

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

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ АВИАЦИИ И КОСМОНАВТИКИ

*Тезисы X Всероссийской научно-практической конференции
творческой молодежи
(8–12 апреля 2014 г., Красноярск)*

В 2-х томах

Том 1

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СООБЩЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ

Электронное издание

Красноярск 2014

© Сибирский государственный аэрокосмический
университет имени академика М. Ф. Решетнева, 2014

УДК 629.7
ББК 39.5
А43

Редакционная коллегия:

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

Под общей редакцией

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

Актуальные проблемы авиации и космонавтики [Электронный ресурс] : тезисы
А43 X Всерос. науч.-практ. конф. творческой молодежи (8–12 апреля 2014 г., Красноярск) :
в 2 т. Т. 1. Технические науки. Информационные технологии. Сообщения школьников. –
Электрон. текстовые дан. (1 файл: 13 280 КБ). – Систем. требования : Internet Explorer;
Acrobat Reader 7.0 (или аналогичный продукт для чтения файлов формата .pdf) / под
общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – Красноярск, 2014. – Режим
доступа: <http://www.sibsau.ru/index.php/nauka-i-innovatsii/nauchnye-meropriyatiya/materialy-nauchnykh-meropriyatij>. – Загл. с экрана.

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

Предназначены для студентов, аспирантов и молодых специалистов.

**УДК 629.7
ББК 39.5**

Подписано к использованию: 30.08.2014. Объем 13 280 КБ. С 159/14.

Оригинал-макет и верстка *А. Е. Ахнашева*

Редакционно-издательский отдел Сиб. гос. аэрокосми. ун-та.
660014, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31.
E-mail : rio@sibsau.ru. Тел. (391) 201-50-99.

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 производственников.

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 621:620.178.16.05

И. А. Андреева, А. И. Хомич
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПЛАСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ИЗНОС МАТЕРИАЛОВ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Рассматриваются вопросы влияния абразивной износостойкости на долговечность деталей машин. Определенное внимание уделено вопросам долговечности деталей машин, работающих при низких температурах. Предпринята попытка объяснения процессов происходящих в зоне трения.

Изнашивание деталей и рабочих органов машин является неизбежным и закономерным процессом, сопровождающим работу многих машин, механизмов и оборудования. Многими исследованиями установлено, что в 80–90 % случаев работоспособность машин и оборудования теряется вследствие износа их подвижных соединений. Изнашивание приводит к изменению геометрической формы и размеров деталей, изменяется состояние их рабочих поверхностей, что ведет к постепенному снижению функциональных качеств деталей и производительности машин в целом. Поэтому сохранение функциональных качеств машин и механизмов предполагает в первую очередь обеспечение высокой износостойкости их подвижных элементов (рабочих органов) и сопряжений. Особенно это проявляется для деталей и рабочих органов машин, подвергающихся абразивному изнашиванию.

Долговечность деталей и рабочих органов машин, работающих в условиях абразивного изнашивания, определяется двумя факторами: интенсивностью изнашивания и разрушения, вследствие снижения прочности. Связано это с кинематическими и динамическими параметрами, характеризующими работу машины. Например, для режущих органов землеройных машин эти параметры полностью зависят от условий работы машины и состояния разрабатываемого грунта (талый или мерзлый). Процесс изнашивания деталей и режущих органов в грунтах подчиняется закону нормального распределения, процессы разрушения (поломка деталей) – экспоненциальному. Разрушение детали или режущего органа происходит в результате снижения прочности детали из-за ее предельного износа. Поэтому вероятность безотказной работы (долговечность) можно представить как суммарную функцию законов нормального распределения и экспоненциального.

Существенно важным фактором, определяющим величину износа, а значит и долговечность деталей, является степень динамичности нагрузки, действующей на изнашиваемую деталь, температура окружающей среды. Воспроизведение этого параметра представляет большую сложность, поэтому в исследованиях применяют испытания при двух граничных условиях: либо при скольжении по частицам абразива, либо при ударе детали об абразивную поверх-

ность. Другим определяющим интенсивность изнашивания является температура окружающей среды, которая оказывает влияние на все факторы, регулирующие процесс изнашивания: физико-механические свойства материала, состояние абразивной поверхности (степень закрепленности частиц абразива), воздействие окружающей среды на изнашиваемую поверхность и т. д.

Воздействуя на материал, абразивные частицы формируют в поверхностном слое вполне определенный процесс изнашивания. Изменение условий этого воздействия в некотором диапазоне (нагрузки, скорости скольжения, состава и геометрической формы абразива, а также размеров абразивных частиц) не изменяет физической сущности явлений в зоне контакта, а влияет только на количественные показатели процесса изнашивания. Характеризуется это переходом от одного доминирующего механизма разрушения поверхности материала к другому.

Границы этих переходов довольно условны и могут быть определены только при некоторых допущениях, что обусловлено рядом факторов: различной интенсивностью протекания процессов, характерных для абразивного изнашивания (упругое, упруго-пластическое оттеснение материала, усталостное разрушение, микрорезание); невозможностью создания условий, позволяющих реализовать только один из перечисленных видов разрушения материалов при абразивном изнашивании.

В качестве критерия перехода от полидеформационного разрушения к преимущественному микрорезанию М. М. Тененбаум предлагает использовать критическую степень смешанности процесса изнашивания, определяемую плотностью контактирования (отношение количества абразивных частиц, производящих микрорезание к числу частиц, производящих деформирование материала).

При $n_p / n_d \ll (n_p / n_d)_{кр}$ в зоне контакта доминируют процессы полидеформационного разрушения (отделение частицы износа происходит в результате многократного повторения циклов пластического оттеснения материала абразивными частицами). Если же $n_p / n_d \gg (n_p / n_d)_{кр}$, то в зоне контакта материала и абразива преобладает процесс разрушения материала за счет микрорезания (отделение частицы износа про-

исходит при однократном контакте абразива и материала).

Критическая плотность контактирования определяется в предположении, что величины износа при полидеформационном разрушении и микрорезании равны (отношение $n_p/n_d = 1$).

При условии равенства объемов V_p и V_d , соотношение режущих и деформирующих частиц равно $(n_p/n_d)_{кр} = 0,69/N$.

Уменьшение соотношения V_d/V_p ведет к снижению нижнего предела соотношения $(n_p/n_d)_{кр}$, т. е. при $V_d/V_p \rightarrow 0$

При другом граничном значении $V_d/V_p \rightarrow 1$ числитель правой части уравнения имеет вид

$$\lim [\ln(1 + V_d/V_p)] = \lim [\ln 2] = 0,693.$$

Следовательно, соотношение n_p/n_d может изменяться в диапазоне от 0 до 0,693, т. е. от 0 до 7 %. По данным исследований доминирующий процесс микрорезания при абразивном изнашивании наступает при количестве режущих частиц не более 7,0 % от числа пластически деформирующих.

При низких температурах соотношение режущих и деформирующих частиц абразива изменяется, что связано с изменением физико-механических свойств материалов и состояния абразива. В работах по исследованию износостойкости материалов при низких

температурах показано, что в результате повышенного упрочнения и охрупчивания материалов при низких температурах увеличивается доля диспергирования, а сопротивление разрушению уменьшается. Работа сил трения при понижении температуры до минус 60 °С снижается до 60–65,0 % от значения при температуре плюс 20 °С. Это значит, что разрушение поверхности материала абразивными частицами происходит при усилиях на 35–40 % меньше, чем они необходимы при нормальной температуре. В ряде работ показано, что величина обратная коэффициенту стружкообразования $1/K_c$ (K_c – коэффициент стружкообразования), отражающая сопротивление материала разрушению снижается, повторяя кривую снижения износостойкости сталей. Приведенные факты указывают на рост интенсивности разрушения материалов абразивными частицами при понижении температуры, а следовательно, снижение износостойкости.

Таким образом, выполненный анализ многочисленных исследований при различных условиях изнашивания материалов показывает, что долговечность деталей и рабочих органов машин полностью зависит от износостойкости материалов, из которых они изготовлены.

© Андреева И. А., Хомич А. И., 2014

УДК 621.454.2;629.76;629.78

И. В. Буртыль¹

Научный руководитель – Г. Г. Крушенко^{1,2}

¹Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

²Институт вычислительного моделирования СО РАН, Красноярск

СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА РАБОЧИХ КОЛЕС ТНА ЖРД

Представлены результаты применения некоторых технологий и средств, обеспечивающих повышение качества рабочих колес турбонасосного агрегата жидкостного ракетного двигателя.

В жидкостных ракетных двигателях (ЖРД) подача компонентов топлива осуществляется насосами, которые приводятся во вращение газовой турбиной. В совокупности насосы с турбиной образуют турбонасосный агрегат (ТНА), являющийся важнейшим узлом ЖРД [1–4].

Комплектующие ТНА детали по условиям эксплуатации делятся на две группы – вращающиеся, к которым относятся вал и смонтированные на нем рабочие колеса (диски), и неподвижные – корпуса, внутри которых располагается вал с дисками (ротор). Вращающиеся детали работают в исключительно жестких условиях [5].

Диски ТНА изготавливают методом литья по выплавляемым моделям [6] из жаропрочных сплавов на никелевой основе [7], содержащие упрочняющие интерметаллидные γ' -фазы [8].

К качеству дисков предъявляются высокие требования, что вызывает их значительную отбраковку на каждой контрольной операции по причине выявления разного рода дефектов, начиная от визуального ос-

мотра и вплоть до рентгенопросвечивания. Применение «простых» технологических мероприятий не во всех случаях приводило к положительным результатам, что, по-видимому, можно объяснить незнанием всех факторов, определяющих качество отливок, в связи с чем и был выполнен ряд исследований по повышению качества дисков.

С целью установления причин возникновения дефектов и принятия мер по их предотвращению, проведено исследование с применением метода экспертных оценок [9], основанном на априорном выявлении значения («веса») влияния отдельных факторов на возникновение тех или иных дефектов, что определили на основании опыта специалистов, накопленного ими в предшествующей деятельности.

На основании обработки полученных данных была разработана конструкция ЛПС, характеризующаяся наличием шаровой прибыли со щелевым подводом в нее металла. Такая форма прибыли обладает наибольшей эффективностью в отношении питания – подвода жидкого металла к кристаллизующимся объ-

емам отливки, что объясняется ее минимальной поверхностью охлаждения, т. е. минимально возможной потерей металлом тепла. Функция вертикальной шелевой ЛПС заключается в исключении возможного разрушения оболочки в результате динамического воздействия струи металла при заливке. В нижней части стояка ЛПС было устроено ответвление для гашения удара первой порции струи заливаемого металла. Такое устройство ЛПС предотвратило возникновение таких дефектов, как недолив лопаток, межлопаточные прорывы керамической формы, усадочные рыхлоты, трещины, надрывы, газовые раковины и др.

Качество поверхности металлических деталей, включая и отливки, отвечает за целый ряд рабочих характеристик механизмов, в состав которых они входят. Что касается литых дисков, то качество, чистота их поверхности определяет массовую производительность ТНА. При этом качество поверхности дисков зависит от состава модельной массы, применяющейся для изготовления выплавляемых моделей – прототипов будущей отливки. В настоящей работе с применением метода математического планирования эксперимента [10], при реализации которого в качестве параметра оптимизации были приняты прочностные показатели, проведено исследование по разработке нового состава модельной массы. Это связано с тем, что содержащийся в ее стандартном составе стеарин (стеарин + парафин в соотношении 50/50), взаимодействует со связующим (гидролизированный раствор этилсиликата), образуя на поверхности модели неровности, шероховатости и другие дефекты, которые передаются поверхностям отливок. Кроме того, стандартный состав обладает низкой теплопроводностью, что приводит к деформации моделей при нарушении температурного режима их хранения, и, как следствие, к нарушению геометрии отливок. Разработанная модельная масса (60 % парафина, 17 % бурого угольного воска и 23 % пчелиного воска) характеризуется повышенными свойствами, которые обеспечивает получение отливок с чистотой поверхности требуемого качества.

Разработанные мероприятия обеспечили 100-процентную годность отливок по рентгеновскому контролю, и уменьшили в 2,5–3 раза отсев на других контрольных операциях при одновременном уменьшении расхода дорогостоящего сплава до 3-х кг на одну отливку. При этом была использована технология электрошлакового переплава отделенной от отли-

вок диска ЛПС, что позволило получать металл повышенного качества, предоставляя возможность его использования взамен первичной шихты, что также дает экономический эффект.

Библиографические ссылки

1. Добровольский М. В. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования : учебник для вузов. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2005. 488 с.
2. Турбонасосные агрегаты ЖРД конструкции НПО «Энергомаш» / Иванов В. К., Кашкаров А. М., Ромасенко Е. Н. и др. // Конверсия в машиностроении. 2006. № 1. С. 15–21.
3. Попов В. Г., Ярославцев Н. Л. Жидкостные ракетные двигатели. М. : Изд-во МАТИ – КТУ им. К. Э. Циолковского. 2001. 171 с.
4. Seong Min Jeon et al. Rotordynamic analysis of a high thrust liquid rocket engine fuel turbopump // Aerospace Science and Technology. 2013. Vol. 26, Iss. 1. P. 169–175.
5. Прочность и ресурс ЖРД / Н. А. Махутов, В. С. Рачук, М. М. Гаденин и др. М. : Наука, 2011. 525 с.
6. Оборин Л. А. Научно-технологические основы производства литых деталей по выплавляемым моделям для силовых установок летательных аппаратов ; СибГАУ Красноярск, 2013. 238 с.
7. Крушенко Г. Г., Решетникова С. Н. Применение жаропрочных сплавов для получения литых деталей двигателей летательных аппаратов // Проблемы разработки, изготовления и эксплуатации ракетно-космической и авиационной техники : материалы VI Всерос. науч.-техн. конф. Омск : Изд-во ОмГТУ. 2011. С. 119–121.
8. Масленков С. Б., Масленкова Е. А. Стали и сплавы для высоких температур. М. : Металлургия. 1991. 832 с.
9. Haase T., Termath W., Martsch M. How to Save Expert Knowledge for the Organization: Methods for Collecting and Documenting Expert Knowledge Using Virtual Reality based Learning Environments // Procedia Computer Science. 2013. Vol. 25. P. 236–246.
10. Gunasegaram D. R., Farnsworth D. J., Nguyen T. T. Identification of critical factors affecting shrinkage porosity in permanent mold casting using numerical simulations based on design of experiments // Journal of Materials Processing Technology. 2009. Vol. 209. Iss. 3. P. 1209–1219.

