колл-центров. Современные технологии позволяют избежать этих бессмысленных временных затрат. Застраховаться через интернет можно несколькими способами. На сайте самой страховой компании. Как уже было описано выше, Вам стоит лишь зайти на сайт выбранной компании, рассчитать на онлайн калькуляторе стоимость полиса и заполнить анкету заявления, оставив свои координаты. На это уйдет минимум времени. На сайте страхового посредника. Многие страховые посредники, как агенты, так и брокеры, также предлагают онлайн страхование. Такой способ может оказаться более выгодным тем, кто решил застраховаться впервые и еще не определился с компанией — страховщиком. На сайте страхового супермаркета. Это такие сайты, которые помогают Вам выбрать подходящую страховку.

В результате можно сказать о том, что интернет-страхования в последнее время является выгодным прежде всего самим страховщикам. «Страхование

через Интернет уменьшает издержки». По данным специалистов, онлайн-страхование позволяет на 10–30, а то и на 40 % уменьшить издержки страховых компаний. Уже одно это позволяет снижать страховые взносы. А предприятия выгадывают во времени: не надо ездить на фирму, чтобы узнать подробности. Все сведения есть на сайте, в Интернет можно заходить в любое удобное время, не сообразуясь с возможностями страховой компании также можно сказать что будущее Интернет-страхования действительно волнует очень многих во всем мире. Интернет позволяет страховым компаниям значительно сократить издержки за счет использования новых каналов дистрибуции. В результате, по прогнозам экспертов, к 2005 году доходы страховщиков от Интернет-продаж вырастут до 16 %. Следовательно, будущее развитие Интернет-страхования впереди. В силу тех или иных причин, все сайты российских страховых компаний нельзя назвать полноценными интернет-представительствами этих компаний.

Таким образом, на данный момент, основной задачей сайта российской страховой компании является донесение потенциальному клиенту информации о самой компании и предоставляемых ею услугах, на данный момент времени очень опасны интернет мошенники. Мошенничество с использованием Интернета стало принимать угрожающие размеры, особенно в наиболее развитых в информационном плане странах. Уже подтверждено, что в нескольких тысячах случаев Интернет прямо или косвенно использован для мошенничества.

Поскольку Россия отстает в развитии коммуникаций и информационных технологий, то и масштабы воровства поменьше. Но это всего лишь вопрос времени.

© Свердлов Л. А., 2012

УДК 004.9:657.6

Я. Р. Тарасова

Научный руководитель – Т. Г. Долгова

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

НОВЕЙШАЯ ТЕХНОЛОГИЯ АУДИТА СЕТЕВЫХ РЕСУРСОВ EYE TRACKING

Задачу аудита технологий на всех уровнях управления рекламой и маркетинговыми условиями можно решить с помощью новой технологии EyeTracking, которая может дать самую четкую и точную оценку всех достоинств и недостатков интернет-сайтов и рекламных блоков.

EyeTracking – это новая технология, основанная на считывании направления взгляда пользователя во время просмотра информации на мониторе или баннере. Не вдаваясь в технические подробности, можно сказать, что за счет нескольких специальных камер взгляд пользователя считывается и обрабатывается, что помогает узнать, какие элементы привлекают наибольшее внимание. Данный способ анализа интереса в основном для тех, кто хочет получить точную информацию о своем Интернет-проекте, рекламе.

Технология EyeTracking помогает объективно

проанализировать привлекательность того или иного информационного продукта – рекламы, сайта. Точность такого метода является главной отличительной чертой. Суть состоит в том, что любые маркетинговые исследования основываются на опросах потребителей товаров и услуг. Но, не смотря на то, что обрабатываются данные, полученные разными людьми и с участием больших групп населения, данные исследования не позволяют исключить определенный личностный фактор. Часто опрашиваемый бывает не совсем объективен в ответе, пытается отозваться лучше об

определенном продукте. При анализе же физиологических данных, какими служат движение взгляда, его интенсивность, субъективизма можно избежать. Камеры четко фиксируют показатели и выдают объективную информацию о том, какие фрагменты страницы привлекли внимание пользователя [1].

Одной из целей исследования с использованием технологии EyeTracking является эффективность рекламы. Для рекламодателя довольно важно знать, как хорошо справляется его реклама с поставленными задачами. А это можно узнать при помощи объективного исследования [2].

EyeTracker состоит из компьютера с инфракрасной камерой и специального программного обеспечения, позволяющего анализировать поведение человеческого глаза, строить «карты внимания» и другие виды отчетов.

Для использования технологии вне лаборатории (в полевых условиях) используется мобильная система, которая состоит из прибора, вмонтированного в кейс и портативного ноутбука в заплечном рюкзаке.

С помощью мобильной системы можно проводить практические любые исследования поведения людей в реальной жизни [3].

Применение новой современной технологии EyeTracking является в настоящее время самой четкой и точной оценкой всех достоинств и недостатков интернет-сайтов и рекламных блоков. С помощью этой технологии можно исследовать и анализировать поведение и распределение внимания при проведении маркетинговых исследований, в экономике, в искусстве, эргономике и любых визуальных задачах в любой обстановке и для любых респондентов.

Библиографические ссылки

1. URL: <http://articlehost.ru/article/a-3549.html>.
2. URL: <http://www.eyetracking.com.ua/rus/>
3. URL: <http://www.itrack.ru/research/eyetracking/>

© Тарасова Я. Р., 2012

УДК 004.457

С. А. Тихонова

Научный руководитель – Ю. Ю. Вайтекунас
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАЗРАБОТКА CRM ДЛЯ ООО «АНСАМБЛЬ»

Рассмотрена проблема организации данных о клиентах ООО «Ансамбль» и использовании имеющейся информации при взаимодействии с клиентами. Приведены возможные пути решения выявленной проблемы и возможные информационные средства. Так же обозначена актуальность поставленной проблемы и ее решения. Сформулирована возможная дальнейшая область применения разработанного пути решения.

Объектом исследования стало Общество с ограниченной ответственностью «Ансамбль», занимающееся образовательной деятельностью в форме разовых лекций, стажировок, семинаров и других видов обучения, не сопровождающихся итоговой аттестацией и выдачей документов об образовании и (или) квалификации. ООО «Ансамбль» является юридическим лицом, ведет самостоятельный баланс, имеет обособленное имущество, личные банковские счета, открытые на территории РФ, для учета средств, полученных от предпринимательской и иной, приносящей доход деятельностью [1].

В ходе исследования были изучены основные процессы и информационные потоки в Обществе. В результате выявлен ряд актуальных проблем. Наиболее важной проблемой является хранение и обработка информации, необходимой для деятельности Общества. Каждый менеджер ведет собственный учет клиентов, используя средства MS Office Excel. В соответствии с темой предстоящего семинара производится выборка потенциальных участников. Контакт с организациями осуществляется посредством телефонной и электронной связи, а так же почтовых адресов, находящихся в открытом доступе. Вся работа менеджером минимально автоматизирована, что приводит к большим временным затратам при поиске и обработке необходимой информации. В результате плохо организованного ме-

тода хранения данных (много информации хранится на бумажных носителях), данные могут быть утеряны либо искажены, что еще больше увеличивает временные затраты на обработку и поиск. Все это ведет к недостаточно качественной работе с клиентами и, как следствие, к снижению прибыли.

Для устранения выявленной проблемы принято решение разрабатывать автоматизированную систему для работы с информацией о клиентах. В ходе подготовки к разработке рассматривались различные программные средства, такие как:

1. Quick Sales 2 занимается сбором и обработкой информации о клиентах и рынке в единой базе данных, расчетом вознаграждений сотрудников по результатам продаж, определяет процедуры и правила работы менеджеров по продажам, предоставляет менеджерам по продажам автоматизированные рабочие места, контролирует работу менеджеров по продажам и анализирует сбытовую деятельность компании, оценивает результативность маркетинга, защищает клиентскую базу [2].

2. Terrasoft предоставляет комплекс инструментов, позволяющих систематизировать данные о клиентской базе, процессы привлечения клиентов и развития отношений с ними, совершенствования системы продаж, маркетинга и обслуживания, повышения удовлетворенности клиентов [3].

3. SugarCRM – коммерческая CRM система с открытыми исходными кодами, разработанная и распространяемая одноименной компанией. Система устанавливается на сервере. Доступ к системе осуществляется через веб-браузер или любое мобильное устройство с поддержкой просмотра web-страниц [4].

4. A-Number CRM. Данная система предоставляет много возможностей для ведения эффективного управления взаимоотношениями с клиентами, такие как: создание неограниченного числа баз данных и быстрого переключения между ними; мощные механизмы поиска сведений о клиентах; возможность объединения карточек в уникальные для каждого пользователя структуры, позволяющие создавать разветвленные схемы отношений между ними; создание всех необходимых отчетов, самими пользователями, с помощью мастера SQL запросов; создание фильтров самими пользователями, с помощью мастера SQL запросов, и т. д. [5].

В ходе анализа всех программных средств, а также в соответствии с поставленными руководством организации условиями (решение должно быть минимально затратным, но при этом максимально простым и удобным в использовании) было решено разрабатывать собственную CRM, так как лишь в данном случае возможно максимально снизить денежные затраты, связанные с приобретением и внедрением системы, имеющей необходимый и достаточный функционал.

Актуальность данной разработки заключается в том, что она значительно облегчает работу менедже-

ра, при этом являясь довольно простой для понимания неподкованным пользователем, что позволяет сократить срок обучения персонала, следовательно, срок внедрения.

Разработанный продукт в дальнейшем можно модифицировать и внедрять на коммерческой основе в организации, работающие с клиентскими базами, которые предпочитают использовать программные средства с несложной и понятной структурой.

Библиографические ссылки

1. Постановление о лицензировании, Решение № 8, Выписка из Единого государственного реестра юр. лиц, Устав ООО «Ансамбль»
2. Quick Sales 2 – современная система организации и управления продажами [Электронный ресурс]. URL: Режим доступа: <http://www.crm-product.ru/content/quick-sales-2>.
3. Terrasoft CRM [Электронный ресурс]. URL: <http://www.terrasoft.ru/products/CRM/crm>.
4. SugarCRM [Электронный ресурс]. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/SugarCRM>.
5. A-Number CRM [Электронный ресурс]. URL: http://a-number.com/index.php?option=com_content&task=view&id=21.

© Тихонова С. А., 2012

УДК 004.475

Е. О. Тихончук

Научный руководитель – Е. Л. Вайтекунене
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАЗРАБОТКА МЕХАНИЗМА ПОЛУЧЕНИЯ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ПЛАТФОРМЕ «1С:ПРЕДПРИЯТИЕ 8.2»

Рассмотрена проблема получения аналитической отчетности в Федеральном казенное учреждение «Управление финансового обеспечения Министерства обороны Российской Федерации по Красноярскому краю, Республике Тыва и Республике Хакасия». Приведены возможные пути решения выявленной проблемы и возможные информационные платформы. Также обозначена актуальность поставленной проблемы и ее решения. Сформулирована возможная дальнейшая область применения разработанного пути решения.

Объектом исследования стало Федеральное казенное учреждение «Управление финансового обеспечения Министерства обороны Российской Федерации по Красноярскому краю, Республике Тыва и Республике Хакасия» (далее – Учреждение, ФБУ УФО МО РФ). Данное Учреждение занимается осуществлением операций по расходованию бюджетных средств в соответствии с бюджетной сметой, утвержденной в установленном порядке главным распорядителем (распорядителем) бюджетных средств [1].

В ходе исследования изучены основные бизнес процессы Учреждения. В результате выявлен ряд актуальных для предприятия проблем. Наиболее важной проблемой является сбор аналитической информации о бухгалтерской деятельности Учрежде-

ния. На данную работу тратится большое количество времени работников, которое они могут занять другими не менее важными делами. Данная проблема обостряется к концу каждого квартала, полугодия и года, так как возникает необходимость сдавать аналитическую отчетность в вышестоящие органы. В следствии неавтоматизированности данных процессов работники вынуждены оставаться сверхурочно, что плохо как для самих работников, так и для работодателя, так как это влечет за собой дополнительные расходы на оплату труда работников сверх положенной нормы.

Для устранения выявленной проблемы принято решение разрабатывать автоматизированную систему построения необходимой отчетности. В ходе подго-

товки к разработке рассматривались различные информационные платформы, такие как:

1. Borland Delphi и приложение QuickReport 3.0. QuickReport 3.0 это набор компонент для Delphi позволяющий вам построить отчет из базы данных быстро и просто. Позволяет не только отпечатать отчет, но и просмотреть его на экране, что позволяет пользователю проверить результат без порчи бумаги и экспортировать отчет в другие форматы [2].

2. Microsoft Office Access 2007. Программа Microsoft Office Access 2007 помогает создавать множество различных отчетов любой степени сложности. Прежде чем приступить к работе, следует выбрать источник, из которого будут извлекаться записи отчета. Отчет может представлять собой как простой список, так и подробную сводку данных о продажах, сгруппированных по району [3].

3. Lexema. «Лексема» – это инструмент для построения комплексных информационных систем, сочетающий в себе собственную среду разработки и набор готовых модулей [4].

4. 1С Предприятие: 8.2. Механизмы, предназначенные для формирования экономической и аналитической отчетности, представляют собой комплекс средств, позволяющих формировать не просто печатные формы, а интерактивные документы, тесно интегрированные в прикладное решение. Пользователь может не только распечатать отчет, но и работать с ним практически так же, как с любой экранной формой – изменять параметры отчета, перестраивать его, использовать «расшифровки» – возможность формирования дополнительных отчетов на основе отдельных элементов уже сформированного отчета и т. д. [5].

В ходе анализа всех платформ для разработки отчетов было принято решение, что наиболее целесообразно будет использовать 1С Предприятие: 8.2, так как Учреждение уже работает в данной среде. Следовательно, отпадает необходимость в обучении всего персонала пользованию новым программным продуктом, но самым главным критерием выбора явилось то,

что Учреждение уже имеет полностью укомплектованную и стабильно работающую Базу Данных для работы с приложением 1С Предприятие: 8.2.

Данная разработка на данный момент является актуальной, так как Учреждение работает в составе Министерства Обороны Российской Федерации. Многие отчеты, которые составляет ФБУ УФО МО РФ являются уникальными и использующимися только в аппарате Министерства Обороны. Данные формы отчетности не входят в стандартные поставки конфигураций 1С Предприятие: 8.2, и для их получения необходимо заказывать разработки данных форм специалистам.

В дальнейшем разработанные формы отчетности можно будет применять не только в Управлении финансового обеспечения Министерства обороны Российской Федерации по Красноярскому краю, Республике Тыва и Республике Хакасия, но и в других регионах, так как в каждом из них создано свое УФО, которые составляют тот же перечень отчетности, что и УФО по Красноярскому краю.

Библиографические ссылки

1. Устав федерального бюджетного учреждения «Управление финансового обеспечения Министерства обороны Российской Федерации по Красноярскому краю, Республике Тыва и Республике Хакасия».
2. Информация о QuickReport [Электронный ресурс]. URL: <http://www.quickreport.co.uk/ProductInfo.aspx>.
3. Создание простого отчета Microsoft Office Access 2007 [Электронный ресурс]. URL: <http://office.microsoft.com/ru-ru/access-help/HA001230739.aspx>.
4. Lexema [Электронный ресурс]. URL: <http://lexema.ru/>
5. 1С Предприятие: 8.2 [Электронный ресурс]. URL: http://v8.1c.ru/overview/Term_000000287.htm.

© Тихончук Е. О., 2012

УДК 004.7

А. И. Толкачева

Научный руководитель – Т. Г. Долгова

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

СИСТЕМА СВЯЗИ VOIP

Рассмотрена система связи VoIP, ее использование и значение для бизнеса, банков, компаний и других организаций. Также данная статья рассматривает вопросы внедрения системы в российских компаниях.

Voice over Internet Protocol (VoIP) – система связи, обеспечивающая передачу речевого сигнала по сети интернет или по любым другим IP-сетям. Сигнал по каналу связи передается в цифровом виде и, как правило, перед передачей преобразовывается (сжимается) с тем, чтобы удалить избыточность.

Из-за эффективности использования и низкой стоимости, что VoIP-технология может обеспечить, предприятия переходят с традиционных телефонных

систем на системы VoIP. Мобильность, удобство и простота в использовании – факторы, которые, по мнению IDC, приведут к росту потребности в этой услуге среди частных потребителей.

Из-за эффективности использования и низкой стоимости, что VoIP-технология может обеспечить, предприятия переходят с традиционных телефонных систем на системы VoIP. Мобильность, удобство и простота в использовании – факторы, которые, по

мнению IDC, приведут к росту потребности в этой услуге среди частных потребителей.

Для корпоративных клиентов, помимо существенного снижения расходов на использование услуг связи, не менее важным преимуществом VoIP является возможность создания звонков, как между собой, так и территориальные. Возможности VoIP телефонии очень широки: создание конференции; голосовая почта; запись разговоров; автоматическая переадресация вызовов; возможность разговаривать с несколькими абонентами одновременно и т. д. Также с помощью VoIP, может быть организована внутрикорпоративная телефонная сеть, построенная с использованием существующей инфраструктуры локально-вычислительной сети.

Типичная корпоративная сеть связи представляет собой сегодня объединение двух разнородных структур: телефонной сети и сети передачи данных. Каждое рабочее место оснащается, как правило, телефонным аппаратом (ТА) и компьютером (ПК). Причем каждое из этих устройств подключено к отдельной сети. Голос в такой сети передается только по телефонной сети. Наиболее простой путь внедрения VoIP при расширении существующих или построении новых корпоративных сетей связи (КСС) – использование шлюзов VoIP. В отличие от VoIP-модулей учреждений автоматических телефонных станций (УАТС), шлюзы обеспечивают максимальные гибкость и масштабируемость, а их производители больше заботятся о совместимости с другим оборудованием. Кроме того, шлюзы более экономичны и позволяют сохранить сделанные

инвестиции (автономное устройство VoIP легко переносится в любое место КСС).

Такая информационная система обязательно должна охватывать всю компанию и предусматривать совместный доступ к данным, чтобы все участники процесса управления имели возможность обмениваться необходимой информацией. Важным моментом является взаимодействие VoIP-системы с самими участниками, так как доступ к системе не должны знать посторонние, иначе данные вашей компании могут знать все.

В настоящее время во всем мире наблюдается рост интереса к VoIP-решениям. Компании-разработчики VoIP – системы достаточно активно работают в России.

Библиографические ссылки

1. Гольдштейн Б. С., Пинчук А. В., Суховицкий А. Л. *IP-телефония*. М. : Радио и связь, 2001.
2. Все о VoIP [Электронный ресурс]. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/VoIP>.
3. VoIP в КСС [Электронный ресурс]. URL: http://www.svpro.ru/voip_cnc.htm.
4. VoIP телефония [Электронный ресурс]. URL: <http://www.voip-tel.ru/voip.html>.
5. Новости VoIP [Электронный ресурс]. URL: <http://www.voip-news.com/>
6. VoIP в России [Электронный ресурс]. URL: <http://www.govo.ru/news/voipnews/>

© Толкачева А. И., 2012

УДК 004.4

Е. С. Фомкина

Научный руководитель – Т. Г. Долгова

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

ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ CRM-ТЕХНОЛОГИЙ

В современном мире огромное место занимают информационные технологии. В данной статье рассмотрены основные разновидности и основные инструменты CRM-технологий, а также их практическое использование в компаниях.

CRM-клиентоориентированная стратегия, основанная на использовании передовых управленческих и информационных технологий, с помощью которых компания выстраивает взаимовыгодные отношения со своими клиентами [1].

Основные функции CRM: сбор, хранение и анализ информации о потребителях (покупателях) и партнерах.

Благодаря CRM компания достигает поставленные цели и улучшает свои финансовые показатели [2].

Первые проекты внедрения CRM-систем в России были в 80-х – начале 90-х годов. Внедрение происходило в основном в банках и финансовом секторе.

В современных условиях конкуренция на многих рынках в РФ стала очень жесткой.

Клиентоориентированная технология стала средством выживания компании на рынке и оружием в конкурентной борьбе [1].

Существует три направления CRM-технологий: оперативный, аналитический, коллаборационный [3].

CRM-технологии делятся на коммерческие и на бесплатные CRM.

SugarCRM – коммерческая система CRM, с открытыми исходными данными.

Для Sugar CRM не требуется дорогостоящая базовая операционная система.

Simply Super CRM – простая и удобная система, направлена на привлечение и удержание клиентов во всех сферах деятельности предприятия.

С помощью Simply Super CRM можно использовать в рамках предприятия карточки клиентов, вести историю контактов с клиентами, оценивать эффективность работы сотрудников.

Главное преимущество Simply Super CRM системы – возможность ее работы в локальной сети [4].

«1С:CRM» – данная программа используется как самостоятельно, так и в качестве расширения CRM-функционала конфигураций на платформе «1С:Предприятие 8» [5].

«1С:CRM» помогает организовать согласованную работу всех отделов компании.

Основные предназначения «1С:CRM»: организация оптово-розничной торговли, проектных организаций, сервисных организаций; организаций сферы услуг и т. д.

On-CRM.ru – современная онлайн система для управления взаимоотношениями с клиентами и учета продаж. On-CRM.ru поставляются в виде сервиса «под ключ», доступного через интернет, без необходимости его установки и поддержки.

Web CRM, имеющие единую (онлайновую) базу данных, легко вытесняют традиционные клиент-серверные системы.