© Буртыль И. В., 2014

УДК 621.923.9

Е. А. Васильева, А. В. Чумакова
 Научный руководитель – С. К. Сысоев
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ РОТОРНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ

Рассмотрена возможность использования экспериментальной установки для роторно-абразивной обработки образцов имитирующих внутреннюю поверхность улитки ТНА.

Сущность роторно-абразивной обработки заключается в том, что в рабочей камере с обрабатываемой абразивной средой вращается ротор относительно обрабатываемой поверхности по схеме, показанной на рис. 1 [1].

Для исследования процесса взаимодействия абразивной смеси при массовом резании абразивными зёрнами разработана и изготовлена установка РАО-1. Основной целью проведения экспериментальных работ на установке является выявление условий обеспечения шероховатости до $Ra = 0,8$ мкм на образцах, имитирующих поверхность улитки ТНА. Но при проведении экспериментов затрачивалось много времени на монтаж и демонтаж установки для замены рабочей смеси. Поэтому принято решение усовершенствовать прин-

цип работы установки, после чего была сконструирована вторая экспериментальная установка РАО-2.

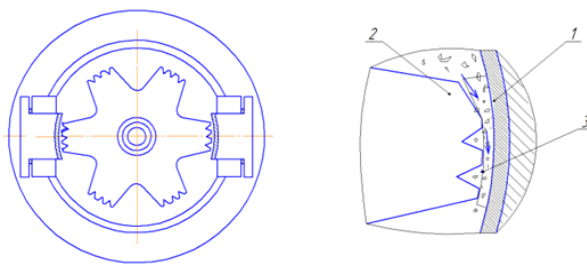


Рис. 1. Схема роторно-абразивной обработки:
 1 – образец; 2 – ротор; 3 – абразивная среда

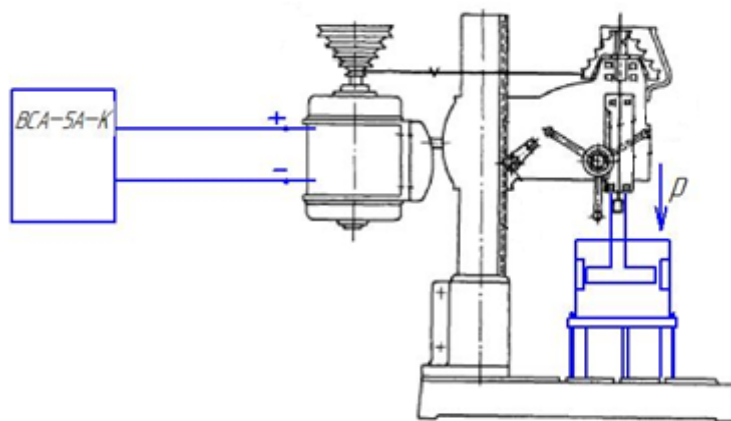


Рис. 2. Схема установки роторно-абразивной обработки

За основу конструкции установки (рис. 2) взят сверлильный станок НС12А с электродвигателем, который служит для вращения инструмента. Блок управления электродвигателем представляет собой выпрямитель ВСА-5А-К с регулируемым выходным напряжением. К столу сверлильного станка закреплена при помощи шпилек опытно-экспериментальная установка, где вращающийся ротор крепится к шпинделю станка. Частота вращения шпинделя составляет от 10 до 3000 мин⁻¹.

Модернизированная установка РАО-2 позволит исследовать процесс в широком диапазоне: частот вращения инструмента, зазора между инструментом и

образцами, а также обеспечить удобство проведения экспериментов при замене абразивных смесей.

Библиографическая ссылка

1. Васильева Е. А., Жуковская И. В., Чумакова А. В., Сысоев С. К. Совершенствование технологии уменьшения шероховатости внутренней поверхности улиток насосов // Решетневские чтения : материалы XVII Междунар. науч. конф. / СибГАУ, Красноярск, 2013. Ч. 1. С. 406–407.

© Васильева Е. А., Чумакова А. В., 2014

УДК 539.422.33:62-294-2

В. А. Галева, А. Е. Саклакова
 Научный руководитель – Г. В. Кочкина
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МЕХАНИЧЕСКАЯ НАНОМЕТРОВАЯ ОБРАБОТКА

Приведены основные виды нанообработки, рассмотрены механическая нанометровая обработка, формирование стружки и формообразование поверхности с помощью метода молекулярной динамики.

Нанообработку можно разделить на четыре категории [1]:

1) детерминированная механическая нанометровая обработки. Этот метод использует фиксированные и контролируемые инструменты, у которых можно указать профили трехмерных компонентов по четко определенной поверхности инструмента и путь прохождения инструмента. Им можно удалить материалы в количествах до десятков нанометров, включает в себя обычно алмазное точение, микрофрезерование, нано / микро измельчение и т. д.;

2) свободная абразивная нанометровая обработка. Этот метод использует свободные абразивные частицы с удалением небольшого количества материалов. Он состоит из полировки, шлифовки и обтачивания и т. д.;

3) немеханическая нанометровая обработка. Она включает в себя целенаправленную обработку ионного пучка, микро-электроэрозионную обработку и эксимерную лазерную обработку;

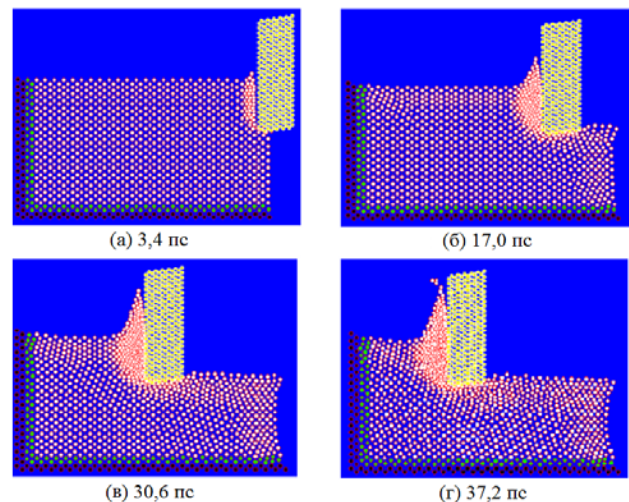
4) литографический метод. В нем используется шаблон для определения формы изделия. В результате получают двумерные изделия, но возникают некоторые ограничения при попытке получения трехмерных изделий. В основном включает в себя рентгеновскую литографию, LIGA – литографию с помощью ионов Ga, лучевую литографию электронов.

Механическая нанометровая обработка имеет больше преимуществ, чем другие перечисленные способы, так как она способна контролируемым образом обработать сложные 3D-компоненты. Обработка сложной геометрии поверхности является лишь одним из будущих тенденций в нанометровой обработке, которая приведет к интеграции нескольких функций в одном продукте. Например, способ может быть использован в машинных микроформах и штампах со сложными геометрическими характеристиками, высокой размерной точностью и формой, и даже с нанометровой особенностью поверхности.

Два основных метода нанометрической обработки – точечное алмазное точение и ультраточное измельчение. Эти методы способны производить очень тонкие разрезы. Алмазное точение широко используется в обработке цветных металлов, таких как алюминий и медь. При алмазном точении гальванической меди наблюдается недеформированная толщина стружки около 1 нм. Алмазная шлифовка является важным процессом для обработки хрупких материалов, таких как стекло и керамика для достижения уровня нанометровых допусков и высокого качества покрытия. Стефенсоном и его соавторами было получено опти-

ческое качество шероховатости поверхности ($Ra < 10$ нм) при nanoшлифовании из твердой стали с помощью шлифовального круга CBN с 76 мкм на сверхточном шлифовальном станке [2]. Использование ультратонких зерен твердых металлических инструментов и алмазных покрытий микроинструментов представляет собой многообещающую альтернативу для микрорезания даже из закаленной стали.

Нанометровая обработка очень перспективна в производстве датчиков, акселерометра, приводов, микро-зеркал, оптоволоконных разъемов, и микро-дисплеев. В общем, применение нанопроductов повысит производительность микро-продукции в вопросах чувствительности, селективности и стабильности [3].



MD-моделирование нанометрового процесса обработки (скорость резания – 20 м/с, глубина резания – 1,4 нм, радиус режущей кромки – 0,35 нм) [4]

В нанометровой обработке существуют только точечные дефекты в зоне обработки, поэтому нужно больше энергии, чтобы инициировать атомные трещины или атомные дислокации. Уменьшение глубины резания уменьшает возможность режущего инструмента уменьшить точечные дефекты и приводит к увеличению удельной режущей энергии. Нанометровое резание также характеризуется высоким соотношением нормальной к касательной составляющей силы резания, так как глубина резания очень мала, и заготовка в основном обрабатывается режущим кромок. Работа на сжатие становится доминирующей при деформации материала заготовки, потому что приведет к увеличению силы трения на границе раздела стружки инструмента и относительной высокой сте-

пени резания. Из-за их высокой чувствительности и собственной частоты для измерения силы резания используется пьезоэлектрический динамометр или датчик нагрузки.

Формирование стружки и поверхностной генерации могут быть смоделированы с помощью моделирования молекулярной динамики. MD-моделирование (метод молекулярной динамики) нанометрового процесса резания монокристаллического алюминия показано на рисунке.

Библиографические ссылки

1. Jackson M. J., Ahmed W., Xu C. Machining with Nanomaterials. USA, N. Y. : Springer, 2009. 372 p.
2. Stephenson D. J., Veselovac D., Manley S., Corbett J. Ultra-precision grinding of hard steels. Precision Engineering, 2001. 15: 336–345.
3. Andreas Schütze, Lutz-Günter John. Nano sensors and micro integration. mstNews 2003, 3: 43–45.
4. Cheng K., Luo X., Ward R., Holt R. Modelling and simulation of the tool wear in nanometric cutting. Wear, 2003, 255: 1427–1432.

© Галеева В. А., Саклакова А. Е., 2014

УДК 621.923.9

А. И. Ермоленко, Н. С. Теряев, А. Ю. Володин, Л. П. Сысоева
 Научный руководитель – *С. К. Сысоев*
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

**ИЗМЕНЕНИЕ УСЛОВИЙ СДВИГА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОСТАВА РАБОЧЕЙ СРЕДЫ
 ДЛЯ АБРАЗИВНО-ЭКСТРУЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ**

Рассмотрены особенности течения рабочей среды (РС) при абразивно-экструзионной обработке (АЭО). Выявлена необходимость определения режимов обработки, обеспечивающих сдвиговое течение РС в обрабатываемом канале. Исследовано влияние состава РС на изменение условий сдвига.

Процесс абразивно-экструзионной обработки (АЭО) заключается в экструзии вязко-упругой рабочей среды (РС), наполненной абразивными зёрнами, под давлением вдоль обрабатываемой поверхности. На эффективность обработки влияют как упругие свойства РС, обеспечивающие прижатие единичного абразивного зёрна к обрабатываемой поверхности, так и ее вязкие свойства, позволяющие РС течь по обрабатываемому каналу.

По характеру течения под приложенным напряжением РС относится к бингамовским пластикам, для которых характерно поведение твёрдого тела до достижения определенного напряжения (напряжения сдвига η_T или предела текучести P_T), после чего она начинает течь как ньютоновская жидкость [1].

Влияние основных факторов на предел текучести P_T можно записать в функциональной форме $P_T = f(k_a, k_\phi, l/d)$, где k_a – концентрация абразива в РС; k_ϕ – концентрация фторопласта в смеси, l/d – геометрическая характеристика канала [2].

Исследование влияния основных факторов на предел текучести проведено на капиллярном вискозиметре с принудительной подачей давления в подающий и возвратный цилиндры).

Зависимость $P_T = (k_a)$ аппроксимирована уравнением $P_T = k_o(3K_a - 11,93) / 4,25 - K_a$, где коэффициент k_o характеризует геометрические особенности канала и определяется из таблицы.

В результате исследования удалось выяснить, что с увеличением концентрации абразива предел текучести возрастает (рис. 1). Существенное увеличение P_T в диапазоне содержания абразива 66...80 % можно объяснить появлением комплексов абразивных зёрен,

соединяющих структуру абразивной смеси в общий пространственный каркас и препятствующих течению смеси в отверстии.

Значение коэффициента k_o

k_a	l/d			
	1	2	3	4
1...3	1,00	1,20	1,30	1,40
4	1,00	1,02	1,05	1,11

При исследовании влияния концентрации фторопласта на условия сдвига было выяснено, что добавки фторопласта Ф-4 увеличивают предел текучести на 10...15 % в связи с увеличением вязкости полимера за счет механохимических реакций (рис. 2). При этом установлено, что минимальное сдвиговое давление возможно при концентрации абразива в РС 9...10 %.