CRM-системы NauCRM – функционально развитое и удобное решение для управления отношения с клиентами.

CRM-системы NauCRM используется для средних и малых предприятий.

NauCRM представляет собой сетевую CRM-программу с веб-интерфейсом, работа с системой происходит через интернет-браузер. NauCRM позволяет создавать единую базу клиентов и автоматизировать процесс продаж, информировать участников процесса продаж и клиентов о состоянии сделки, создавать отчеты по продажам и базу знаний.

OpenERP – бесплатная CRM-система, с открытым кодом, распространяется по лицензии GPL. За счет открытого исходного кода, главными направлениями

в разработке OpenERP являются: доступность, гибкость и простота использования.

ADempiere – свободная реализация системы Compiere, преписанная без использования коммерческих библиотек. ADempiere – бесплатная система Free Software с открытым исходным кодом и распространяется под лицензией GNU General Public License [4].

Основные преимущества ADempiere: простота и удобство работы, минимизация использования программирования при настройке, открытый исходных код.

В последнее время применение CRM остается в числе ключевых приоритетов деятельности множества компаний. Многие компании намерены продолжать дальнейшую поддержку и обновление данного подхода.

Библиографические ссылки

1. Кудинов А., Сорокин М., Гольшева Е. CRM: российская практика эффективного бизнеса. М. : ООО «1С-Публишинг», 2009.
2. Маглюй С. Управление сбытом. М. : Имидж-Медиа, 2010. № 8.
3. Википедия [Электронный ресурс]. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/CRM>.
4. Мир CRM [Электронный ресурс]. URL: <http://www.crmworld.ru/>
5. 1С:Франчайзи АКAM/ [Электронный ресурс]. URL: http://www.akam.ru/products/1c_8/crm_prof/faq.php.

© Фомкина Е. С., 2012

СООБЩЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ

П. А. Белинская, А. П. Семенова
 Научный руководитель – Л. И. Грасмик
 Гимназия № 7, Красноярск

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

Представлен обзор последствий воздействия техногенных отходов освоения космического пространства на экосистемы Земли, работу космических объектов на различных орбитах и предпринимаемые мировым сообществом пути решения этих проблем.

Проблемы техногенных отходов в околоземном космическом пространстве (ОКП) можно рассматривать и с точки зрения экологии космоса, и исходя из вопросов воздействия этих отходов на земную природу с целью предотвращения или уменьшения такого воздействия. Увеличение числа техногенных объектов в ОКП влечет за собой: 1. Проблемы безопасности пилотируемых космических полётов. 2. Столкновения космических объектов (КО) друг с другом или с «космическим мусором» с образованием новых осколков. 3. Непрогнозируемое падение КО и их осколков на Землю. 4. Химическое, биологическое, радиоактивное заражение Земли и атмосферы. 5. Разрушение КО в результате взрывов на орбите и взрывов ракет-носителей (РН) в верхних слоях атмосферы после старта, прямо воздействующих на земную природу. 6. Заражение верхней атмосферы, ионосферы, биосферы продуктами сгорания ракетного топлива при запусках КО. 7. Возникновение помех астрономическим наблюдениям и экспериментам в ОКП. 8. Изменение свойств ОКП, верхней атмосферы и ионосферы Земли, что может привести к необратимым изменениям в биосфере [1]. Один взрыв ступени индийской РН GSLV (25.12.2010 г.) привел к образованию 300 крупных обломков и множества мелких. Космический мусор (КМ) представляет опасность для запускаемых космических аппаратов (КА). К настоящему времени в мире выполнено около 5 тыс. запусков РН. В разгонных блоках РН, с помощью которых КА выводятся на геостационарные орбиты (ГСО) в баках остается примерно 5–10 % топлива, которое очень летуче и легко превращается в пар, что нередко приводит к мощным выбросам.

Среди выбросов из двигательных установок РН в атмосферу содержатся компоненты химических соединений: $\text{HCl} + \text{Cl}$, NO , CO , H_2O , H_2 , Al_2O_3 . Попадание в атмосферу частиц Al_2O_3 может сказаться на её тепловом балансе. Работа ионных двигателей в магнитосфере влияет на изменение динамического равновесия волн и частиц и вызывает возникновение суббуравных возмущений. Совершается переход магнитосферы из одного энергетического состояния в другое.

В докладе Генерального секретаря ООН «Воздействие космической деятельности на окружающую среду» 10 декабря 1993 г. отмечено, что проблема КМ имеет международный, глобальный характер: нет засорения национального ОКП, есть засорение космического пространства Земли, одинаково негативно влияющее на все страны.

Низкие орбиты постоянно очищаются за счёт сопротивления атмосферы, а на ГСО космический му-

сор может вращаться бесконечно долго. Эффективных мер по уничтожению КМ на орбитах более 600 км на настоящем уровне технического развития не существует. Предлагались проекты: 1. Спутника, способного искать обломки и испарять их мощным лазерным лучом. 2. Наземного лазера для торможения обломков для входа и последующего сгорания их в атмосфере. 3. Космического аппарата, который бы собирал КМ для его дальнейшей переработки.

Для успешной разработки и выполнения стратегического плана по борьбе с КМ необходимо выполнение четырех условий: 1. Всеобщее согласие о необходимости борьбы с КМ. 2. Международная кооперация. 3. Сотрудничество в области технологий. 4. Финансовое сотрудничество всех заинтересованных сторон.

Направления развития международного сотрудничества: 1. Экологический мониторинг ОКП, включая область ГСО: наблюдение за космическим мусором и ведение каталога объектов КМ. 2. Математическое моделирование КМ и создание международных информационных систем для прогноза засоренности ОКП и её опасности для космических полетов, а также информационного сопровождения событий опасного сближения КО и их неконтролируемого входа в плотные слои атмосферы. 3. Разработка способов и средств защиты КА от воздействия высокоскоростных частиц КМ. 4. Разработка и внедрение мероприятий, направленных на снижение засоренности ОКП.

Экономически приемлемых методов очистки от КМ пока не существует. Планируются меры контроля, исключаящие образование КМ: предотвращение орбитальных взрывов; увод отработавших ресурс КА на орбиты захоронения; торможение об атмосферу и т. п. Например, планируется возвращение после срока полезного использования МКС (примерно 2020 г.) на Землю по частям. В настоящее время только две страны – Россия и США имеют возможность и отслеживают всё ОКП в плане техногенного засорения.

Реальные достижения в борьбе с КМ – это разработка международных стандартов для искусственных спутников Земли. Они включают способы уменьшения КМ: 1. «Орбиты захоронения» КА. 2. Дополнительные системы управления для увода КА в случае поражения частицами КМ. 3. Оснащение разгонных блоков РН системами слива топлива после завершения маневра. 4. Совершенствование конструкции ракет космического назначения.

Швейцарские ученые заявили, что планируют запустить спутник – «дворник» для уборки КМ на орбите [2]. Основные проблемы при создании спутника: 1. Траектория – спутник должен быть в состоянии

регулировать свой путь, совершать маневры, чтобы достичь поставленной цели. 2. Захватывание мусора на больших скоростях. 3. Вывод захваченного мусора обратно в атмосферу Земли. Сложность решения задачи захвата спутником мусора состоит в том, что КМ движется в среднем со скоростью 25 тыс. км в час.

Европейский Союз в сентябре 2011 г. разработал добровольный кодекс поведения. В этом документе излагаются «правила дорожного движения» для действующих спутников и других КА. Он должен решить проблему перегруженности космического пространства и свести к минимуму риск столкновений или других чрезвычайных происшествий. Документ также описывает меры по предупреждению засорения пространства космическим мусором.

Несмотря на актуальность документа, ведущие державы не планируют его подписывать. Это связано с военной частью их космической программы. В NASA подчеркнули [3], что публикация параметров орбит спутников и других КА угрожает секретным разведывательным операциям. Т. е. США официально

объявили о том, что не собираются отказываться от своего технологического преимущества в космосе и предоставлять данные о своей космической группировке. Но работа над отвергнутым в нынешнем виде проектом кодекса будет продолжена. Есть надежда, что в итоге будет создан приемлемый для всех участников документ, который остановит неконтролируемое засорение космоса.

Библиографические ссылки

1. Муртазов А. К. Экология околоземного космического пространства. М. : Физматлит, 2004. 304 с.
2. Космический дворник [Электронный ресурс]. URL: <http://www.i-mash.ru/> (дата обращения: 04.04.2012).
3. США разработают кодекс поведения в космосе. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rg.ru/> (дата обращения: 04.04.2012).

© Белинская П. А., Семенова А. П., 2012

УДК 004.438.2Logo(07)

Р. А. Кутуков, Н. А. Лыткина
Научный руководитель – Н. М. Толмачева
Лицей № 1, Красноярск

ИГРА-БРОДИЛКА «КРЭШ В ПОИСКАХ АРТЕФАКТОВ» ВЕРСИЯ II – 2012

Изучая программирование на Лого, мы очень заинтересовались этим языком и стали мечтать о большой программе-игре. В 5-м классе, мы разработали сюжет игры, а потом и саму программу. Программа получилась интересной, но были получены замечания и предложения от руководителя работы и от тех, кто играл в эту игру. Мы усовершенствовали программу, учтя полученные предложения и замечания. В игре 6 уровней. Для создания декораций мы использовали встроенный графический редактор и рисунки, созданные нами с помощью графического редактора Paint.

Язык программирования ЛОГО является хорошим инструментом для решения разных задач. Лого-среда состоит в себе тщательно продуманный, богатый процедурный язык программирования, замечательно-го исполнителя Черепашку, графику и безграничные возможности для творчества [1–3]. Лого лучше других языков подходит для изучения основ программирования для учащихся 4–7 классов [5; 6; 9] и даже старшеклассников [4].

На Лого можно делать много разных проектов. Это и мультфильмы, и тесты, и игры [7–8]. Мы второй год работаем над игрой-бродилкой «КРЭШ В ПОИСКАХ АРТЕФАКТОВ». В этом году нами сделана вторая часть игры. В программу введены новые команды, позволяющие управлять героями, как в настоящих больших играх.

Выбрали мы тему программирования игр потому, что каждый мечтает научиться делать свои игры. И работа, сделанная на ЛОГО, поможет нам делать игры, используя другие языки программирования.

Для создания декораций мы использовали встроенный графический редактор и графику, созданную нами с помощью графического редактора Paint. В этой игре герой (Крэш) спасает девушку. Для этого он должен пройти 6 уровней, избегая встречающиеся

на пути опасности, преодолевая различные препятствия.

Меню игры сделано с помощью кнопок, управление героем с помощью клавиатуры. В игре можно изменять скорость героя с помощью бегунка. В игре есть полное описание и назначение всех кнопок и клавиш. В нашей игре очень интересно и нелегко преодолевать все препятствия. Надо быть ловким и смелым и иметь хорошую реакцию.