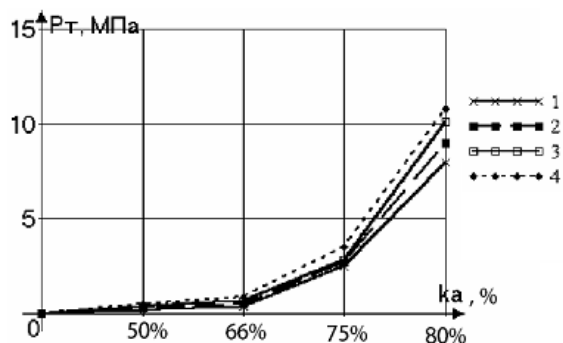


Рис. 1. Зависимость предела текучести P_T от содержания абразива k_a при k_o :
 1 – 1; 2 – 2; 3 – 3; 4 – 4

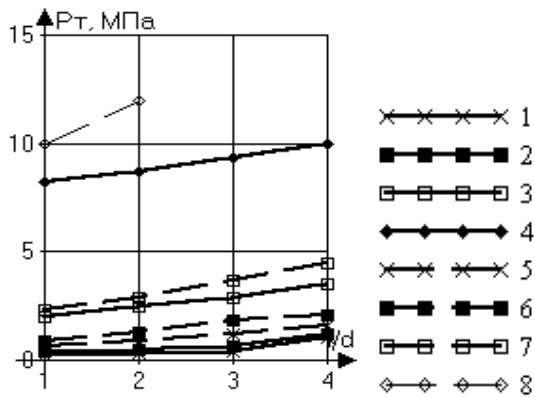


Рис. 2. Зависимость предела текучести P_T от геометрического отношения l/d , содержания абразива K_a и добавок мелкодисперсного фторопласта Ф-4:

1 — $K_a = 1$; 2 — $K_a = 2$;

3 — $K_a = 3$; 4 — $K_a = 4$; 5 — $K_a = 1$, $K_\Phi = 0,1$; 6 — $K_a = 2$, $K_\Phi = 0,1$; 7 — $K_a = 3$, $K_\Phi = 0,1$; 8 — $K_a = 4$, $K_\Phi = 0,1$.

Графики зависимости аппроксимированы уравнениями:

$$1 - P_T = 0,25 k_T - 0,15; \quad 5 - P_T = 0,33 k_T + 0,25;$$

$$2 - P_T = 0,25 k_T - 0,05; \quad 6 - P_T = 0,41 k_T + 0,5;$$

$$3 - P_T = 0,49 k_T + 1,5; \quad 7 - P_T = 0,74 k_T + 1,5;$$

$$4 - P_T = 0,6 k_T + 7,55; \quad 8 - P_T = 2 k_T + 8, \text{ где } k_T = l/d$$

Заметно существенное влияние геометрических характеристик обрабатываемой поверхности: с увеличением длины канала и уменьшением его диаметра необходимо большее давление в подающем цилиндре для обеспечения сдвигового течения.

Библиографические ссылки

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

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

© Ермоленко А. И., Теряев Н. С., Володин А. Ю., Сысоева Л. П., 2014

УДК 621.9.06.001

В. В. Зверинцев, Ю. С. Завершинская, Ю. И. Тягуева

Научный руководитель — *Л. В. Зверинцева*

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

ФИЗИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ ПРОЦЕССА АБРАЗИВНОГО ПОЛИРОВАНИЯ

Знания о процессах полирования требуются повсеместно. Появление и рост эффективности и производительности дисководов, силиконовых чипов, а также солнечных батарей, полирование кремниевой поверхности которых перед нанесением тонких магнитных или проводящих пленок, должна быть идеальной. Заглаживание рисок, оставшихся после механической обработки полированием, благотворно сказывается на износостойкости деталей. В результате полирования сокращается площадь поверхности детали, окисляющейся воздухом и агрессивными средами, что повышает коррозионную стойкость детали. Полирование позволяет обнаружить дефекты поверхностного слоя: трещины, волосовины и флокены, которые на грубо обработанной поверхности незаметны.

Согласно ГОСТ 23505–79 абразивное полирование — абразивная обработка, предназначенная для уменьшения шероховатости обрабатываемой поверхности и увеличения зеркального отражения.

Поверхность становится оптически гладкой, блестящей, если величина неровностей на ней меньше половины длины волны видимого света, т. е. не должна превышать 0,2 мкм [1].

Существует несколько точек зрения сущности полирования, среди которых можно выделить основные.

По первой теории по аналогии с процессом шлифования при полировании производится микрорезание, сдвиги и разрушение кристаллической решетки. Эта гипотеза не может быть принята, поскольку не объясняет процесс, когда твердый материал хорошо полируется более мягким.

С точки зрения второй теории при полировании происходит лишь пластическое течение материала, при котором перераспределяется только верхний слой ме-

талла, поверхностные впадины заполняются за счет выступов. Но масса полируемых изделий уменьшается, это свидетельствует о том, что при полировании происходит абразивное удаление материала с поверхности.

Третья точка зрения принадлежит Д. Бейльби. В процессе притирки и полировании происходит чрезвычайно сильный нагрев поверхности и металл приобретает псевдожидкое состояние. Джорж Бейльби провел эксперименты, где после поверхностного химического вытравливания, на полированном образце проступали следы царапин от предыдущей стадии абразивного процесса. Возможность плавления в этих условиях маловероятна. Расплавленный металл под влиянием поверхностного натяжения образует гладкую поверхность, мгновенно застывает и не успевает приобрести кристаллическое строение. Такому поверхностному слою приписывают аморфный характер. Но, как известно, еще никем не получен металл в виде некристаллического, аморфного состояния.

Многие детали доводятся и полируются с добавлением охлаждающей жидкости.

В 1937 году Финч подтвердил теорию Бейльби другой серией экспериментов, после чего предположил, что существует два типа блестящей поверхности – поверхность с псевдожидким слоем и поверхность, имеющую такие тонкие царапины, что она выглядит, как полированная.

По теории акад. И. В. Гребенщикова, в процессе полирования основную роль играют химические процессы, происходящие на обрабатываемой поверхности. Если считать, что расстояние между центрами атомов в кристаллической решетке металлов равно примерно 0,5 нм, то средняя высота неровностей на полированной поверхности не превышает четырех слоев атомов. Это говорит о том, что рассматриваемые явления, не могут учитывать отдельные свойства не только молекул, но и атомов. По мнению И. В. Гребенщикова, металлическая поверхность всегда бывает покрыта оксидной пленкой, которая образуется практически мгновенно (слой окислов толщиной 1,4 нм образуется на железе в 0,05 с). Не только кислород, но и хлор, йод, сера при контакте с чистыми поверхностями образуют соответствующие пленки. Вследствие взаимного движения детали и инструмента пленка, покрывающая обрабатываемую поверхность, срывается в первую очередь в тех местах, где инструмент близко подходит к поверхности обработки. Обнажившаяся поверхность металла под влиянием кислорода или другого химического реагента вновь мгновенно покрывается пленкой, которая снова срывается полирующим инструментом. Шероховатость постепенно удаляется и получается ровная поверхность, которая не была подвергнута грубым механическим воздействиям, вызывающим разрушение кристаллической решетки. Однако и эта гипотеза не может объяснить полностью явлений, происходящих при обработке.

По мнению П. И. Ящерицына, А. Г. Зайцева и А. И. Барботько [2], при полировании не происходят указанные выше процессы в чистом виде. Одновременно действуют следующие факторы:

- химическое воздействие поверхностно-активных полирующих веществ (стеариновой кислоты, парафина и др.);
- резание абразивными зёрнами или размельчение (диспергирование) тончайшего поверхностного слоя;
- пластическое течение микрорельефа полируемой поверхностью. Процесс резания практически не может проходить с полным отсутствием пластических деформаций. Теплота, образующаяся при трении, способствует этому. При полировании гребешки микронеровностей размягчаются и металл, как бы размазывается по обрабатываемой поверхности.

Профессор Тоширо R. Doi. из университета в г. Саитама (Япония), руководитель лаборатории, эксперт мирового уровня в области шлифования, полирования (в том числе химико-механического полирования), написавший 8 книг, более 100 научных работ и являющийся автором более 170 патентов в этой области считает, что полирование – это процесс, в котором рабочие частицы абразива не генерируют хрупких структур на обрабатываемой поверхности, а постепенно устраняют дефекты поверхности посредством пластической де-

формации, в конечном итоге образуют гладкую зеркальную поверхность. На этой финальной стадии, абразивные частицы не царапают поверхность, а лишь повышают дефектность выступающих над плоскостью поверхности участков, открывают доступ жидкой основе компаунда в пространство между поликристаллическими зёрнами металла. Это облегчает их пластическую деформацию в жидкой, смачивающей их среде. Поверхность металла, в том числе и ее микродефекты, при давлении и температуре полирования интенсивно адсорбируют жидкий компаунд, который действует как поверхностно активное вещество (ПАВ) и понижает поверхностную энергию твердого металла до состояния, в котором пластическая деформация возможна и без разогрева до температур термопластической деформации (как правило, близких к температуре плавления). Давление прижатия полировального инструмента к изделию, создает необходимое напряженное состояние. Это давление значительно меньше требуемого давления для шлифования или для термопластической деформации[3].

Для описания модели процесса полирования может быть применен эффект Ребиндера, открытый в 1928 году. П. А. Ребиндер описал эффект адсорбционного понижения прочности твёрдых тел, облегчение деформации и разрушения твёрдых тел вследствие обратимого физико-химического воздействия среды. Эффект наблюдается при контакте твёрдого тела, находящегося в напряжённом состоянии, с жидкой адсорбционно-активной средой. Благодаря этому эффекту можно резать обычными ножницами стекло под водой, а в самолетах категорически запрещено возить ртуть – она прекрасно смачивает алюминий (способствуя эффекту адсорбции). При попадании на крылья самолета, находящиеся в полете в напряженном состоянии, возникает опасность того, они могут погнуться и даже переломиться.

Производство полупроводниковой продукции с субмикронными размерами элементов – это уже сегодняшний день, а шероховатость поверхностей для микроэлектроники достигла величин в несколько ангстрем. Это на девять порядков тоньше, чем уровень «нано», который уже повсеместно используется в бытовой электронике. В чипах для Irod и Iphone от Apple используется технология 32 нм. Все современные достижения в области полирования общеизвестны, широко обсуждаются, ставятся эксперименты, публикуются результаты.

Библиографические ссылки

1. Зверинцева Л. В. Абразивное полирование эластичным инструментом. Теоретические и практические основы процесса. Издатель: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, Germany, 2012. 200 с.
2. Ящерицын П. И. Тонкие доводочные процессы обработки деталей машин и приборов/ П. И. Ящерицын, А. Г. Зайцев, А. И. Барботько. Минск : Наука и техника, 1976. 328 с.
3. URL: http://www.jportal.ru/forum/forum20/topic7951/?PAGEN_1=4 (дата обращения: 10.03.2014).

© Зверинцев В. В., Завершинская Ю. С., Тягушева Ю. И., 2014

УДК 621.9.06.091:531.3

А. Н. Коркин, А. Е. Мельничук
 Научный руководитель – Ю. А. Филиппов
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ЛЕНТОЧНОПИЛЬНЫХ СТАНКОВ

Представлены результаты первичного кластерного анализа основных характеристик отрезных станков с целью создания улучшенной конструкции станка. Разработанная математическая модель верифицирована по мощности резания.

В заготовительных операциях большинства отраслей машиностроения, в том числе в производстве изделий ракетно-космической техники, одной из самых значимых, распространенных операций является резка профилей проката для получения мерных заготовок. В настоящее время наиболее широко применяются для этой операции отрезные ленточнопильные станки.

Российское станкостроение практически не выпускает оборудование такого типа, поэтому большую часть его закупают у зарубежных фирм. Из отечественных наиболее распространенные модели – ножовочный 872А и круглопильный 8Б66. Первый характеризуется возвратно-поступательным движением полотна пилы, что приводит к более высоким динамическим нагрузкам и вибрации при резании, по сравнению с ленточнопильными станками; кроме того, за счет сравнительно большой толщины полотна (2 мм) уменьшается коэффициент использования материала ($K_{ИМ}$). Модель 8Б66 имеет дисковую пилу толщиной 6,5 мм (ширина реза достигает 9,6 мм), что еще более снижает $K_{ИМ}$; станок имеет очень большую массу (3440 кг).

Проанализировав технические показатели, можно заключить, что эти станки морально устарели, и становится актуальной проблема разработки проекта российского ленточнопильного станка и постановки его на производство.

Чтобы выявить главные современные тенденции развития показателей отрезных станков и определить, насколько и по каким именно параметрам проект должен превосходить аналоги, проведен кластерный анализ новизны проекта [1].

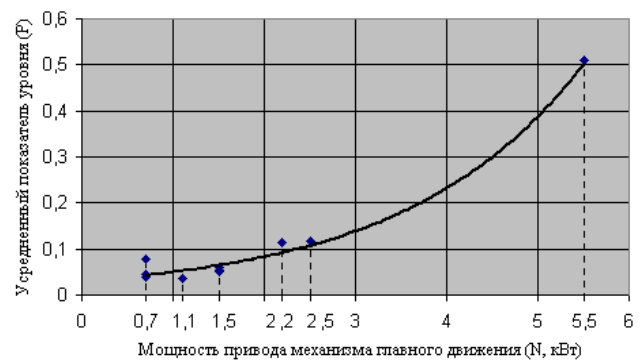
Вначале сравниваются значения десяти параметров, характеризующих проектное решение и 9 его аналогов: из них два отечественных 872А и 8Б66, семь – производства фирмы Jet (США), ленточнопильного типа. Выбраны параметры: толщина пилы; диаметр заготовки; шаг зубьев – ТРІ; стойкость пилы; скорость резания; точность реза; мощность привода МГД; виброскорость; стоимость станка; масса станка.

Выполнен численный анализ по прикладной программе расчета усредненного показателя уровня (УПУ) для проектного решения и его аналогов. Для анализируемых станков получены численные значения УПУ, как наиболее важного показателя, от 0,0348 (модель Jet HBS-916W) до 0,5088 (8Б66). На рисунке представлена функция отклика УПУ от одного из параметров для кластерного анализа – мощности привода МГД. Видно, что с увеличением мощности, показате-

ль уровня также возрастает по закону, близкому к экспоненциальному, полученному аппроксимацией и сглаживанием локальных участков. Уравнение функции имеет вид

$$P = 0,03 \cdot e^{0,512 \cdot N},$$

где N – мощность привода МГД, кВт.



Зависимость УПУ от мощности привода механизма главного движения

В качестве прототипа разрабатываемого станка принят аналог с наименьшим значением УПУ модели HBS-916W.

Работа выполнена на стадии технического предложения при разработке курсового проекта с элементами прикладного исследования новизны и практической значимости.

В ходе исследования выполнен предварительный вибрационный анализ однотипной конструкции ленточнопильного станка с измерением компонент вибрации, руководствуясь типовой методикой [1], показавший положительную сходимость результатов теоретических проработок и инструментальных измерений.

Таким образом, на основе кластерного анализа получена математическая модель, позволяющая проводить численный анализ мощности привода МГД отрезных станков и определять функциональную связь данного параметра с показателями технического уровня оборудования.

Библиографические ссылки

1. Филиппов Ю. А., Раменская Е. В., Ручкин Л. В., Скрипка А. В. Металлорежущие станки. Технология оценки качества проектируемых станков : учеб. пособие. Красноярск : Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т, 2009. 100 с.

© Коркин А. Н., Мельничук А. Е., 2014

УДК 621.9.06:534.01

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

АНАЛИЗ КОМПОНЕНТ ВИБРАЦИИ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ В ПРОЦЕССЕ РАБОТЫ

Получено значение виброскорости в процессе работы прибора в заданных точках. Также определено, что уровень звукового давления не превышает допустимые значения в процессе работы холодильника.

В современном мире детали бытовой техники большей частью изготавливаются с использованием различного оборудования. Именно в этом свете оправданы и высокие требования, предъявляемые к работникам бытовой техники и затраты, направленные на решение этих проблем.

При создании новых конструкций бытовых приборов, обеспечивающих повышенную производительность и эффективность, необходимо учитывать современные требования к конкурентоспособности и устойчивости движений узлов конструкции, а также формирование виброактивности. Динамические свойства бытовых приборов должны закладываться в процессе их проектирования и регламентироваться в технических условиях на изготовление изделий. Для изучения вопроса проведены экспериментальные исследования.

Предметом исследования явилась динамика технологического процесса работы бытового холодильника Бирюса-10. Измерение параметров компонент вибрации проводилось для анализа технического состояния бытовых холодильников.

Проведена серия первичных экспериментов в лаборатории кафедры Технологии машиностроения по регистрации амплитуд компонент вибрации с последующей обработкой результатов измеренных параметров.

По ГОСТ 12.1.012 для измерения компонент вибрации назначают характерные точки и области, такие как корпусные поверхности в зоне компрессора, место контакта опор прибора с фундаментом [1]. Поэтому для измерения амплитуд виброскорости выбраны точки в зоне компрессора, во взаимно перпендикулярных плоскостях и на столешнице холодильника.

Измеренные значения виброскорости в назначенных точках после выхода на режим в течение двадцати пяти минут варьируются в диапазоне $V_s = 0,71-0,28$ мм/с (см. рисунок).

Наибольшее значение виброскорости 0,71 мм/с соответствует точке, расположенной вблизи компрессора, наименьшее значение 0,28 мм/с – расположенной на столешнице.

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

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

$$L_{WA} = \frac{20 \lg V_1}{V_1}, \quad (1)$$

где V_1 – виброскорость в критериальной зоне БА, с учетом коррекции на фоновый шум и акустические условия окружающей среды; V_0 – исходное значение виброскорости, по ИСО ТК 43.

$$L_{WV1} = \frac{20 \lg 0,5}{10^{-5}} = 56 \text{ дБА},$$

$$L_{WV4} = \frac{20 \lg 0,35}{10^{-5}} = 43,5 \text{ дБА}.$$



Значения виброскорости в процессе работы прибора

Выполненные теоретические и экспериментальные исследования, связанные с диагностикой конкурентных показателей бытовых холодильников акустическим зондированием показал, что уровни звукового давления не превышают допустимых значений звуковой мощности. В отдельных точках холодильника наблюдается веерные изменения амплитуд колебания по компонентам виброскорости в пределах 5–7 %.

Библиографические ссылки

1. Раменская Е. В. Анализ виброактивности металлорежущих станков // Вестник СибГАУ. 2006. Вып. 6. С. 86–89.
2. ГОСТ Р 51402–99 «Ориентировочный метод. Шум машин. Определение уровней звуковой мощности источников шума по звуковому давлению».

© Котов А. В., Чумакова А. В., 2014

УДК 621.891.001.57

А. Н. Марьясов

Научный руководитель – Г. Ф. Тарасов

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск**МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗНАШИВАНИЯ СТАЛЕЙ В АБРАЗИВНОЙ СРЕДЕ**

Приводится анализ условий работы и изнашивания рабочих органов землеройных машин. Предлагается и обосновывается метод и установка для испытаний материалов на абразивное изнашивание, которая полностью моделирует процессы взаимодействия абразива и рабочего органа.

Все методы испытаний материалов на изнашивание, в зависимости от степени фиксации абразивных частиц, можно подразделить на три вида: о закрепленные абразивные частицы, полужакопленный абразив и свободный абразив. 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.

Износ деталей, рабочих органов и инструмента это закономерные процессы, которые неизбежно сопровождают работу машин, механизмов, различного функционального назначения и представляет собой одну из форм физического старения. Изнашивание приводит к изменению формы, размеров, состояния рабочих поверхностей деталей, что ведет к постепенному ухудшению функциональных качеств и снижению производительности машин.

Абразивное изнашивание, по сравнению с другими, характеризуется специфическими особенностями, присутствующими только этому виду изнашивания: высокая степень концентрации контактных напряжений в поверхностном слое материала; сильно выраженная дискретность контакта и взаимная независимость фрикционных связей, вследствие различия абразивных частиц по размерам. На поверхности материала, взаимодействующего с частицами абразива, создается широкий спектр контактных напряжений, характер распределения которых и предельные числовые значения определяются условиями этого взаимодействия (свойств материала, твердости и размеров абразивных частиц и т. д.). Различие уровней контактных напряжений ведет к формированию на поверхности материала различных механизмов изнашивания: микрорезание (хрупкое или вязкое), упруго-пластическое отеснение материала (сдвиг материала и последующее его разрушение), полидеформационное разрушение (разрушение при многократном передеформировании материала). На поверхности трения протекают сопутствующие процессы, такие как окисление изнашиваемой поверхности, возникновение внутренних повреждений, рост концентрации напряжений у образовавшихся микротрещин и т. д., которые являются следствием деформирования материала. Все эти факторы способствуют снижению сопротивляемости материалов воздействию частиц абразива, а значит интенсификации процесса их изнашивания.

Доминирование определенного механизма изнашивания материала, при прочих равных условиях,

зависит от степени закреплённости абразивных частиц, контактирующих с материалом. Частицы абразива могут находиться в трех состояниях: закреплённом, свободном и полужакопленном. Степень закреплённости абразивных зерен определяет их поведение при воздействии на контактируемым материалом. Режущие кромки закреплённых абразивных частиц ориентированы в строго определенном направлении и не могут изменять его в процессе взаимодействия с материалом. На поверхности последнего наиболее вероятно доминирование разрушения поверхности трения за счет микрорезания. Свободные абразивные частицы имеют произвольную ориентацию и могут изменять ее под действием сил трения в зоне контакта с изнашиваемым материалом. Преобладающим видом разрушения поверхности трения при таком контакте являются полидеформационное или усталостное изнашивание материала. Полужакопленные абразивные частицы вызывают и микрорезание, и пластическое деформирование контактирующего с ними материала.

Виды разрушения поверхности материала и границы перехода от одного вида нарушения фрикционных связей к другому в зависимости от степени закреплённости абразивных частиц являются условными. В реальных условиях изнашивания в зоне контакта материала с абразивными частицами происходят смешанные процессы разрушения поверхности трения, поскольку способность материалов сопротивляться изнашиванию зависит от многих факторов, основными из которых являются: физико-механические свойства материала (твердость, вязкость, пластичность, предел прочности, предел текучести, относительное удлинение, относительное сужение и т. д.) свойства абразива (гранулометрический состав, геометрическая форма и размеры, угол заостренности режущих граней, ориентация абразивных зерен относительно изнашиваемой поверхности); состояние абразивных частиц, определяющееся степенью их закреплённости; температура окружающей среды, которая оказывает влияние и на свойства материала, и на состояние абразива; агрессивность окружающей среды; тепловая динамика трения.

Закреплённые абразивные частицы относительно изнашиваемой поверхности имеют строго определенную фиксированную ориентацию. Свободные (незакреплённые) абразивные частицы, находясь в зоне контакта с изнашиваемой поверхностью, могут не только занимать любую ориентацию граней относительно изнашиваемой поверхности, но и изменять ее под действием сил, действующих в зоне контакта.

Наибольшую интенсивность разрушения поверхности трения производят абразивные частицы, имеющие малый радиус кривизны (остроугольные частицы) размерами от 0,2 до 2,0 мм. Обусловлено это, прежде всего тем, что они имеют малую площадь соприкосновения с деталью, а поэтому в зоне контакта развиваются большие контактные давления.

Обобщая изложенное, следует отметить, что реализация какого-либо определенного вида разрушения поверхности возможно в случае однородности процесса абразивного изнашивания, характеризующегося стабильностью размеров и формы частиц абразива. Создать такие условия работы пары трения в реальных условиях практически не представляется возможным. При контакте рабочих органов землеройных машин с грунтом их изнашивание происходит в нестабильном режиме, поскольку все основные параметры, определяющие вид изнашивания не являются постоянными. В условиях нестабильного режима изнашивания поверхности рабочих органов находятся в сложно-напряженном состоянии. Уровень контактных напряжений носит переменнo-циклический характер. Переменные напряжения по всей рабочей поверхности рабочего органа вызывают усталость материала, что снижает его сопротивляемость разрушению абразивными частицами.

Лабораторные испытания на изнашивание должны воспроизводить реальные условия работы детали. Это может быть достигнуто двумя способами: при точном воспроизведении всех внешних факторов, характеризующих работу данной детали, и при моделировании процессов изнашивания. В первом случае не требуется знаний процессов разрушения и разупрочнения поверхностного слоя детали, поскольку они формируются под действием точно воспроизведенных внешних факторов. Во втором случае внешние факторы не воспроизводятся, а создается физическая модель, обеспечивающая протекание заданного процесса изнашивания. Моделирование абразивного изнашивания на малогабаритных образцах позволяет резко сократить продолжительность эксперимента по сравнению с натурными испытаниями и при минимальных затратах времени достаточно успешно прогнозировать долговечность деталей, подвергающихся в процессе работы изнашиванию. В лабораторных условиях экономически эффективно можно провести изучение триботехнической цепочки: выявление оптимального для конкретных условий работы состава материала детали, отработка технологии и конструктивного решения, разработка практических рекомендаций по применению материала в условиях эксплуатации.

© Марьясов А. Н., 2014

УДК 621.923.9

Д. И. Савин, В. В. Макеев, Л. П. Сысоева

Научный руководитель – *А. С. Сысоев*

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

ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РАБОЧИХ СРЕД ДЛЯ АБРАЗИВНО-ЭКСТРУЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ

Рассмотрены параметры, влияющие на эффективность абразивно-экструзионной обработки (АЭО). Выявлена необходимость определения температурной зависимости реологических характеристик рабочей среды (РС). Исследовано влияние температуры РС на изменение ее свойств и параметры обработки.

Эффективность абразивно-экструзионной обработки (АЭО) определяется геометрическими характеристиками обрабатываемой детали, ее материалом, режимами обработки и реологическими свойствами рабочей среды (РС).

При АЭО вязкоупругая полимерная РС, наполненная абразивными зёрнами, экструдирована под давлением вдоль обрабатываемой поверхности. Как и при любой абразивной обработке в зоне резания наблюдается значительное повышение температуры. При этом отвод тепла затруднен вследствие особенностей конструкции оборудования для АЭО [1], что приводит к значительному повышению температуры среды.

Исследование влияния температуры на давление в приспособлении выполнено на установке УЭШ-25 с накоплением тепла в системе при обработке образцов, изготовленных из стали 12Х18Н10Т. При этом регистрировалась температура и давление в приспособлении (рис. 1).

В результате исследования установлены зависимости давления P (МПа) в приспособлении от темпера-

туры t (°С) РС (рис. 2) и температуры РС от времени обработки T (мин) (рис. 3).

Анализ графиков показывает, что накопление с увеличением времени обработки теплоты в изолированной системе ведет к снижению давления РС в зоне обработки, что уменьшает силу прижатия абразивных зёрен к обрабатываемой поверхности и ведет к снижению эффективности резания. Уменьшение давления в приспособлении связано с изменением реологических свойств РС – уменьшением ее упругости и увеличением пластичности (снижением вязкости).

Повышение температуры РС свыше 40 °С приводит к снижению давления до 1 МПа (рис. 2), соответствующему переходу от активного резания с отделением стружки к пластическому оттеснению металла абразивными зёрнами с образованием навалов по краям цапаины (рис. 4). А при температуре свыше 80 °С прекращается и пластическое оттеснение металла, а взаимодействие РС с обрабатываемой поверхностью переходит во внешнее трение.