Созданием проекта мы показали, что на Лого можно делать не только простые программы, но и большие, серьезные программы - настоящие игры, обучающие программы, тесты, создавать мультфильмы.

Язык Лого понятный, легко изучается и имеет множество возможностей, как и многие языки программирования.

Библиографические ссылки

- 1 Кузнецов Е. В., Болотова Н. В. Я и черепашка. Красноярск : Изд-во Краснояр. ун-та, 1992.
- 2 Информатика. Начальный курс / под ред. Н. В. Макаровой. СПб., 2008.
- 3 Кабаков Е. Погружение в ЛогоМиры // Информатика. № 14. 2009.

4 Юдина А. Г. Практикум по информатике в среде LogoWriter : учеб. пособие для 7–11 кл. М. : Мнемозина, 1999.

5 Львовский М. Б. ЛогоМиры. URL: <http://myurok.narod.ru/logo/>

6 Белова Г. В. Учебник по Логомирам. URL: <http://markx.narod.ru/logo/>

7 Проекты. URL: <http://schools.keldysh.ru/sch1952/Pages/logo/>

8 Проекты. URL: <http://www.int-edu.ru/logo/projects/pole.html>

9 Олимпиады. URL: <http://school.iis.nsk.su/>

© Кутуков Р. А., Лыткина Н. А., 2012

УДК 908(571.51)

К. С. Михайлова, М. К. Зеленкова

Руководитель – Е. В. Селюн

Сибирский государственный аэрокосмический университет

имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

Аэрокосмический колледж, Красноярск

ДОСТОПРИМЕЧАТЕЛЬНОСТИ ГОРОДА КРАСНОЯРСКА

Информационная технология сегодня органично вписывается в любую сферу человеческой деятельности. Но не всегда можно найти всё в одном месте. Культурное воспитание, знание истории и достопримечательностей своего города – это образ современного успешного человека. В итоге создана информационная система, «Достопримечательности Красноярск».

Информационные системы сегодня не просто влияют на деятельность людей, они становятся неотъемлемой частью их жизни. В современном мире идет процесс становления особого типа реальности – информационной. Использование информации в различных сферах является ключевым фактором социальной действительности, оказывает воздействие на культурный потенциал общества и представляет определенный интерес в информатизации культуры [1].

Информационные системы классифицируют по видам информационных ресурсов:

- структурированные фактографические системы, основанные на технологиях баз данных и оперирующие структурированными данными;
- текстовые системы (поисковые), оперирующие документами на естественных языках;
- пользовательские гипермедийные информационные системы Web [2].

Информационные системы сейчас во всех сферах нашей жизни. Много используются для бизнеса, торговли, образования и культуры. Информационная культура выступает в качестве необходимого и эффективного фактора освоения человеком культурной реальности, всего того культурного потенциала общества, который накопило человечество в процессе своего многовекового исторического пути.

Анализ информационных систем культурного направления и является темой нашей работы. Мы проанализировали 150 систем содержащие только описание достопримечательностей города Красноярск. Мы пришли к выводу, что большинство из них отражают не полную информацию о нашем городе.

Примерно наполняемость можно отобразить так:

- 20 % отдельные объекты достопримечательностей;
- 40 % основные достопримечательности;
- 20 % нет описания или фотографий;
- 20 % большое кол-во достопримечательностей с описанием (нет структуры).

Видно, что большая часть информационных систем отображает только всемирно известные достопримечательности нашего города (такие как: заповедник столбы, Центральны парк, «Часовня Параскевы Пятницы» и т. д.). А остальное только отдельные объекты (фонтаны, мосты, театры), или имеются фотографии, но нет их описания.

Чтобы найти полную информацию для нашего проекта (информация об объектах) нам приходилось обращаться к нескольким источникам. На данном этапе мы обработали около 100 объектов, но это далеко не все.

В результате создана информационная система (см. рисунок), которая поможет пользователю найти полную информацию о городе Красноярске.



На данном этапе наша информационная система готова, в ней можно просмотреть информацию о конкретной достопримечательности, ознакомиться с историей города, посмотреть фотографии и многое другое.

В перспективе мы хотели поместить наш проект в интернет (для общего доступа) или выпустить диск,

сформировать полную базу данных достопримечательностей, расширить тематику, добавлять не только объекты современного Красноярска, но и исторические факты, события, личности и многое другое.

Библиографические ссылки

1. URL: <http://lib.socio.msu.ru>.
2. URL: <http://proceedings.usu.ru>.

© Михайлова К. С., Зеленкова М. К., 2012

УДК 532.522

И. С. Протевень*, И. Д. Яковлев**

Научный руководитель – М. В. Краев

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

**Аэрокосмическая школа, Красноярск

ОСОБЕННОСТИ СТРУЙНОГО ОБТЕКАНИЯ МОДЕЛИ ДИСКА ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

На основе представлений картины обтекания потока газа поверхности диска выполнен расчет рабочих параметров летательного аппарата, с подтвержденными экспериментальными данными.

Анализ многочисленных экспериментов со струями [1–4] показал, что результаты измерений профилей скорости и температуры в турбулентных свободных слоях смещения как в несжимаемой жидкости, так и в сверхзвуковых потоках газа, построенные в соответствующих безразмерных координатах, оказываются универсальными. Суть универсальности этих профилей заключается в том, что если выбрать характерный размер течения $\delta(x)$ и скорость $v(x)$, то в произвольном сечении струи, расположенном от сопла на расстоянии x , скорость можно представить в следующем универсальном виде:

$$\frac{u}{v(x)} = f(\eta),$$

где $f(\eta)$ – функция подобия; $\eta = \frac{y}{\delta(x)}$.

Дальнейший анализ опытных данных показал, что в дальней от сопла области струйное течение обладает не только универсальностью профилей средней скорости, но и автомодельностью. Последнее свойство, как известно, является очень важным средством теоретического и экспериментального анализа различных течений. В общем случае в термин «автомодельное течение» различными исследователями вкладывается достаточно широкий смысл, отражающий как математическую, так и физическую сторону реального процесса. Наиболее общее понимание автомодельного течения сводится к тому, что течение называют автомодельным, если распределение его характеристик в различных поперечных сечениях получается одно из другого с помощью преобразования подобия [4].

Была рассмотрена затопленная турбулентная струя, вытекающая из плоского сопла шириной $2b_0$ с начальной скоростью u_0 в жидкость той же плотности. Принципиальная схема струи и принятая система декартовых координат с выделением начального и основного участков проведены на рисунке. Струя распространяется в направлении оси X , b_{01} – полуширина потенциального ядра струи; b_{01} – толщина

слоя смещения на начальном участке струи; b – полуширина струи на основном участке. Вследствие наличия в рассматриваемой задаче симметрии относительно оси Y достаточно рассматривать лишь одну половину струи ($y \geq 0$).

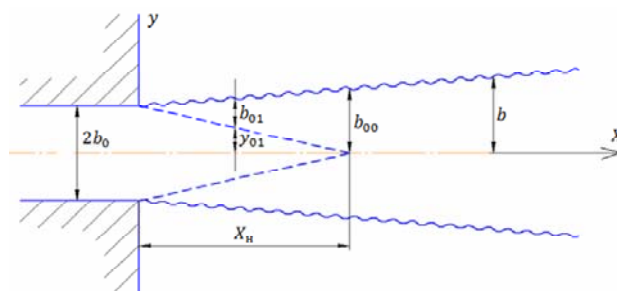


Схема струи, вытекающей из плоского сопла

По результатам математического моделирования подъемная сила ЛА может быть рассчитана по формуле

$$L = C_L \bar{S} \frac{\rho u^2}{2} \pi R^2$$

По проведенным расчетам исходных из максимально возможного значения скорости газа, обтекающего верхнюю поверхность ЛА, получили наиболее оптимальные профили для создания достаточной подъемной силы

Библиографические ссылки

1. Лойцанский Л. Г. Механика жидкости и газа, М., 1959.
2. Бай-Ши. И. Теория струй. М., 1960.
3. Гиневский А. С. Теория турбулентных струй и следов. М., 1969.
4. Баренблат Г. И. Подобие, автомодельность, промежуточная асимптотика. Л., 1982.

© Протевень И. С., Яковлев И. Д., 2012

А. П. Семенова
 Научный руководитель – С. А. Дмитриев
 Аэрокосмическая школа, Красноярск

МИССИИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СОЛНЦА: ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Дан обзор миссий для изучения Солнца. Представлены этапы создания нового космического аппарата для полета к Солнцу.

Человечество на протяжении нескольких веков наблюдает и изучает звезды. Солнце – единственная звезда Солнечной системы, вокруг которой обращаются другие объекты этой системы. Масса Солнца составляет 99,866 % от массы всей Солнечной системы. Солнечное излучение поддерживает жизнь на Земле и определяет климат. Чтобы изучать Солнце, космический аппарат (КА) должен лететь к Солнцу. В настоящее время все солнечные обсерватории работают на орбите около Земли. На близком расстоянии от нашей планеты работает европейская станция SOHO, вокруг Земли обращаются японская и американская солнечные обсерватории Hinode и SDO. На низкой орбите (около 500 км) работала и российская солнечная обсерватория Коронас-Фотон.

Выбор таких орбит обусловлен следующими факторами: 1. Относительная легкость запуска; 2. Высокая защищенность аппаратуры от внешних космических воздействий (так как спутники работают под защитой магнитного поля Земли); 3. Простота связи с КА, работающим рядом с Землей (благодаря чему можно оперативно менять режим его работы, а также получать большие объемы научной информации).

Станция SOHO (Solar and Heliospheric Observatory) – совместный проект Европейского космического агентства (ЕКА) и НАСА; запущена 02.12.1995 г., приступила к работе в мае 1996 г., масса 1850 кг. Приборы аппарата в автоматическом режиме собирают информацию о состоянии солнечной атмосферы, глубинных слоях Солнца, солнечном ветре и об активности солнечной короны. На декабрь 2010 года КА обнаружено 2000 комет.

Миссия STEREO (Solar TErrestrial RElations Observatory) – миссия НАСА по изучению солнечной активности. Два одинаковых КА были запущены 26.10.2006 г. на орбиты близкие к орбите движения Земли вокруг Солнца. В ходе полета один из них постепенно отстает от Земли (Behind), а другой, наоборот, обгоняет её (Ahead). Это дает возможность использовать стереоскопический эффект и получать 3-мерные изображения структур и явлений на Солнце. Цель проекта: изучение корональных выбросов массы. По состоянию на 22.01.2010 г. спутниками STEREO было открыто 24 кометы. В феврале 2011 года была впервые получена 360-градусная фотография поверхности Солнца.