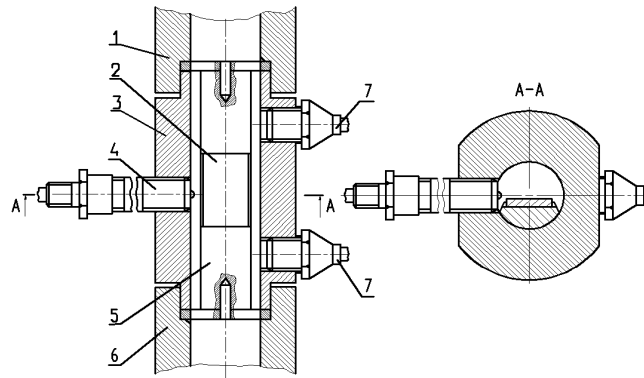


Рис. 1. Приспособление для АЭО на лабораторной установке УЭШ-25:

- 1, 6 – верхний и нижний цилиндры установки УЭШ-25; 2 – образец;
3 – корпус приспособления; 4 – термометр сопротивления; 5 – вкладыш;
7 – датчики давления ДДИ-20

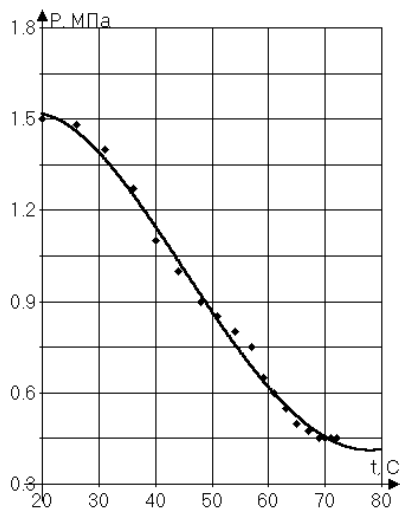


Рис. 2. Зависимость давления в приспособлении P от температуры РС t_{PC} :

$$P = 1,315 + 0,033 t_{PC} - 0,0013 t_{PC}^2 + 9,35 \cdot 10^{-6} t_{PC}^3$$

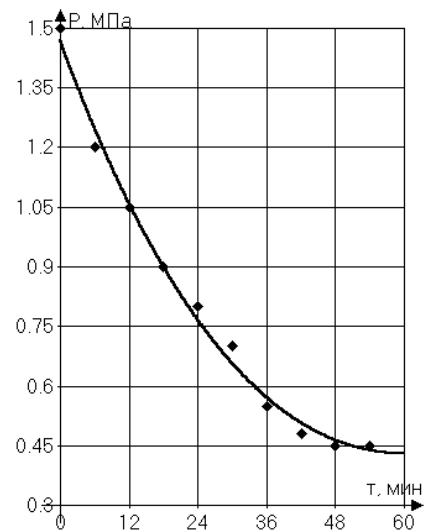


Рис. 3. Зависимость давления в приспособлении P от времени обработки T :

$$P = 1,45 - 0,035 T + 3 \cdot 10^{-4} T^2$$

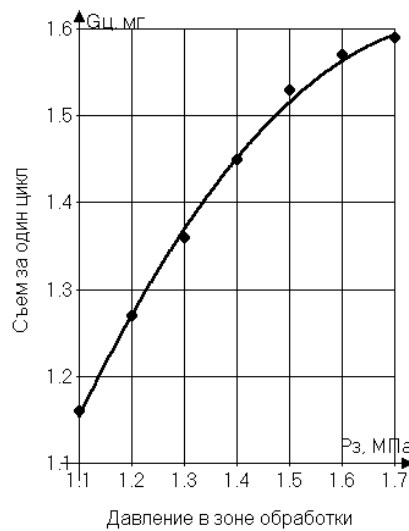


Рис. 4. Зависимость величины съема металла за цикл $G_{ц}$

от давления в зоне обработки P : $G_{ц} = 2,37 - \frac{1,32}{P}$

Следовательно, наиболее благоприятным является тепловой режим РС ниже 40 °С.

исследования, практика : моногр. ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2005. 220 с.

Библиографическая ссылка

1. Сысоев С. К., Сысоев А. С. Экструзионное хонингование деталей летательных аппаратов: теория,

© Савин Д. И., Макеев В. В., Сысоева Л. П., 2014

УДК 621.923.9

А. Е. Саклакова, Д. И. Колобовникова
 Научный руководитель – *Л. П. Сысоева*
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЯЗКОУПРУГИХ СВОЙСТВ РАБОЧИХ СРЕД
 ДЛЯ АБРАЗИВНО-ЭКСТРУЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ**

Рассмотрены особенности инструмента для абразивно-экструзионной обработки (АЭО). Обоснована необходимость определения свойств рабочей среды (РС), влияющих на характер ее течения. Исследовано влияние состава РС на ее вязкоупругие свойства.

Особенности процесса абразивно-экструзионной обработки (АЭО), помимо прочего, определяются особенностями применяемого инструмента – вязкоупругой рабочей среды (РС). РС для АЭО представляет собой многокомпонентную смесь – наполненный абразивом и иными компонентами (пластификаторами и модификаторами) высокомолекулярный полимер. Характер течения РС при ее экструзии под давлением (4...12 МПа) вдоль обрабатываемой поверхности определяется технологическими режимами обработки (давлением в системе) и вязкоупругими свойствами самой РС, определяемыми ее составом (наличием и концентрацией компонентов) [1]. Исследование вязких свойств РС исключительно важно для определения характеристик среды, обеспечивающих сдвиговое течение при заданных условиях (геометрических характеристиках обрабатываемой поверхности, режимах обработки и т. д.).

Вязкие свойства РС можно описать как динамической вязкостью (эффективной вязкостью) (Па·с), характеризующей параметры течения под действием приложенного напряжения, так и кинематической вязкостью (м²/с), характеризующей течение под действием силы тяжести. Определение вязкости по истечению РС через капиллярный вискозиметр в нашем случае затруднено, так как плотность среды, адгезионные явления и трение в зоне контакта по длине капилляра препятствуют ее течению только под действием силы тяжести без приложения дополнительного усилия. В связи с этим зависимость кинематической вязкости РС от ее состава определялась по площади растекания образца.

Основа образцов РС приготовлена на основе каучука синтетического термостойкого диметилсилоксанового СКТ в двух вариантах: с добавлением различных модификаторов в концентрации 10 % по массе. В качестве абразива использован электрокорунд белый

марки 12Н (25А) зернистостью F100 с варьированием концентрации 40–50–60 % по массе.

Полученные данные (рис. 1) показывают, что скорость растекания вначале неоднородна вследствие первоначальной структуризации макромолекул каучука после приложенного напряжения при формировании образцов. Через 30 мин скорость растекания выравнивается и уменьшается до нуля при достижении предела, когда процесс прекращается и «капля» сохраняет свой размер постоянным либо вследствие поверхностного натяжения, либо за счет межмолекулярного взаимодействия. При этом хорошо заметно влияние концентрации на величину предельной площади растекания.

Проведенные наблюдения позволили определить зависимость кинематической вязкости η_k от концентрации абразива для различных составов РС (табл. 1).

**Значения кинематической вязкости
 для различных составов РС**

Модификатор	Ка, % масс.	$\Delta S_{\Sigma}, \text{ м}^2 \cdot 10^{-3}$	$\eta_k, \text{ м}^2/\text{с} \cdot 10^{-6}$
Основа № 1	40	0,746	0,207
	50	0,635	0,176
	60	0,517	0,144
Основа № 2	40	1,340	0,372
	50	0,787	0,219
	60	0,687	0,191

Упругие свойства РС оценивались по эластичности образцов. по формуле $R = h/H$, где R – эластичность образца, %; h – высота отскока шарика, мм; H – высота подъема шарика в исходной позиции, мм. Высота отскока шарика позволяет оценить упругий ответ РС на кратковременно (мгновенно) приложенное напряжение.

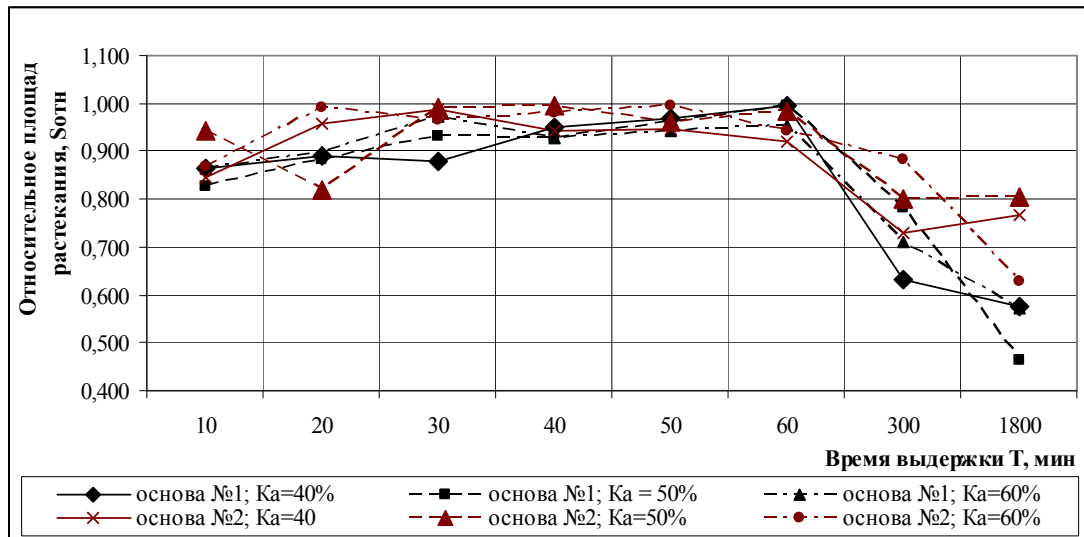


Рис. 1. Зависимость площади растекания образцов от времени выдержки

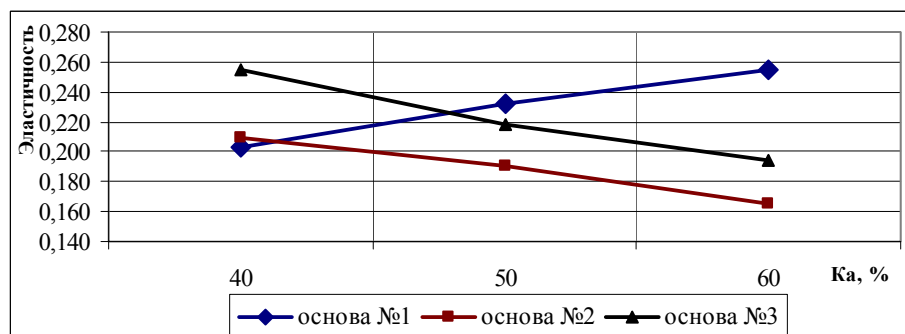


Рис. 2. Зависимость эластичности образцов от состава РС

Исследование проводилось на образцах, приготовленных на основе каучука СКТ с добавлением трех вариантов модификатора (основа № 1, № 2 и № 3). В качестве абразива аналогично предыдущему случаю использовался электрокорунд белый 12Н зернистостью F100. К основе № 3 добавлялся электрокорунд нормальный 14А зернистостью F40). Концентрация абразива во всех случаях варьировалась от 40 до 60 % по массе с шагом 10 %.

График зависимости эластичности РС от концентрации абразива (рис. 2) показывает, что упругие свойства РС, приготовленной на основе № 1, с увеличением концентрации абразива увеличиваются.

Для РС, приготовленных на основе № 2 и № 3, зависимость обратная. Вероятно, это связано с особенностью химических реакций образования дополнительных связей на концевых метильных радикалах.

Библиографическая ссылка

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

© Саклакова А. Е., Колобовникова Д. И., 2014

УДК 621.923.9

Н. С. Теряев, А. И. Ермоленко, А. Ю. Володин, Л. П. Сысоева
 Научный руководитель – С. К. Сысоев
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗЕРНИСТОСТИ И УГЛОВ ПРИ ВЕРШИНЕ ЕДИНИЧНОГО АБРАЗИВНОГО ЗЕРНА НА КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТИ ПРИ АБРАЗИВНО-ЭКСТРУЗИОННОЙ ОБРАБОТКЕ

Рассмотрены особенности процесса микрорезания и определены геометрические характеристики абразивного зерна (АЗ), влияющие на эффективность резания. Определен параметр для оценки влияния геометрических характеристик АЗ на качество поверхности. Выбрана физическая модель контактного взаимодействия. На выбранной модели исследовано влияние геометрических характеристик АЗ на шероховатость поверхности.

При абразивно-экструзионной обработке (АЭО) резание производится микровыступами единичного абразивного зерна (АЗ), внедренного в вязкоупругую полимерную основу. На режущую способность АЗ влияет форма микровыступов, а именно радиус скругления ρ и угол при вершине γ . Анализ статистических данных [1; 2] позволяет определить средние значения углов при вершине АЗ и радиусов скругления в зависимости от зернистости абразива.

Средние значения ρ и γ для абразивных зерен

Зернистость, мкм	Среднее значение ρ , мкм	Углы при вершине зерна γ , град.
40	25	110
25	19	108,5
16	13	106
3	0,65	–

Для описания взаимодействия в качестве физической модели выбрана трехэлементная механическая модель Бингама (рис. 1, а), состоящая из элементов Гука с модулем упругости G , Ньютона с вязкостью η и Сен-Венана с пределом текучести τ_T , но при АЭО напряжение сдвига направлено перпендикулярно модулю упругости (рис. 1, б).

Выбранная модель позволяет моделировать процесс резания и пластического оттеснения индентором.

В качестве параметра для оценки влияния геометрии АЗ на шероховатость поверхности выбрана глубина царапины h_c .

Исследование влияния геометрических характеристик АЗ на качество поверхности проведены на установке МР-1 (рис. 2, а) с подпружиненным индентором, изготовленным из твердого сплава ВК-10М ($HR_A = 88$) (рис. 2, б), углы заточки которого варьировались с шагом в 30° ($60^\circ, 90^\circ$ и 120°), что соответствует средним статистическим значениям углов микровыступов АЗ [1; 2]. Образцы изготовлены из стали 45, Х18Н10Т и сплава ХН70Ю после тонкого шлифования с поперечной шероховатостью 0,2 мкм.

В результате исследования выяснено, что на начальном этапе кривых независимо от угла заточки индентора наблюдается замедленное углубление царапины вследствие недостаточности силы резания (рис. 3).

С увеличением угла заточки начальная сила формообразования пропорционально ему возрастает. С ростом силы резания (пластического оттеснения) глубина царапины также пропорционально увеличивается.

Изменение угла заточки индентора существенно изменяет силы резания. Например, при изменении угла элемента, контактирующего с поверхностью обработки, с 60° до 120° сила резания увеличивается в 1,5...2 раза (рис. 4).