PROBA-2 (PROject for OnBoard Autonomy) – спутник ЕКА, предназначен для испытания новых технологий в области космического кораблестроения и проведения научных наблюдений. Запущен 02.11.2009 г. Номинальная продолжительность миссии – два года. PROBA-2 является технологическим

демонстратором ЕКА. Технологические демонстраторы предназначены для отработки в условиях космического полета новых материалов и технологий, используемых при разработке космической техники. При полете КА PROBA-2 испытываются 17 новых технологических разработок и осуществляются четыре научных эксперимента (2 – исследование Солнца, 2 – исследование космической погоды).

Коронас-Фотон – российский КА, предназначенный для фундаментальных исследований Солнца. Это третий серийный спутник; предыдущие аппараты «Коронас-И» и «Коронас-Ф» к моменту его запуска были выведены из эксплуатации. Коронас-Фотон был выведен на околоземную орбиту 30.01.2009 г. Перестал работать 18.04.2010 г. После выхода из строя спутника Коронас-Фотон в России были утрачены возможности для систематического слежения за Солнцем, мониторинга и прогноза его активности.

Для создания и запуска КА на расстояние близкое к радиусу орбиты планеты Меркурия необходимо решить следующие задачи:

1. Эскизное проектирование КА, в ходе которого будет окончательно определен его облик, состав и масса научной аппаратуры.

2. Изготовить приборы, позволяющие рассмотреть звезду с близкого расстояния. Спутник на некоторых участках орбиты будет отдален от Земли на расстояние до 250 млн. км.

3. Тепловая защита приборов и панелей, обращенных к Солнцу. На расстояниях орбиты Меркурия Солнце превращается в звезду-убийцу; КА придется работать, когда температура на передней панели составляет около 600 градусов Цельсия (многие металлы при такой температуре плавятся или становятся пластичными, что сказывается на их механических характеристиках). Необходимо оградить от потоков тепла ключевые элементы телескопов, на которых необходимо поддерживать температуру около 0 градусов Цельсия. Помимо потоков излучения резко меняются и свойства окружающей плазмы: ее скорость, а также плотность заряженных частиц солнечного ветра, обдувающих КА и способных медленно разрушать большинство известных материалов.

4. Провести испытания, имитирующие реальные условия космоса.

Применение нанотехнологий позволяет решать поставленные задачи, уменьшив массу изображающих приборов, не снижая их надежность. Для тепловой защиты приборов и панелей необходимо применять тугоплавкие металлы (вольфрам, молибден) и сплавы.

ЕКА выбрало научные миссии для запуска в 2017 и 2019 гг.: Solar Orbiter и Euclid в рамках проекта

Cosmic Vision 2015–2025. Solar Orbiter будет находиться к Солнцу ближе, чем все предыдущие миссии. В задачу обсерватории входит сбор данных для прояснения механизмов влияния Солнца на близкое окружение. Ученые рассчитывают получить ответ, как именно Солнце порождает и ускоряет поток заряженных частиц, в котором купаются планеты. Аппарат будет изучать солнечную активность и процессы, порождаемые ею, а также солнечный ветер, поток заряженных частиц, ответственных за полярные сияния. Запуск миссии запланирован на 2017 год.

Миссия «Евклид» – для изучения темной стороны Вселенной. На карту будет нанесена крупномасштабная структура Вселенной с беспрецедентной точностью. Наблюдения охватят сферу пространства с радиусом 10 млрд. световых лет, раскрывая историю расширения космоса и роста гигантских структур в последние три четверти возраста Вселенной. Ученые надеются изучить влияние темной энергии на галак-

тики и скопления галактик, которые являются частичками крупномасштабной структуры Вселенной. Запуск – в 2019 год.

В России также создается новый аппарат «Интергелиозонд» (<http://www.fian-inform.ru>), который будет запущен непосредственно к Солнцу (на расстояние меньшее, нежели радиус орбиты Меркурия).

Выполнение миссии откроет многое для человечества со словом «впервые». Впервые человек увидит корону Солнца с разрешением около 300 км. Впервые спутник исследует полярные области Солнца. Впервые можно будет разглядеть реальную топологию межпланетного магнитного поля (по современным представлениям имеет форму спирали с центром на Солнце) и позволит наблюдать, по какой реальной траектории движутся выбросы массы из Солнца к Земле.

© Семенова А. П., 2012

СОДЕРЖАНИЕ

От редакционной коллегии	3

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Секция

«ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ»

Азингареев В. В. Особенности технологии формообразования сферических поверхностей методом пластической деформации	7
Беседин С. В., Ручкина Н. Л., Скрипка А. В. Оценка динамических характеристик приводов подач сверлильно-фрезерного станка	8
Беседин С. В. Вибрация и точность обработки деталей	10
Васильева Е. А., Сысоева Л. П. Математическая модель резания единичным абразивным зерном при шпиндельно-абразивной обработке деталей ЛА	11
Волков В. А., Кузин А. Ю., Бudyков В. А., Сыроежко С. Ю., Ручкина Н. Л. Определение необходимой полосы пропускания для передачи видеоданных	12
Ворожейкин В. А., Гулло А. А., Лущикова А. Г., Сысоева Л. П. Изменение профиля каналов при экструзионном хонинговании	13
Гаврилов В. А., Кочкина Г. В., Зверинцев В. В. Анализ методов получения эвольвентных отверстий ЛА	15
Ермоленко А. И., Степанов С. А., Грибанов А. П., Буйнов Р. Ю. Оценка ресурса работы металлорежущего станка	16
Зуйков И. Ф., Киселев М. В. Поверхностная закалка инструментальных сталей	18
Карабарин Д. А. Повышение износостойкости рабочих органов землеройных машин	19
Карабарин Д. А. Методика испытания сталей на абразивную износостойкость	20
Карпенюк С. Н., Пономарёва Е. О. Отработка технологии формообразования глубоких отверстий малых диаметров в деталях из титановых и жаропрочных сплавов	22
Краев В. В. Уменьшение припусков на механическую обработку деталей двигателя	23
Кузин А. Ю., Бudyков В. А., Сыроежко С. Ю., Ручкина Н. Л. Способы поддержания оптимальной рабочей температуры систем видеонаблюдения в барокамерах	25
Кукушкин И. В., Зверинцев В. В., Саклакова О. В., Сысоева Л. П. Конструкторско-технологическое кодирование в средствах и системах технологического проектирования	26
Лукьянов А. С., Латюк Д. В., Шишконокова Т. А., Гудова А. А., Амельченко М. Н. Весовая асимметрия в процессах старения деталей КА	28
Паулин И. А., Галактионов В. В., Бudyков В. А. Проблемы измерения и регулирования температуры лабораторного оборудования при термовакуумных испытаниях	29
Сысоева Л. П., Жилина К. Е. Обеспечение точности расхода компонентов через каналы деталей ЛА при абразивно-экструзионной обработке (АЭО)	30
Тарасов Д. В., Сысоева Л. П. Исследование процесса отделки каналов экструзионным выглаживанием	32
Фисенко О. Б., Этенко Ю. А. Законы и теоремы динамики, применяемые в теории реактивного движения	33

Секция

«ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ»

Алякрецкий Р. В., Брокс А. А., Ан А. Д. Исследование влияния технологических режимов МДО обработки на терморadiационные свойства терморегулирующих покрытий элементов КА	35
Алякрецкий Р. В., Брокс А. А., Орлова Д. В. Исследование влияния технологических режимов МДО обработки на антиэрозионные характеристики покрытий поверхности космических аппаратов	36
Баляков Д. Ф. Экспериментальная отработка теории тонкого крыла в неоднородном потоке	36
Ворожейкин В. А., Гулло А. А., Куренкин А. С. Перспективы развития ракетно-космической техники в XXI веке	37
Карпенко А. В. Устройство для измерения вольтамперной характеристики солнечных батарей при импульсной засветке	39
Карпенко А. В. Имитатор солнечного излучения на базе комбинированных непрерывных источников света	40
Мамедов А. Ч., Смирнова Ю. Д. Выбор типовых полётных условий ГТД для БПЛА с тягой до 400 Н	41
Орлова Д. В., Трушкина Т. В. Исследование влияния технологических режимов МДО обработки титановых сплавов на стехиометрический состав защитных покрытий элементов ЛА и КА	41
Синицкий Д. Е., Федченко Д. А. Использование метода полунатурного динамического моделирования для испытания системы ориентации и стабилизации КА	43
Синицкий Д. Е., Федченко Д. А. Решение задач наземной экспериментальной отработки систем ориентации и стабилизации КА с использованием имитаторов обращенного типа	44

Секция

«ДВИГАТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ И СИСТЕМЫ ТЕРМОРЕГУЛИРОВАНИЯ
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ»

Блинов Е. В. Особенности гидродинамических испытаний центробежных насосов ЖРД разгонного блока	46
Булдаков А. Г. Кавитация в насосах жидкостных ракетных двигателей	47
Буртыль И. В. Особенности исполнения приборных отсеков космических аппаратов	48
Волков Д. О., Ганущенко А. П. Применение плазменных двигателей в ракетно-космической технике	49
Гайнутдинов А. В., Каменюк О. В. Паротурбинная установка с безнасосной системой подачи рабочего тела для утилизации низкопотенциального тепла	50
Григорьев П. А., Агеев П. О. Проблемы устранения «космического мусора»	51
Дюкарев Ю. Ю. Расчет противопульсационных перегородок камеры сгорания	53
Зуев Н. И. Выбор эффективного метода испытаний турбонасосного агрегата на герметичность	54
Колмакова Д. А., Попов Г. М., Кривцов А. В. Сравнительный анализ гидравлического совершенства двух вариантов исполнения выхлопной системы наземного ГТД	55
Кривцов А. В. Выбор модели турбулентности при моделировании рабочего процесса в многоступенчатом компрессоре в программном комплексе NUMECA	57
Куимов И. А. История и перспективы метановых проектов	58
Петрожицкий Т. А. Стабилизация газового потока в дефлекторных перегородках	60

Попов Г. М., Колмакова Д. А. Эскизный проект малоразмерного ГТД для БПЛА с взлетной тягой 400 Н	61
Рыбакова В. Н., Мехтиев А. С. Сравнительный термодинамический анализ ЖРД на экологически чистых компонентах топлива	61
Самошкин В. М., Васянина П. Ю. Анализ факторов совершенствования технологии изготовления корпусов насосов ЖРД	63
Свириденко А. В. Присоединенная кавитация в поле центробежных сил	64
Сидоренко Т. А., Курдинова А. В. Недостатки солнечного паруса во внешней солнечной системе	65
Тасенко К. А. Особенности расчета длины камеры жидкостного ракетного двигателя	66
Толстомятов М. И., Шлоссер Е. В. Исследование турбулентных течений с учетом теплоотдачи при $Pr < 1$	67

Секция

«МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ И ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В МАШИНАХ И АППАРАТАХ»