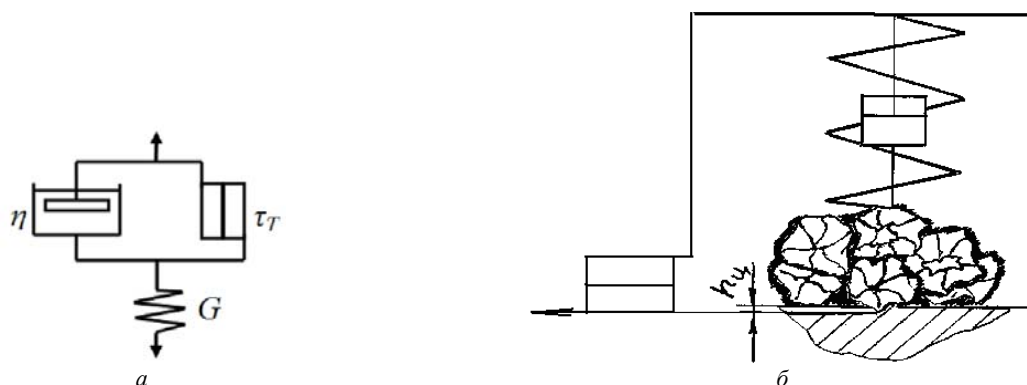


Рис. 1. Модель контактных взаимодействий единичного абразивного зерна с обрабатываемой поверхностью при АЭО

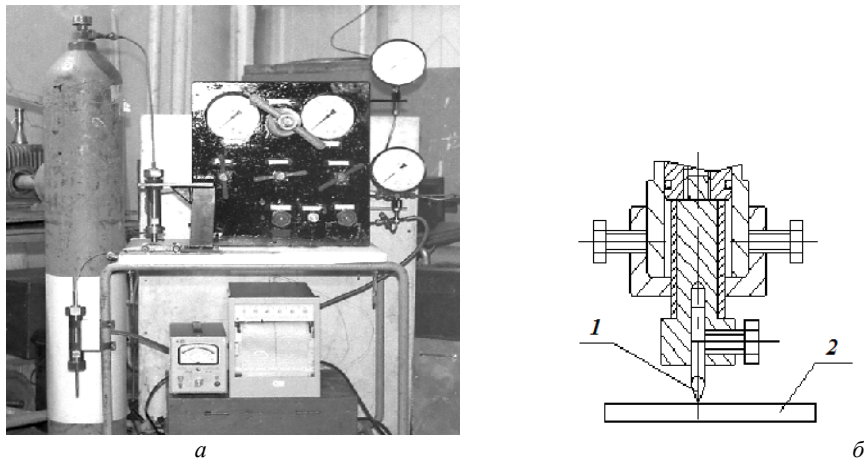


Рис. 2. Общий вид установки МР 1 (а) со схемой закрепления индентора в штоке прижимного цилиндра (б): 1 – индентор; 2 – образец

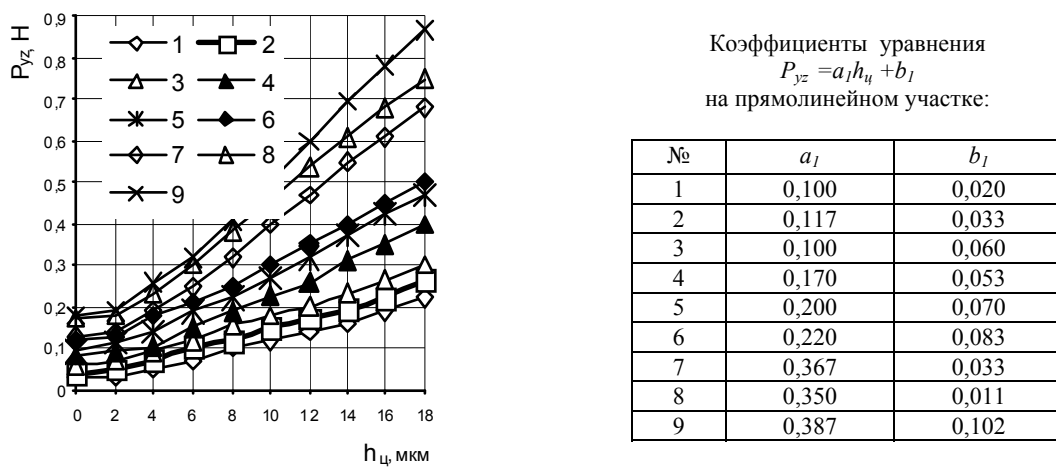


Рис. 3. Зависимость глубины царапины h_c от силы резания P_{yz} при углах резания: 120° – кривые 1,2,3; 90° – кривые 4,5,6; 60° – кривые 7,8,9 и материалов: сталь ХН70Ю – кривые 3,6,9; сталь Х18Н10Т – кривые 2,5,8; сталь 45 – кривые 1,4,7

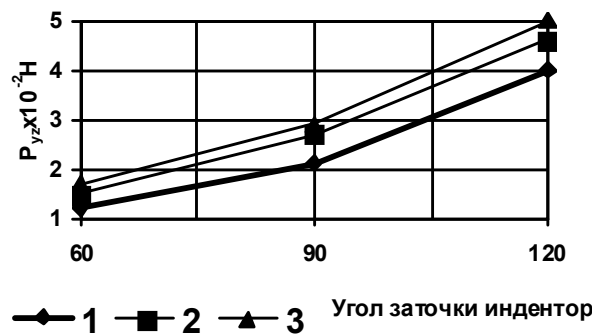


Рис. 4. Зависимость силы резания P_{yz} от угла заточки индентора α^0 при глубине царапины $h_c = 1,0$ мкм: 1 – сталь 45, 2 – сталь Х18Н10Т, 3 – ХН70Ю

Библиографические ссылки

1. Сысов С. К., Сысов А. С. Экструзионное хонингование деталей летательных аппаратов: теория, исследования, практика : моногр. ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2005. 220 с.
2. Ефимова Т. С., Федотов В. В. Экспериментальное определение геометрических параметров единич-

ной абразивной режущей кромки // Научно-техническое творчество: проблемы и перспективы : труды IV Всерос. конф.-семинара. Сызрань 22 мая 2009 г. Самара: Из-во Сам. гос. техн. ун-та, 2009.

© Теряев Н. С., Ермоленко А. И., Володин А. Ю., Сысова Л. П., 2014

УДК 621.9.06.001

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

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО УДАЛЕНИЮ КАУЧУКОСОДЕРЖАЩИХ СМЕСЕЙ С ПОВЕРХНОСТЕЙ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ДЕТАЛЕЙ И МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОБОРУДОВАНИЯ

Проблема удаления каучукосодержащих смесей с металлических поверхностей возникает при изготовлении эластичного полиуретанового инструмента – притира в металлических формах, при смешивании форполимеров в реакторе и после абразивно-экструзионной обработки металлических деталей.

При полировании отверстий прямоугольного сечения в изделиях применяли алмазный эластичный инструмент по форме, повторяющий контуры отверстия. В качестве основы этого инструмента использовали полиуретан SKU ПФЛ-100 [1]. Литевой полиуретан состоит двух компонентов: компонент А – олигомер уретановый (каучук синтетический) – вязкая прозрачная жидкость, компонент Б – куамин – гранулы желтого цвета. Нами разработана технология получения эластичного инструмента в металлической форме в лабораторных условиях. Предварительно два компонента смешивается в определенной последовательности с соблюдением температуры нагрева, вакуумирования, времени перемешивания в специальном реакторе. Смесь настолько прочно сцепляется с металлической поверхностью реактора и формы, что существовала проблема удаления при повторном использовании.

В качестве растворителя для удаления каучукосодержащих смесей с металлических поверхностей применяли раствор растворителя № 646 с нитридом натрия и водой, бензин Б -70, бензин «Галоша», уайт-спирит и растворы мыла технического с кальцинированной содой и водой. Первые четыре растворителя выбрали по рекомендациям и возможности их приобретения. И так как после экспериментов не добились требуемых результатов, продолжили поиски.

В литературных источниках обнаружены несколько средств с другим назначением: средство для удаления клея и его остатков Henkel СУПЕР МОМЕНТ АНТИКЛЕЙ 41839-05 и Silicon Remover для очистки от лакокрасочных покрытий, жира. Каучук относится

к высокомолекулярным веществам, которые обладают способностью поглощать большое количество растворителя, т. е. набухать в них [2]. Молекулы растворителя проникают между макромолекулами, в результате чего ослабляются межмолекулярные связи между цепными молекулами и это облегчает подвижность звеньев цепи относительно друг друга. Набухший каучук представляет собой раствор низкомолекулярного компонента растворителя в высокомолекулярном каучуке [3; 4].

Опыт эксплуатации станков для абразивно-экструзионной обработки, чаще применяемых для полирования матриц для прессования профилей, показал, что в комплекте к основному оборудованию применяют шкафы для ультразвуковой очистки деталей после полирования.

Результаты проведенных опытных работ по удалению каучукосодержащих смесей с металлических поверхностей сведены в таблицу. В результате сравнения опытов удаления смесей, содержащих каучук SKU можно рекомендовать для их удаления с металлических поверхностей раствор: мыло техническое – 10 %, сода кальцинированная – 10 %, вода – 80 %.

При полировании применяют различные пасты: ГОИ, LUXI и др., которые разделяют на водорастворимые и водонерастворимые. Положительные результаты получены при следующей обработке: водонерастворимые – очищали в растворителе 646 в течение 15 мин и затем в ультразвуковой установке с теплой водой в течение 1 мин; водорастворимые – промывали при температуре воды в ультразвуковой ванне – 50 градусов и сушили паром.

Условия и результаты опытных работ по удалению каучукосодержащих смесей SKU с металлической поверхности

№	Растворитель	Условия проведения экспериментов	Результаты эксперимента
			SKU
1	Растворитель № 646 – 70 % Нитрид натрия – 18 % Вода – 12 %	Выдержка 2 ч	Очень слабое набухание
2	Бензин Б-70 ГОСТ 1012-72	Выдержка 8...10 ч при температуре 15...20 °С	Не реагирует
3	Бензин «Галоша» ГОСТ 443-56	Выдержка 8...10 ч	Не реагирует
4	Уайт-спирит ГОСТ 3134-52	Выдержка 8...10 ч	Набухание незначительное. Переход в раствор не наблюдается
5	Мыло техническое – 10 %, сода кальцинированная – 10 %, вода – 80 %	Выдержка 15...20 мин	Полимер снимается с металлической поверхности пленкой. В зависимости от толщины слоя требуется разное время выдержки

После полирования пастами с содержанием жира (в пасте ГОИ – 5 %) изделия плохо отмываются и в ультразвуковых мойках с подогревом быстро накапливают слой расплавленного жира на поверхности. Промытые изделия, проходя через этот поверхностный слой, опять загрязняются. Для обезжиривания растворов, в таких случаях, часто используют агрессивные химические обезжиривающие растворы и средства с 5...10 % содержанием аммиака.

Библиографические ссылки

1. Зверинцева Л. В. Абразивное полирование эластичным инструментом. Теоретические и практиче-

ские основы процесса. Издатель: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, Germany, 2012. 200 с.

2. Милс Р. Н., Льюис Ф. М. Силиконы. М. : Химия, 1964. 255 с.

3. Калинина Л. С. Качественный анализ полимеров. М. : Химия, 1975. 248 с.

4. Соболев В. М., Бородин И. В. Промышленные синтетические каучуки. М. : Химия, 1977. 392 с.

© Тягусева Ю. И., Завершинская Ю. С.,
Зверинцев В. В., 2014

УДК 629.7.018

Д. Ф. Баляков, Д. В. Егоров, Н. Н. Широкова
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПРОЦЕСС ВЕРИФИКАЦИИ КАК НЕОТЪЕМЛЕМАЯ ЧАСТЬ СОЗДАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Важное место в процессе конструирования космических аппаратов отводится задачам их квалификации, которые состоят в том, что бы провести испытания спутников наиболее эффективно, быстрее и дешевле.

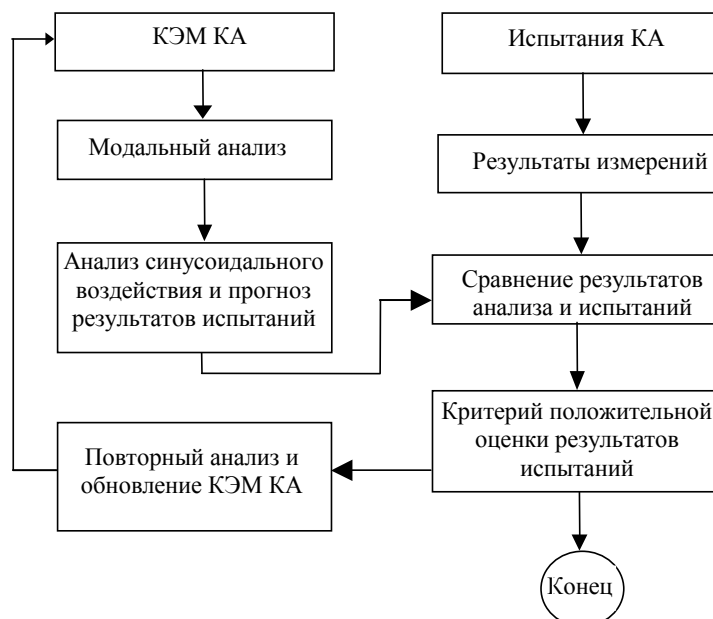
Для обеспечения максимально точного и подробного описания упругих характеристик конструкции космического аппарата и получения прогнозов его нагружения используется расчетная модель, построенная на основе метода конечных элементов.

Конечно-элементный анализ, представляет конструкцию космического аппарата состоящей из множества различных конструктивных элементов связанных друг с другом либо дискретно, либо постоянно. Если элементы конструкции соединены между собой дискретным соединениями, собранная конструкция может анализироваться при условии, что известно отношение «сила-перемещение», для каждого элемента. Если элементы конструкции соединены постоянно, что является эквивалентом бесконечного соединения точек, типа пластин и оболочек, возникает проблема в ее численном решении [1].

Эту проблему позволяет решить метод конечных элементов, когда континуум подразделяется на элементы которые взаимосвязаны только в конечном количестве узловых точек, в которых возникает некая воображаемая сила, представленная для распределенных напряжений, действующих на границы элементов.