Кулаков Е. В. Особенности схемы обеспечения жилых помещений теплом и холодом в холодный период года	69
Лиманская К. В. Создание воздушных потоков в чистых помещениях	70
Мурадимов М. Ж. Модернизация процесса испытаний узлов космических аппаратов на воздействие пониженных температур	71
Сорокин В. А. Рекуперационное устройство с гравитационным аккумулятором	72
Хайцен М. Ю., Кулаков Е. В. Схема обеспечения жилых помещений теплом и холодом на основе холодильных машин	73
Шелепов В. А. Получение воды из атмосферного воздуха при помощи различных холодильных машин	74

Секция

«МОДЕЛИ И МЕТОДЫ АНАЛИЗА ПРОЧНОСТИ ДИНАМИКИ И НАДЕЖНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ»

Баляков Д. Ф., Герус А. А. Проектирование редуктора специального назначения	76
Баляков Д., Герус А., Ильяшевич С., Мироненко Е., Снытко А. Упрощенный вариант метода конечных элементов для задачи об изгибе пластинки для учебного процесса	77
Грачева Е. А., Дмитриев Г. С., Булдаков А. Г., Сайбель В. И., Ёжикова Е. В. Особенности преобразования дифференциальной формулировки задачи об изгибе пластинки в формулировку интегральную	78
Зайцев П. А., Бакулин А. Ю. Особенности контактного и кинематического взаимодействий элементов шарнирных узлов	80
Мирзаев Р. А., Каменюк О. В. Исследование кинематики манипулятора с помощью пакета Simmechanics	82
Мирзаев Р. А., Климовский Д. А., Смирнов А. Н. Математическое моделирование механических устройств с помощью пакета Simmechanics	84
Оськин А. В., Волков Д. О., Григорьев П. А., Лобков М. О., Менделев Г. В. Формулировка обобщенного закона Гука как преобразование тензора второго ранга при повороте системы координат	85
Полевщиков М. М., Тестоедов Н. А., Миронович В. В., Евкин И. В., Шatrov А. К. Исследование зависимости деградации терморегулирующих покрытий и ее прогнозов от длительности орбитального полета космического аппарата	87

Секция

«СВАРКА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ И РОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Богомолов Д. С., Фролченков И. С., Немкова О. А. Исследование структуры фторопласта-4 в процессе диффузионной сварки	89
Бочарникова А. В., Малахов А. Н. Исследование и разработка технологии точечной сварки закаливающейся арматуры железобетона	90
Ерыпалов Л. А., Ковалев Д. С. Оптимизация технологии электронно-лучевой сварки изделий из алюминиевых сплавов	91
Захаров В. В., Кононова Е. В. Исследование влияния зазоров на усилие сжатия деталей при точечной контактной сварке	93
Кинцель Н. Д., Смолякова Л. А. Повышение коэффициента передачи пьезоэлектрического датчика уровня в процессе диффузионной сварки	94
Ковалев Д. С., Шахматова В. А. Разработка технологических мероприятий по предотвращению несплошностей в точечных сварных соединениях	96
Мишуренко А. Б., Смолякова Л. А., Потопаева О. П. Модель контактирования двух шероховатых поверхностей для определения контактного сопротивления	97
Орешенко П. Ю., Лецковник А. В. Исследование причин образования непроваров при точечной контактной сварке	99
Орешенко П. Ю., Лецковник А. В. Разработка технологических мероприятий предотвращения непроваров при точечной контактной сварке	100
Сотникова Е. В., Цыганков Н. М. Критерии качества сварных швов	102
Сотникова Е. В., Цыганков Н. М. Методика ультразвукового контроля сварных швов	103
Чекуров А. В., Панфилов М. А., Потопаева О. П. Исследование влияния параметров режима диффузионной сварки на прочность соединений фторопласта-4 с металлами	104
Шадт Е. В., Кинцель К. Д. Модернизация электронно-лучевой пушки КЭП-2м-01	106
Шепетун В. В., Тимофеева Н. С. Исследование влияния зазоров на размеры точечных сварных соединений и устойчивость процесса сварки	108
Шепетун В. В., Тимофеева Н. С. Разработка технологических мероприятий повышения стабильности процесса точечной сварки при наличии зазоров	109

Секция

«ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

Ардамин В. А. Технологии получения и применение пенометаллов	111
Березицкая Д. П., Хилажева Е. Д. Магнито-оптика биоминеральных наночастиц ферригидрита (A-FeOOH)	112
Елисеева Н. П. Обменные взаимодействия кристалла $YFe_3(BO_3)_4$ в модели косвенной связи	114
Есин М. Ю., Тимофеев В. А. Влияние параметров осаждения на морфологию пленок германия на поверхности Si(100)	115
Колесникова К. В., Кожухов А. С. Исследование формирования наноразмерных структур на поверхности Сг методом локального анодного окисления	117
Кузина А. А. Последовательная схема формообразования обтяжкой оболочек двойной кривизны	118
Лапухин Е. Г., Веселков С. А. Поиск переменных звезд по наблюдениям в городских условиях Красноярск	119
Макарова О. А. Исследование влияния упорядоченности структуры на механические и технические свойства двухфазных алюминиевых сплавов	120
Мишин А. А. Пластичные смазки, содержащие наноалмазные порошки	122
Назаренко И. И. Теоретико-групповой анализ возможных магнитных структур твёрдого раствора $Ni_5GeO_4(BO_3)_2$	123

Наумкин Н. С., Шестаков А. Б., Иваненко А. А., Пшеничная А. А. Установка для направленной полимеризации эпоксидного полимера	125
Панченкова Ю. А. Исследование факторов, определяющих дисперсность дендритных структур сталей	126
Панченкова Ю. А. Особенности формирования мелкодисперсной структуры при различных процессах получения сплавов	128
Пшеничная А. А., Наумкин Н. С., Шестаков А. Б., Иваненко А. А. Исследование сетчатой структуры эпоксидного полимера, полученного методом направленной полимеризации	129
Резанова М. В. Модифицирование сплавов нанопорошками химических соединений	130
Резанова М. В. Повышение плотности литых изделий из алюминиевых сплавов	132
Рябов Д. Д., Наумкин Н. С., Шестаков А. Б., Иваненко А. А. Исследование эпоксидного полимера, полученного в результате полимеризации на границе раздела эпоксидная смола – отвердитель	133
Селиванов А. Е. Выбор и расчет систем вентиляции и отопления «визит-центра»	134
Сергеева Е. В. Технология изготовления скользящих токосъемников	135
Шестаков А. Б., Наумкин Н. С., Иваненко А. А. Анализ несвязанных компонент в структуре эпоксидного полимера	136

Секция

«ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАШИН И РОБОТОТЕХНИКА»

Архипов П. В., Медведева О. И. Дефекты и напряжения в твердосплавных материалах при алмазной обработке	138
Бердников Д. А., Бежелева А. В. Результаты исследования систем управления многофункционального мобильного комплекса для ликвидации техногенных аварий	139
Буторов В. В. Автоматизация параметрического моделирования в машиностроительном производстве	140
Голованова А. С. Силовое замыкание плоского кулачка с помощью ролика и охватывающей деформируемой пружины	141
Гурский А. П. Математическая модель механизма опускания рабочего оборудования при бурении скважин	143
Доброва А. В. Оптимизация усилий в ветвях цепи приводных машин	144
Ереско А. С. Проектирование и динамический анализ гидроприводных рычажных механизмов	146
Ереско В. С. Использование размеров посадочного гнезда для оптимизации проектирования уплотнений сложного сечения	147
Казанцев А. А. Аппаратно-программный комплекс для синтеза и исследования рычажных механизмов	149
Ким Ю. С. Моделирование безлюфтовых соединений вал-ступица с помощью упругодеформированных втулок	150
Коркин А. С. Проектирование цепного привода для перемещения фрезы при обработки плоских поверхностей	151
Лобанов Д. В., Лосев Е. Д., Кирпикова Е. И. Методика оценки комбинированных методов электроалмазной обработки твердых сплавов	152
Лукьянов А. С. Оценка достоверности результатов вычислительного эксперимента	153
Мурзин И. Н., Мурзин Е. Н. Особенности документооборота в проектировании	154
Онтужев И. А. Совершенствование метода проектирования механических и гидромеханических приводов	156
Онтужев В. В. Обеспечение электронного документооборота	157

Семенов Д. Д., Доброва А. В. Колебания ведущей ветви цепного привода перемещения режущего инструмента	158
Учуватов М. С. Теоретическое исследование процесса напыления равномерного проводящего слоя на внутреннюю поверхность волновода мм-диапазона	159
Феоктистов В. М., Гумбатов Р. А., Кулешов В. И. Сравнительный анализ финишной, суперфинишной и притирочной операций опорных поверхностей тел вращения	161
Хоменко И. И., Тен В. П., Гейль Д. А. Ресурсосберегающий способ нанесения покрытия в вакууме на детали РКТ	162

Секция

«ЭЛЕКТРОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ»

Белоусов С. В., Бровкин А. В., Кравчук Д. Разработка блока измерения и регистрации параметров воздуха для контейнера транспортировочного	163
Бровкин А. В., Чупров А. С., Погребных К. С. Создание программно-аппаратного комплекса и комплекта оборудования для определения теплофизических характеристик и оценки параметров среды в контейнере транспортном (кт)	164
Лебедев А. В. Обеспечение устойчивости непрерывного стабилизатора тока с активным токовыравниванием	165
Мысягин В. В. Исследование электрического нагревателя подложек для вакуумных камер	167
Нихочин И. В. Разработка штока манипулятора для сверхвысоковакуумной установки	168
Погребных К. С., Авакумов Р. М., Белоусов С. В. Разработка блока измерения и регистрации теплофизических характеристик для контейнера транспортировочного	169
Фаткулин А. Н. Виртуализация, как средство оптимизации IT-инфраструктуры предприятия	170

Секция

«АВТОМАТИКА И ЭЛЕКТРОНИКА»

Волочаев М. Н. Синтез пассивной RC цепи с помощью программной среды MATHCAD	172
Лобанов Д. К., Федченко А. С. Моделирование нагрузочного устройства рекуперационного типа	172
Самотик Л. А., Каржаев А. С. Спектральная оценка сигналов силовой цепи импульсных преобразователей напряжения	174
Соломатова А. А. Экспериментальное исследование процесса обратного восстановления встроенного в МДП-транзистор диода	175
Терехина Е. С., Панькова Е. С. Моделирование гс-структур методом функций преобразования	177
Штабель Н. В., Балакирев Р. В., Мизрах Е. А. Улучшение динамических характеристик функционального преобразователя для имитатора солнечных батарей	178

Секция

«ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРОСИСТЕМ И АВИОНИКА»

Вишнев А. В., Тихомирова А. Качественное улучшение в области получения данных учета налета авиационного оборудования	180
Кайданович М. Л. Некоторые составляющие погрешности радиовысотометров малых высот	180
Карлов Н. В. Дифференциальные спутниковые навигационные системы	182