Поэтому при проектировании космических аппаратов особое значение уделяется разработке математической модели аппарата, адекватно описывающей его механические свойства, что возможно в сочетании с экспериментом и методами идентификации параметров конструкции космического аппарата. Используя конечно-элементную модель космического аппарата, на основании синусоидального анализа, можно так же оптимально определить места установки акселерометров при проведении вибрационных испытаний, на внешние механические воздействия, обусловленные нагрузками средств выведения, а так же получить прогнозы откликов ускорений в местах установки акселерометров.

Основываясь на критерии проектирования конструкции, следует учитывать, что нагрузки при запуске имеют статистические разбросы от запуска к запуску. Следовательно, статистические характеристики используются для определения нагрузок при запуске. Максимальные летные нагрузки имеют расчетную вероятность 97,7 % при 50 % доверительности, исходя из одностороннего предела допустимости.



Процесс верификации КЭ модели космического аппарата

Продолжительность нагрузок получается при учете их номинальной длительности во время полета. Расчетные нагрузки получаются путем умножения максимальных летных нагрузок на коэффициент безопасности равный 1,5 [2].

Исходя из этого, точность результатов прогнозов зависит в большей степени от сложности моделируемой конструкции и используемой процедуры моделирования.

Схема проведения исследований и шагов для верификации конечно-элементной модели космического аппарата и обеспечения лучшего понимания динамического поведения, представлена на рисунке.

Библиографические ссылки

1. Соловьева Т. И., Шатров А. К. Комплексный подход к анализу динамического поведения спутников. Вестник СибГАУ. 2007. Вып. 2(15). 206 с.
2. Чеботарев В. Е., Косенко В. Е. Основы проектирования космических аппаратов информационного обеспечения : учебное пособие ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2011. 488 с.

© Баляков Д. Ф., Егоров Д. В., Широкова Н. Н., 2014

УДК 621.793.1.06-05

А. А. Брокс, С. А. Ильяшевич
 Научный руководитель – *И. И. Хоменко*
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

НАНЕСЕНИЕ ТОКОПРОВОДЯЩЕГО СЛОЯ НА ВОЛНОВОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВАКУУМНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Предложен способ, позволяющий повысить качество покрытия внутреннего канала волновода и повысить повторяемость выпускаемой продукции, снизить трудоемкость изготовления.

Волноводы используются в различных радиотехнических устройствах для передачи электромагнитных колебаний. Они представляют собой металлические трубки круглого или прямоугольного сечения, внутри которых распространяются электромагнитные волны. Основными параметрами волноводов являются высокая точность размеров и высокий класс обработки внутренних поверхностей.

В настоящее время существуют различные способы изготовления волноводов такие как: порошковая металлургия, точное литьё, формообразование с использованием низкотемпературной плазмы и некоторые другие методы изготовления.

Обычно при производстве волноводов различными способами изготавливается канал, а затем на внутреннюю поверхность гальваническим методом наносится покрытие, обеспечивающее необходимые характеристики. Однако сложные, малые и изогнутые конфигурации покрыть трудно или невозможно, а также при гальваническом нанесении покрытия есть место насыщению водородом и неравномерность покрытия, что ведет к снижению плотности покрытия и адгезионной прочности. Для улучшения характеристик и снижения трудозатрат при изготовлении волноводов в нашей работе предлагается использовать метод комбинированной металлизации, который включает следующие этапы:

- 1) изготовление оправки волновода из алюминиевых сплавов;
- 2) нанесение слоя серебра на оправку вакуумным методом;
- 3) наращивание корпуса волновода методом гальванопластики;
- 4) вытравливание алюминиевой оправки.

Таким образом, за основу изготовления волновода берется технология электролитического формообра-

зования [1], однако сам процесс формообразования слоев выполняется вакуумной металлизацией.

Оправка изготавливается с высокой точностью размеров и низкой шероховатостью поверхности. В качестве материала выбирается сплав алюминия. Механическая обработка по заданным размерам включает точение и шлифование. Шероховатость поверхности оправки должна составлять не менее $Ra = 0,08$ мкм.

Затем оправка помещается в вакуумную камеру, производится обработка оправки в тлеющем разряде при остаточном давлении $1 \times 10^{-2} - 1 \times 10^{-3}$ мм рт. ст. в течение 20–25 минут. Методом термического испарения на оправку наносится слой серебра толщиной до 10 мкм, который включает нагревание оправки до температуры 200–250 °С

По мере стабилизации вакуума и достижения давления 5×10^{-5} мм рт. ст. начинается испарение серебра, при этом ток нагревателя – 380÷390 А, температура испарителя – 1000÷1100 °С, время испарения 40÷50 мин. Далее оправка остывает в среде вакуума до температуры 30–40 °С, и извлекается из камеры [2].

Для наращивания корпуса волновода производится осаждение меди требуемой толщины на оправку гальванопластическим методом, при этом медный электролит для гальванопластических работ готовится на основе медного купороса с добавкой серной кислоты, повышающей электропроводность электролита [3–5]. Для медного электролита используется сульфат меди (медный купорос) – на 1 л воды 150–180 г. Растворение сульфата меди лучше всего производить в воде при $t = 60 - 80$ °С. После полного охлаждения раствора до температуры $t = 30 - 40$ °С электролит фильтруется через ткань и затем в него осторожно вливается серная кислота. В медных сульфатных ваннах содержание серной кислоты поддер-

живается в пределах 35–40 г/л (плотность кислоты 1,84 г/см³). Растворимость сульфата меди значительно снижается с увеличением количества кислоты.

Заключительным этапом является вытравливание алюминиевой оправки по стандартным методикам.

Данный способ изготовления волноводов позволяет: покрывать волноводы сложной формы, уменьшить трудозатраты, получить более равномерное покрытие с нужными характеристиками.

Библиографические ссылки:

1. Элементы СВЧ волноводные. Изготовление гальванопластическое. ОСТ 5.9941-84. 167 с.

2. Кострижицкий А. И., Карпов В. Ф., Кабаченко М. П. и др. Справочник оператора установок по нанесению покрытий в вакууме. М. : Машиностроение, 1991. 176 с.

3. Шлиткина Р. И., Дьяконов В. А., Фефелов Г. С. и др. Гальванопластическое изготовление волноводных деталей миллиметрового и сантиметрового диапазонов волн // Вопросы радиоэлектрики. 1962. Вып. 8.

4. Вячеславов П. М., Волянюк Г. А. Электролитическое формирование. Л. : Машиностроение, 1979.

5. Изготовление волноводов методом гальванопластики. ОСТ 107.757810.001–86.

© Брокс А. А., Ильяшевич С. А., 2014

УДК 629.78.002.3

Г. С. Дмитриев, А. В. Шеметов

Научный руководитель – *А. В. Гирн*

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

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЭЛЕКТРОДУГОВОГО МЕТАЛЛИЗАТОРА И ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛУЧЕННЫХ ПОКРЫТИЙ

Сконструирована насадка обжимающего потока воздуха, которая увеличивает скорость напыляемых частиц в 2,5 раза, уменьшает угол распыла в 2 раза и проведены экспериментальные исследования.

Известно, что потери металла от износа и коррозии металлоконструкций составляют до 30 % от их массы. Поэтому актуальной задачей является защита деталей машин и механизмов от коррозии, а также разработка современных способов их восстановления.

Среди технологий, позволяющих реализовать данную задачу, интенсивно развивается группа методов газотермического напыления покрытий. К ним относятся, например, плазменное, детонационное, холодное газодинамическое напыление, электродуговая металлизация и другие способы.

В результате анализа способов нанесения покрытий выявлено, что электродуговая металлизация по стоимости обработки и производительности процесса предпочтительнее других способов нанесения покрытий. Методом электродуговой металлизации наносят защитные коррозионно- и износостойкие, а также антифрикционные покрытия из различных металлов (алюминиевые и стальные сплавы, цинк) в виде проволоки. Возбуждение дуги происходит между двумя

проволоками, изолированными друг от друга и расположенными под острым углом. Затем эти проволоки расплавляются, после чего металл расплывается и выдувается сжатым воздухом рис. 1.

Нами была разработана конструкция специальной обжимной насадки, которая позволила уменьшить угол распыла, увеличить коэффициент использования материала и его дисперсности, однако полный комплекс исследований качества полученного покрытия проведен не был. Поэтому целью нашей работы является исследование физико-механических свойств покрытия и определение оптимальных режимов обработки усовершенствованного металлизатора.

При напылении покрытий на экспериментальные образцы изменялись следующие технологические режимы: сила тока дуги, скорость подачи проволоки, дистанция напыления. С усовершенствованной и стандартной насадкой были нанесены: покрытия из алюминия (Амг6) и стали (У9) на пластины из стали 45 размерами 40×40×4 мм.

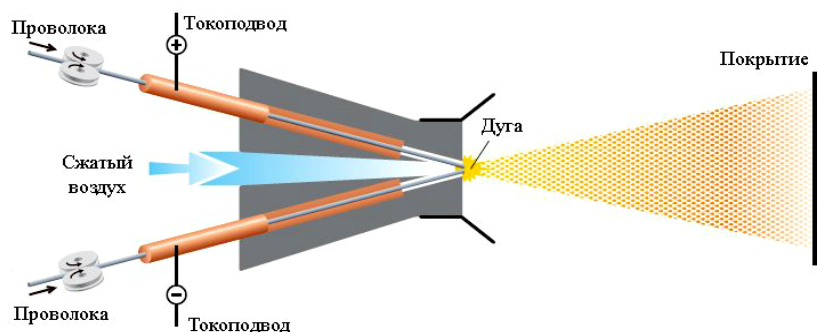


Рис. 1. Схема электродугового металлизатора

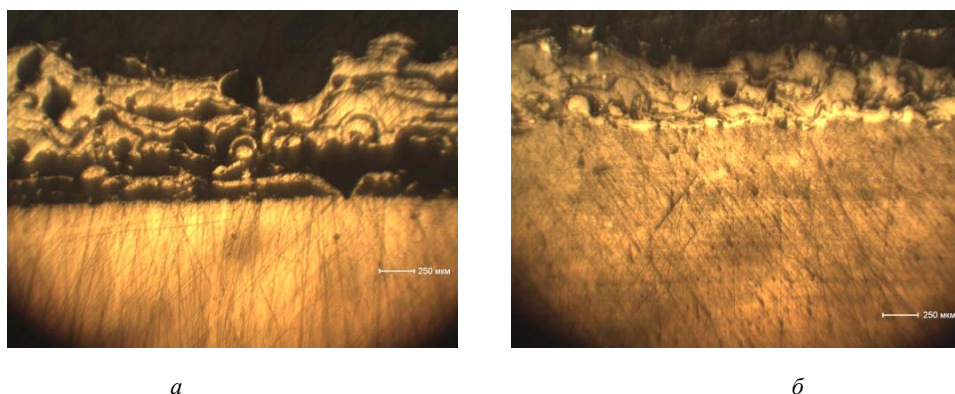


Рис. 2. Микроструктура стальных покрытий:
а – стандартная насадка; *б* – усовершенствованная насадка

Комплексное исследование свойств покрытия включает совокупность таких методов как: измерение толщины покрытия, металлографический анализ, измерение микротвердости, испытания на адгезионную прочность, коррозионные испытания, испытания на ударную прочность, испытания на износ, испытания на теплостойкость.

Металлографические исследования проводились с использованием микроскопа НЕОРНОТ 32 и программного обеспечения SIAMS 700 (рис. 2).

Выявлено, что покрытие, полученное с помощью усовершенствованного обжимающего сопла, имеет более однородную структуру и меньшую пористость, что в свою очередь понижает коррозионную активность и увеличивает адгезионную прочность. Таким образом, ЭДМ является перспективным методом нанесения защитных покрытий.

© Дмитриев Г. С., Шеметов А. В., 2014

УДК 519.688

Д. В. Егоров, Д. Ф. Баляков, Н. Н. Широкова
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОСОБЕННОСТИ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКЕ

Проведен сравнительный анализ методологий конечно-элементного моделирования конструкций из композитных материалов в средах ANSYS и FEMAP NX NASTRAN, раскрыты проблемы точного математического моделирования и верификация результатов.

Композиционные материалы представляют собой гетерофазные системы, полученные из двух или более компонентов с сохранением индивидуальности каждого.

В большинстве случаев компоненты композиции различны по геометрическому признаку. Один из компонентов, обладающий непрерывностью по всему объему, является матрицей, компонент прерывный, разделенный в объеме композиции, считается усиливающим или армирующим. Матричными материалами могут быть металлы и их сплавы, органические и неорганические полимеры, керамика и другие вещества. В конечно-элементных системах моделировать подобные материалы не представляет особого труда. Подобные материалы в макроструктуре, как правило, являются изотропными, и существует возможность использовать все элементы для создания модели [1].