Ковель М. В. Гироскопические датчики, их погрешности и математическая модель	183
Куликов А. С., Мусонов В. М. Виртуальный учебный стенд радиовысотомера малых высот	185
Акзигитов А. Р., Макаренко Ю. А., Волчѣк Д. А. Влияние подстилающей поверхности земли и ионосферы на качество навигационного обеспечения полетов и управление воздушного судна в высоких широтах	186
Акзигитов А. Р., Макаренко Ю. А., Волчѣк Д. А. Средства связи, обеспечивающие концепцию CNS/ATM над акваторией северного ледовитого океана	188
Маренков А. В., Сеножацкий Е. А. Особенности ведения пространственной ориентировки пилотами при использовании авиагоризонтов прямой и обратной индикации	189
Моховиков И. С. Улучшение точностных и надежностных характеристик аппаратуры потребителей спутниковых радионавигационных систем в высоких широтах	190
Орленко А. С. Оптимизация алгоритма статической фильтрации погрешностей первичных датчиков навигационного комплекса	191
Прусс Л. В. Спутниковые системы посадки гражданской авиации WAAS и LAAS	192
Рожков М. В. Астрономическая навигационная система самолета	193
Савина М. Г. Авиационные генераторы переменного тока	194
Сафонов С. В. Оценка погрешности радиодальномерной посадочной аппаратуры	195
Суворов Ф. А. Внедрение VOICE FLIGHT VFS101 в управление навигационной системой на борту самолетов гражданской авиации	197
Таранов А. И. Локальные дифференциальные подсистемы спутниковых радионавигационных систем	198
Твердохлебов Д. В. Индексация авиагоризонта	200
Харитонов Д. А. Пульт проверки А. В. канала вибрации системы БСКД 90 для Ил-96-300	200
Чепашев Д. С. Разработка имитационной модели системы автоматического управления самолетом в среде MATLAB	202
Шкляев Г. В. Оперативное обновление баз данных по спутниковым каналам связи	204
Щербинин А. А. Погрешности фазовых измерений азимутальной системы VOR	205

Секция

«ЭКСПЛУАТАЦИЯ И НАДЕЖНОСТЬ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ»

Анаров М. Ж. Анализ данных условий эксплуатационной нагруженности самолѣтов Ту-154	207
Афанасьев В. Ю. Моделирование газодинамических характеристик обтекания лопаток турбины авиационного турбореактивного двигателя в упрощенной постановке задачи в среде САПР SOLIDWORKS/COSMOSWORKS	208
Вдовенко А. А., Растопчин С. А. Измерение высоты воздушного судна и снижение риска авиационных происшествий по категории CFIT	209
Дунецкая С. И. Анализ работы и определение влияния элементов топливной системы самолетов Ан-26 на возникновение отказов и неисправностей с использование метода логических схем	210
Завадский В. В. Исследование технического обслуживания двигателя по спецпрограмме для возможности продления межремонтного ресурса на примере двигателя РТ6А-114	211
Маренков А. В., Сеножацкий Е. А. Особенности ведения пространственной ориентировки пилотами при использовании авиагоризонтов прямой и обратной индикации	212
Полина Ю. С., Копылова Ж. Е. Методы оценки надежности систем и области их применения	213
Усманов И. А., Левищев П. А. Техногенная безопасность в летной деятельности. Потеря пространственной ориентировки. Лѣтные иллюзии	214

Фурманова Е. А., Бойко О. Г. Постановка задачи анализа функциональных отказов систем самолетов и вертолетов	215

Секция

«ЭКОЛОГИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

Анаров М. Ж. Экологическое сопровождение пусков ракет-носителей с космодрома «Байконур»	217
Вербицкая З. С. Экологическая политика ОАЭ	218
Геворгян В. М., Норемян Э. Г. Загрязнение почв аэродромного комплекса «Ульяновск – Баратаевка» твердыми частицами неорганических веществ и тяжелыми металлами	220
Елчueva Э. С. Тепловое загрязнение рек. Проблемы и пути решения	221
Карповская Е. Е. Разработка карты туристического маршрута по особо охраняемым природным территориям Красноярского края	222
Коваленко Е. В. Радон и Красноярск	223
Колесов П. А. Анализ способов борьбы с обледенением крыш	224
Кольяк М. В., Майорова К. А., Руденко Е. И., Шарифуллина Я. Ш. Анализ факторов, влияющих на смертность населения г. Железнодорожского	225
Осинова А. А., Татарникова Я. В. Изменение площади зеленых насаждений по г. Красноярску за последние 20 лет	226
Останина Н. Г. Воздействие ракетно-космической техники на озоновый слой	227
Яманчев В. А., Шапка Е. А. Экологический мониторинг почв аэродромных комплексов гражданской авиации	229

Секция

«ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

Вальмиспилд В. Н. Применение ультразвукового гальванокоагуляционного комплекса для очистки сточных вод ОАО «Красноярский завод цветных металлов»	231
Зырянский М. И. Применение ультразвукового гальванокоагуляционного комплекса для очистки сточных вод ОАО «Красноярский завод цветных металлов»	232
Ильяшевич С. А. Проектирование станда очистки сточных вод от соединений азота	233
Канашина И. Г. Информационная система расчёта риска для здоровья человека (на примере г. Красноярска)	235
Копытов И. В., Полещук А. А., Бойкова Я. В. Загрязнение нефтепродуктами почв, подверженных регулярному затоплению	236
Курчавов В. В., Коннова Ю. С., Кузьминов Д. И. Ядерно-физические методы выявления взрывчатых веществ	237
Мельников М. В., Терещенко К. В., Неделин Н. А. Биоремедиация почв, загрязненных нефтепродуктами	238
Мозговой В. С., Сапичев В. В., Герасименко В. А., Леонова Е. Н. Изменение экологической обстановки в г. Красноярске после ввода в эксплуатацию енисейского завода ферросплавов и пути её нормализации	239
Потемкин К. А., Радионова К. В., Кононова Е. В. Исследование состава снежного покрова городской среды	241
Пятков А. Г. Потенциал ветроэнергетики в Красноярском крае	242
Снытко А. В. Тепловые насосы как источник альтернативной энергии	243

Старовойт Е. Д., Колбасина И. В. Влияние резких перепадов температур на здоровье населения и риски заболеваемости сердечно-сосудистыми заболеваниями	245
Тимофеев В. В. Влияние алюминиевой промышленности на содержание ПАУ в атмосферном воздухе городов Красноярского края	246
Тямина Г. В., Сиротюк В. В. Радиационная безопасность в авиации	247

Секция

«МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ»

Аликина А. И. Разработка документации по проведению внешнего аудита системы менеджмента качества в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9001-2008	249
Анашкина С. И., Волкова Г. Д. Влияние интегрированной системы менеджмента на качество продукции на примере ОАО «РУСАЛ»	250
Анашкина С. И., Шилова М. Е. Научно-технические основы повышения качества производства литых деталей двигателей летательных аппаратов	251
Белова Я. Ю. К вопросу о повышении качества стеклопластика	253
Белущенко Д. В. Совершенствование оценки соответствия в рамках технического регулирования	254
Блинкова Д. А. Особенности метрологического обеспечения процесса гидрогенизации	255
Ворс П. В. Внедрение международных стандартов ИСО серии 9000 в таможенных органах	257
Глотова М. А., Исмаилов Б. Н. Технологическое обеспечение качества изготовления многоканальных волноводов	258
Горшкова А. С. Влияние систем управления на качество продукции	259
Дектярева М. А. Стандартизация в машиностроении – гарантия возрождения экономики	260
Еремцова С. В. Статистический контроль качества изделий железнодорожных вагонов	261
Золотова А. И. Технология управления качеством оптического германия в слитках и заготовках на основе применения статистических методов	262
Казакова А. С., Дербень Т. А. Влияние состава электролита на свойства и структуру МДО-покрытий, сформированных на вентильных сплавах	264
Казакова А. С., Орлова Д. В. Формирование кальцийфосфатных покрытий на титановых сплавах	265
Казьмин Б. Н., Ковальчук В. Б. Об использовании энергии электронного взаимодействия для создания источника электроэнергии	266
Курако В. В. Работа по стандартизации и унификации предприятия ОАО «Красмаш»	267
Назарова О. А., Овчарова Л. Л. Разработка документации системы менеджмента качества на предприятии ООО «КЛМ-АРТ» на основе МС ИСО 9001:2008	268
Прокопьева Т. С. Система аттестации сварочного производства ООО «ГАЦ-ССР»	269
Пурхало А. Н. Лидерство-составляющая эффективности менеджмента качества	270
Римаренко О. В. Метрологическое обеспечение габаритно-весовых макетов приборов	272
Силина Д. С., Оборина Л. И. Технологическое обеспечение качества при изготовлении труб волноводов методом дорнования	273
Скутина Ю. В. Особенности вступления России в ВТО	274
Сутягин А. В., Сутягина Ю. В. Повышение стойкости многолезвийного инструмента при ротационном точении	275
Тетерина Н. В. Возвращение к использованию многоразовых космических кораблей	276
Томилина Ю. Б. Методы совершенствования системы входного контроля качества комплектующих изделий	277
Торгашева А. А. Рекомендации по совершенствованию методики испытаний бытовых холодильных приборов	278

Федорова Д. А., Быкова Ю. М. Анализ динамики несоответствий в системах менеджмента качества	279
Федорова Д. А., Оборина Л. И. Повышение качества изготовления труб волноводов из материалов с размерами стабильными характеристиками	281
Филонина Е. А. Управление качеством технологического процесса изготовления резистивного герметика	281
Чернов Е. С. Создание и внедрение вторичного эталона частоты и времени	283
Чуваева Е. Ю. Создание системы стандартов качества жизни	283

Секция

«ИСТОРИЯ, РАЗВИТИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ»

Голованов М. В., Иванов Р. Д., Колегов Д. К., Семрак А. В. Зарождение и развитие теории и практики создания воздушно-космической обороны государства	285
Стрижнев А. С., Тимофеев А. С., Худеев В. А., Шурыгин А. С. История создания и перспективы развития оптико-электронных средств контроля околоземного пространства	286

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Секция

«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ, УПРАВЛЕНИЯ И АНАЛИЗА ДАННЫХ»

Ахмедова Ш. А. Последовательный и параллельный стайный алгоритм для задач условной и безусловной оптимизации	289
Брестер К. Ю. О решении задач многокритериальной оптимизации самонастраивающимся генетическим алгоритмом	290
Волкова С. С. Исследование эффективности адаптивной мутации в генетических алгоритмах	291
Гончарова И. С. Модельно-алгоритмическая поддержка анализа экономической деятельности структурно-связанных подразделений фирмы	293
Дергачев В. Д., Ломаев Ю. С. Методы подавления шумов и алгоритмы оптимизации в задаче аппроксимации рентгенограммы вещества NIFE функциями Гаусса	295
Дмитриев Е. И. Об одной задаче идентификации стохастических систем	295
Жильцов К. Н. Метод конечных элементов в решении двумерных задач теплового взрыва	297
Идаятова А. К. О сглаживании некоторых траекторий лавинообразных процессов	298
Колесников С. В., Новиков Д. С. Решение обратной задачи кинематики для плоского манипулятора	300
Колесников С. В. Управление манипуляционным роботом в неизвестной среде с помощью алгоритма A^*	301
Коплярова Н. В. О непараметрическом алгоритме моделирования нелинейных динамических систем	302
Корнеева А. А. Некоторые замечания к задаче параметрической идентификации	304
Коромыслова А. А. Исследование свойства масштабируемости генетического алгоритма	305
Кузьмич Р. И. Поиск закономерностей при решении задачи управления приземлением космического корабля	306
Ликсонова Д. И. Об исследовании непараметрических рекуррентных оценок функции регрессии	307

Мангалова Е. С. Об одном алгоритме прогнозирования нестационарных временных рядов	309
Новиков Д. С. Алгоритм полного перебора в задаче управления манипулятором в неизвестной среде	309
Первушин В. Ф. Об одном методе идентификации стационарных линейных динамических объектов	311
Родин Д. В. Метод аналитического расчета распределения потенциала ионного зеркала времяпролетного масс-спектрометра	312
Семенкина М. Е. Самоконфигурируемый алгоритм генетического программирования	313
Семенкина О. Е. Исследование эффективности параллельного муравьиного алгоритма на задаче коммивояжера	314
Сержантова М. В., Кузубов А. А. Численное моделирование магнитных свойств вакансий в монослое h-BN	316
Смешко Ю. В. Критерий для автоматического определения количества классов в задаче нечеткой классификации с самообучением	317
Становов В. В. Исследование эффективности различных методов самонастройки генетического алгоритма	319
Стрельников А. В. О непараметрическом моделировании дефицитных рисков	320
Фисак А. В. Исследование эффективности гибридного самонастраивающегося эволюционного алгоритма оптимизации	321
Хритonenко Д. И. Применение самонастраивающегося алгоритма генетического программирования для решения задач классификации	322

Секция

«ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

Абдугалимова Е. Г., Степурко К. В. Сравнительный анализ систем безопасности баз данных	324
Александрова У. А. Обеспечение сохранности данных при использовании информационных технологий	325
Антипова С. А. Модуль OPENERP для управления проектной документацией	326
Баранов Р. П., Белокопьев А. В. Определение и приоритизация признаков объектов на изображении в системах распознавания	328
Борисов Ю. В., Лисица А. С. Анализ применимости GENESIS 3D для построения модели помещений	329
Борисов Ю. В., Лисица А. С. Преобразование Хафа для выделения линий на фотографиях и кадрах видеопоследовательностей, сделанных внутри помещения	330
Волков А. К., Волков А. К. Применение технологии виброизображения для выявления потенциально опасных пассажиров	330
Володина А. Н. Структура и этапы проектирования экспертной системы в области медицины	331
Ерыгин В. Ю. Проблема совместимости версий мультиверсионного программного обеспечения в условиях нечеткости бюджета	332
Иванов О. А. Модель данных системы «Интернет-магазин Celler.ru»	334
Иванова Т. С. Модель данных системы мониторинга активности посетителей сайта	337
Истомина Ю. А. Автоматизация процесса моделирования нейронных сетей	338
Лазарев Д. С. Гистограммный подход для сегментации разнонаправленных рукописных строк текстовых документов	339
Лаптева М. А., Болдырев К. М. Система автоматизированного обслуживания посетителей ресторанов	340
Лысенко С. Ю. Программа оценки влияния дисциплины обслуживания на надежность восстанавливаемых систем	340

Носкова Д. А. Алгоритмическая поддержка проектирования информационной системы с заданным риском	342
Охотников В. А. Конструктор служб Sql Server Integration Services	344
Проскурин А. В., Бузаев Д. В. Проблемы проектирования и разработки базы знаний	344
Савицкий Р. С. Программная реализация метода статистических испытаний для расчета надежности технических систем	346
Богданов К. В. Создание web-приложений на основе технологии Apache Cordova	347
Богданов К. В., Ловчиков А. Н. Моделирование преобразователей напряжения с шим на языке Erlang	348

Секция

«ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ»

Быкодорова Е. Д., Старосельцев А. С., Дымов Д. В. Система телеметрического контроля для современных КА	350
Гладышев Е. И. Многопоточность в приложениях	351
Голомаздина Н. Н. Этапы и опыт внедрения систем электронного документооборота	352
Дятлов А. К. База данных учета радиоэлементов	354
Золотарева Е. Ю., Зотин А. Г. Мультиспектральный анализ изображений зеленых растений для идентификации стрессовых состояний	355
Карцан Р. В., Жукова Е. С. Универсальное программное обеспечение по типу «каркас»	356
Космидис М. Ю. Учёт параметров среды для автоматической регистрации герметичности СЖО «БИОС-3» с помощью системы «Метран»	357
Мурадимов Р. Ж. Автоматизированная информационная система прогнозирования преступности	358
Озорнин О. В. Объектно-ориентированное моделирование информационной системы аттестации учащихся на примере Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева	359
Полищук Б. В. Оценка эффективности непараметрических алгоритмов распознавания образов в решении задачи прогнозирования типов папиллярных узоров пальцев рук	360
Российский Е. А. Оптимизация системы бизнес планирования в нефтедобывающих компаниях	362
Тихонов Д. В. Прогнозирование объема продаж в 1С при помощи нейронной сети	363
Ценникова Н. П. Общие принципы построения БКУ с модульно-сетевой архитектурой	363

Секция

«МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ»

Бондарь И. В., Кузнецов М. А., Паклина А. А. Способ моделирования угроз безопасности автоматизированных систем в защищенном исполнении	365
Вашкевич А. В. Нахождение нелинейности булевой функции с помощью преобразования Уолша	366
Верхорубов А. И. О проблеме анализа интегрированных результатов работы средств защиты информации в автоматизированных системах	367
Володин А. Ю., Ильин Ю. А., Петров И. М., Титов О. О. Современное состояние инновационной деятельности в ОПК	368
Волошин Б. В. Применение многоагентных систем в задаче построения системы обнаружения инцидентов информационной безопасности	369

Гановичева С. С. Методы и способы обеспечения защиты систем корпоративного управления	371
Климина А. С. Оптимизация выбора параметров для алгоритма полларда	372
Коромыслов Н. А. О возможности экономии ресурсопотребления искусственной иммунной системой при решении задачи классификации	373
Куржос В. Л. Ресурсоемкость генерации ключей электронной цифровой подписи	374
Лебедев Р. В. Исследование системы оценок уязвимостей объектов информационных систем	375
Медведева Т. Е. Оценка нелинейности композиции булевых функций	376
Резнер Р. В. Система поддержки принятия решения для проектирования центров обработки данных	377
Фейгин В. С. Решение задачи обеспечения заданной производительности вычислительных комплексов при построении защищенных информационных систем	379
Хеирхабаров А. С. Безопасность HTML5	380
Шалыпин А. А. Применение прецедентного анализа в задаче классификации инцидентов информационной безопасности	381
Шудрова К. Е., Почкаенко В. Ю. Методика лабораторных испытаний механизма управления нагрузкой «метка привилегий»	383

Секция

«ИНФОРМАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»

Артеменко С. В. Утилизация компьютерной техники	384
Бирюкова К. В. Электронные формы денежных расчетов	385
Боднарюк А. А., Коваленко Д. В. Предпосылки внедрения бизнес-процессов в управление предприятием	386
Бондаренко Д. В. Способы заработка в сети Интернет	387
Бородина А. С. Автоматизация офиса и перспективы его развития	388
Бутрина А. В. Биометрическая идентификация личности	389
Волкова С. И. Современные решения проблемы безопасности электронных систем платежей	391
Гершевич Е. К. Применение OLAP-технологий и OLAP-систем в экономической сфере	392
Гончарова Ю. А. Чтение данных периодического регистра сведений «1С:Предприятие 8.1» методами табличной модели информационной базы	393
Жаркова Ю. Т. Применение NFC-технологии в глобальном масштабе	394
Корнилов Е. Г., Чернега Р. В. Использование интеллектуальных систем в освоении космического пространства	395
Кравец А. А., Кукарцев В. В. Организация информационной системы сбора данных по медицинской помощи на территории края	396
Лайкова А. А. Дистанционное банковское обслуживание	397
Ларченко Г. В. Аспекты, связанные с использованием электронных денег	398
Моисеенко А. А. Интернет-банкинг	400
Онтужев В. В., Пузанова Г. А. Особенности применения программ, распространяемых по лицензии GNU/GPL в российских организациях	401
Онтужев В. В., Пузанова Г. А. Проектирование системы управления проектами при неформальной организации разработки	402
Осипова А. В. Автоматизация бизнес-процессов компаний на базе платформы «1С: Предприятие 8»	404
Павленко А. Н. Концепция электронного правительства	405
Рябоконь О. С. Электронные счета-фактуры	406

Свердюк Л. А. Интернет-страхование	407
Тарасова Я. Р. Новейшая технология аудита сетевых ресурсов Eye Tracking	408
Тихонова С. А. Разработка CRM для ООО «Ансамбль»	409
Тихончук Е. О. Разработка механизма получения аналитической информации на платформе «1С:Предприятие 8.2»	410
Толкачева А. И. Система связи VOIP	411
Фомкина Е. С. Практическое использование CRM-технологий	412

СООБЩЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ

Белинская П. А., Семенова А. П. Экологические проблемы освоения космического пространства	417
Кутуков Р. А., Лыткина Н. А. Игра-бродилка «КРЭШ в поисках артефактов» версия II – 2012	418
Михайлова К. С., Зеленкова М. К. Достопримечательности города Красноярска	419
Протевень И. С., Яковлев И. Д. Особенности струйного обтекания модели диска летательного аппарата	420
Семенова А. П. Миссии для изучения солнца: история и перспективы	421

Научное издание

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ АВИАЦИИ И КОСМОНАВТИКИ

*Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции
творческой молодежи, посвященной 55-летию запуска
первого искусственного спутника Земли
(9–14 апреля 2012, г. Красноярск)*

В 2-х томах

Том 1

**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
СООБЩЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ**

Оригинал-макет и верстка *Л. В. Звонаревой*

Подписано в печать 30.10.2012. Формат 60×84/8. Бумага офсетная.
Печать плоская. Усл. печ. л. 51,0. Уч.-изд. л. 68,1. Тираж 100 экз.
Заказ 87/166. С 187/12.

Редакционно-издательский отдел Сиб. гос. аэрокосмич. ун-та.
660014, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31.