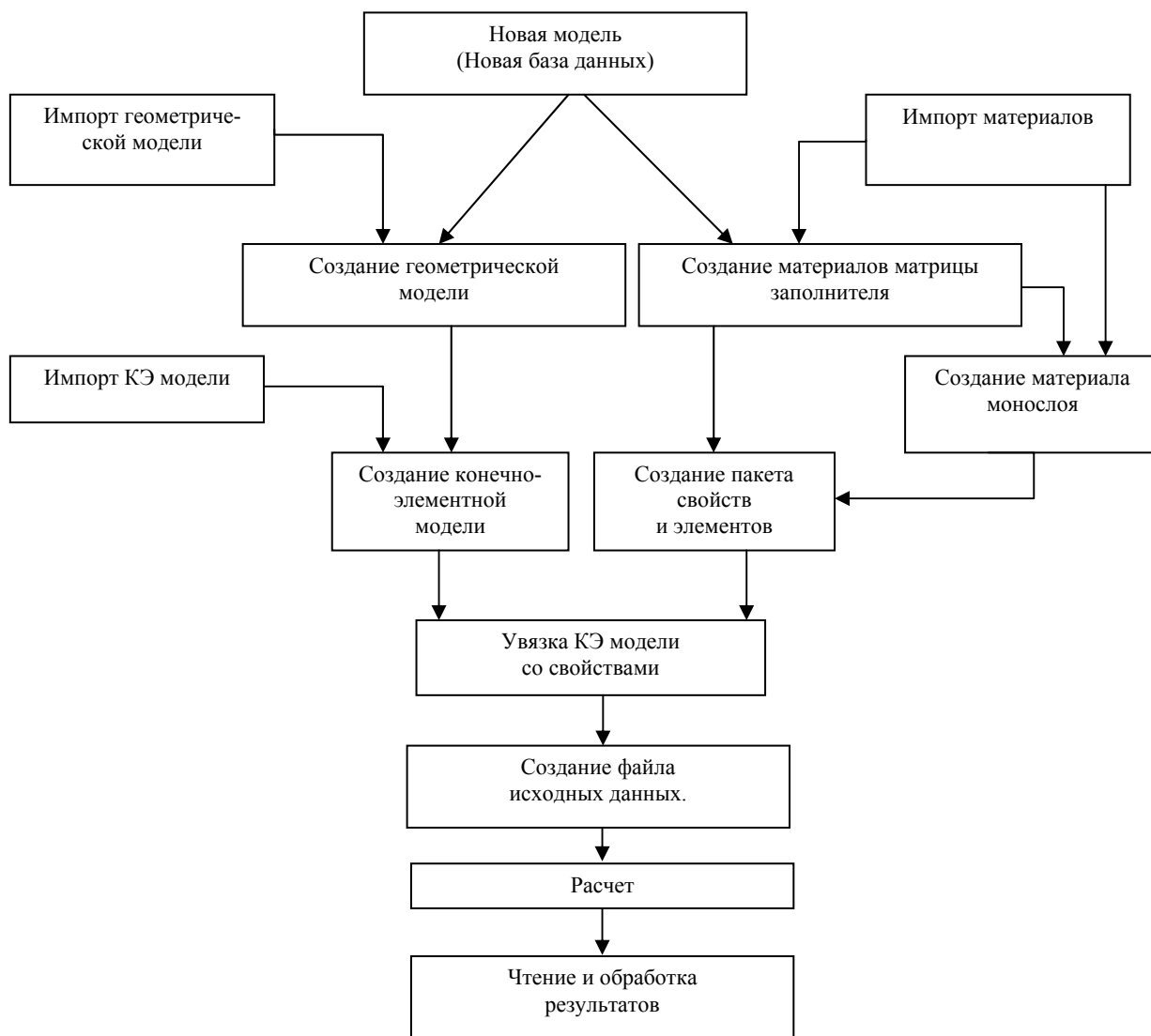
У волокнистых композитов матрица армирована высокопрочными волокнами, проволокой, нитевидными кристаллами.

Моделирование подобных материалов усложняется их анизотропией, зависящей от направления воло-

кон, порядка и места их расположения. При моделировании объемных элементов достаточно определить усредненные характеристики материала по всем направлениям.

В особую группу можно выделить волокнистые тонкостенные композиты, которые широко используются в космическом машиностроении. Данные композиты описываются классической теорией слоистых материалов и моделируются слоистыми оболочечными элементами. Особенностью проектирования таких изделий является зависимость микроструктуры (ориентации волокон, толщины слоев) от технологического процесса. Вычисление характеристик пакета усложняется тем, что микроструктура материала зависит от места его расположения.

Напряженно деформированное состояние слоистых панелей можно вычислить, используя конечно-элементные системы типа MSC/NASTRAN, где существуют слоистые оболочечные элементы, для которых необходимо определить расположение и ориентацию слоев в элементе и свойства материала для каждого слоя.



Идеология моделирования и анализа конструкции из композиционного материала

Материалы в разных слоях могут быть разными и обладать полной анизотропией, для вычисления которых можно воспользоваться методами Halpin-Tsai в пре- и постпроцессоре MSC/PATRAN [2].

Базовая идеология моделирования композиционного материала представлена на рисунке.

Библиографические ссылки

1. Алатырцев А. А. и др. Инженерный справочник по космической технике / под ред. А. В. Солодова. М. : Воениздат, 1969. 696 с.
2. Шимкович Д. Г. FEMAP & NASTRAN. Инженерный анализ методом конечных элементов. М. : ДМК Пресс, 2008. 701 с.

© Егоров Д. В., Баляков Д. Ф., Широкова Н. Н., 2014

УДК 629.76/78.064:539.3

В. А. Минаков

Научный руководитель – А. В. Лопатин
 ОАО «Информационные спутниковые системы»
 имени академика М. Ф. Решетнева», Железногорск

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ ОБРАЗЦОВ ТРУБ ИЗ УГЛЕПЛАСТИКА

Представлены результаты испытаний по определению модуля упругости образцов труб, изготовленных из углепластика КМУ-М46J/5 и КМУ-М55J/5.

В настоящее время в космической промышленности широко применяются конструкции, изготовленные из композитных материалов. Так и в обширной группировке космических аппаратов ОАО «ИСС», в качестве несущего каркаса планируется использовать углепластиковые стойки в силу их высоких удельных жесткостных характеристик. Для проведения испытаний были изготовлены трубы из углепластика КМУ-М46J/5 и КМУ-М55J/5 со схемой армирования $[(8^\circ \pm 2^\circ) + (90^\circ \pm 2^\circ)] \times n$, где n – количество слоев, $(8^\circ \pm 2^\circ)$ – слой препрега ПУ – М46J/5 (М55J/5), $(90^\circ \pm 2^\circ)$ – слой стеклонити ЕС6 6,8×2 Z 100 ГОСТ 8325–93. Полимеризация труб проводилась по стандартам предприятия (154.ТУ139). Из труб изготовили испытательные образцы длиной 400 мм с алюминиевыми законцовками с обеих сторон (см. рисунок). Согласно требованиям, предъявляемым к свойствам трубы, модуль упругости $E_{тр}$ должен быть не менее $2 \cdot 10^6$ кгс/см², жесткость ($E_{тр} \cdot F_{тр}$) при минимальной площади поперечного сечения должна быть не менее $24,12 \cdot 10^6$ кгс. На каждый образец наклеили по 4 тензодатчика, как показано на рисунке, и измерили площадь поперечного сечения. Все образцы были испытаны на универсальной испытательной машине

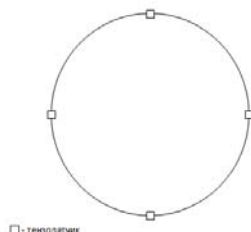
INSTRON-5598. Максимальное усилие сжатия $N = 5\,000$ кгс, испытательная схема приведена на рисунке. Шаг изменения нагрузки с записью тензодатчиков 0 %, 25 %, 50 %, 75 %, 100 %. Каждый образец был испытан 5 раз. Обозначения, материал, площадь поперечного сечения и результаты испытаний образцов труб представлены в таблице.

Анализ результатов испытаний, приведенных в таблице, показал, что:

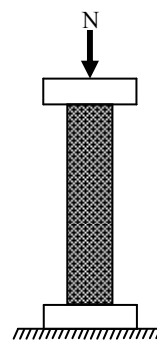
- требования по жесткости удовлетворяют образцы № 1, 2 (16 слоев) и № 5, 6 (14 слоев);
- модуль упругости образцов труб, изготовленных по технологии с промежуточной предварительной полимеризацией выше, чем у аналогичных образцов труб, изготовленных без промежуточной полимеризации на 5–7 %;
- максимальная удельная жесткость получена для образца трубы № 6 из материала КМУ-М55J/5 с 14 слоями и с промежуточной предварительной полимеризацией через каждые 4 слоя.

На основании полученных результатов испытаний выпущена конструкторская документация на трубы для космических аппаратов с каркасом жесткости из углепластиковых стоек.

Образец	Материал	Промежуточная полимеризация	Кол-во слоев	Площадь сечения	Модуль упругости	Жесткость	Удельная жесткость
				F, см ²	$E_{сжат.}$, кгс/см ²	$E_{сжат.} \cdot F$, кгс	$\frac{E_{сжат.}}{F}$, кгс/см ⁴
№ 1	М46J/5	есть	16	13,827	$2,2 \cdot 10^6$	$30,55 \cdot 10^6$	$15,91 \cdot 10^4$
№ 2	М46J/5	нет	16	14,725	$2,05 \cdot 10^6$	$30,18 \cdot 10^6$	$13,92 \cdot 10^4$
№ 3	М46J/5	есть	12	9,53	$2,105 \cdot 10^6$	$20,06 \cdot 10^6$	$22,08 \cdot 10^4$
№ 4	М46J/5	нет	12	10,27	$1,92 \cdot 10^6$	$19,78 \cdot 10^6$	$18,69 \cdot 10^4$
№ 5	М46J/5	есть	14	11,75	$2,12 \cdot 10^6$	$24,95 \cdot 10^6$	$18,04 \cdot 10^4$
№ 6	М55J/5	есть	14	11,06	$2,52 \cdot 10^6$	$27,76 \cdot 10^6$	$22,78 \cdot 10^4$



□ - тензодатчик



Внешний вид образца, расположение тензодатчиков и испытательная схема

А. А. Петров, Р. В. Алякрецкий
 Научный руководитель – А. В. Гири
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОРАДИАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МДО-ПОКРЫТИЙ НА АЛЮМИНИЕВЫХ И ТИТАНОВЫХ СПЛАВАХ С ЦЕЛЬЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИХ НА ЛА И КА

Приведен анализ применения процесса микродугового оксидирования для формирования терморегулирующих покрытий космических аппаратов.

Успешное функционирование космического аппарата (КА) обеспечивается поддержанием температуры его оборудования в заданных диапазонах. Для этого на КА используется система терморегулирования (СТР), которая собирает тепловую энергию, выделяемую бортовым оборудованием КА, и с помощью радиаторов сбрасывает избыточное тепло в окружающее космическое пространство, одновременно предотвращая перегрев КА солнечным излучением. Одним из наиболее важных элементов СТР являются терморегулирующие покрытия (ТРП), применяемые на излучающей поверхности радиаторов, а также на корпусах приборов и агрегатов, находящихся на внешней поверхности КА. ТРП характеризуются терморadiационными характеристиками.

Способность реального тела излучать энергию оценивается безразмерной величиной – степенью черноты ϵ , которая определяется опытным путем и представляет собой отношение энергии, излучаемой реальным телом, к энергии абсолютно черного тела, отнесенных к одной и той же температуре.

Поглощательная способность As есть отношение поглощенной телом лучистой энергии к энергии входящего лучистого потока.

В зависимости от отношения терморadiационных характеристик ТРП разделяются на 4 основных класса:

- истинный поглотитель – с большим As и большим ϵ , при $As/\epsilon \sim 1$;
- истинный отражатель – с малым As и малым ϵ , при $As/\epsilon \sim 1$;
- солнечный отражатель – с малым As и большим ϵ , при $As/\epsilon < 1$;
- солнечный поглотитель – с большим As и малым ϵ , при $As/\epsilon > 1$.

Основным типом ТРП являются покрытия класса «солнечный отражатель». Эти покрытия крайне необходимы для отражающих поверхностей спутников Земли, космических аппаратов, для интегрирующих сфер фотометрических приборов, для внешних поверхностей хранилищ легко испаряющихся криогенных жидкостей и др.

Как показал опыт прошедших лет, ряд КА не смогли выполнить намеченные программы в результате перегрева из-за повышения коэффициентов поглощения солнечного излучения ТРП. Поэтому, одной из важных задач космонавтики XXI века является создание терморегулирующих покрытий, обладающих стабильными терморadiационными характеристиками. Разработка таких покрытий позволит снизить до минимума отклонения от заданного теплового режима, уменьшить сбои в работе и отказы высоко-

чувствительной оптической и радиоэлектронной аппаратуры, что даст возможность увеличить срок активного существования КА.

В качестве ТРП покрытий на деталях из алюминиевых сплавов КА как правило используются стандартные анодные покрытия с органическими красителями черного цвета. Но они не обладают стабильными термооптическими свойствами после длительного воздействия окружающей среды космического пространства. Еще одним недостатком является то, что технологии анодирования не экологичны из-за использования сильных кислот и проблемами с их последующей утилизацией. Все это ставит задачу разработки новых, более экологичных и эффективных методов нанесения защитных покрытий на алюминиевые сплавы.

Микродуговое оксидирование – один из новых, перспективных и экологичных методов обработки поверхности. МДО-покрытия представляют собой керамику сложного состава. Покрытие при микродуговом оксидировании образуется за счет окисления поверхности металла под воздействием высоких температур и давлений создаваемых электрическими микрозарядами, при этом формируются оксидные и гидроксидные формы этого металла. Основными преимуществами процесса МДО являются: отсутствие необходимости специальной предварительной подготовки обрабатываемой поверхности; неагрессивность и экологичность электролитов; возможность получения толстых (до 300–400 мкм) покрытий без применения сложного и экологически опасного холодильного оборудования и достижение высокой твердости (до 2 000–2 500 кг/мм²) и износостойкости МДО-покрытий.

Применение МДО покрытий в качестве ТРП для КА было детально изучено Европейским космическим агентством и показало очень хорошие результаты. Также проводятся и другие исследования применимости технологии нанесения защитных покрытий методом МДО при изготовлении КА, например, датчики солнечного излучения, покрытые черным МДО покрытием.

Однако в России ограничиваются применением МДО покрытий в качестве ТРП, в виду того, что этот процесс слабо изучен и нет конкретных данных по терморadiационным характеристикам в зависимости от тех или иных факторов.

Целью нашей работы является исследование терморadiационных характеристик МДО покрытий и в дальнейшем будет определена зависимость As и ϵ от условий протекания процесса.

УДК 629.78

И. И. Соловьёв

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСА ПРИМЕНЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ РАЗГОННЫХ БЛОКОВ С ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКОЙ РАБОТАЮЩЕЙ НА КОМПОНЕНТАХ ТОПЛИВА: ОКИСЛИТЕЛЬ – ЖИДКИЙ КИСЛОРОД, ГОРЮЧЕЕ – СЖИЖЕННЫЙ ПРИРОДНЫЙ ГАЗ

По открытым материалам производится анализ космических разгонных блоков всех стран, выводящих на геостационарную орбиту космические аппараты, а так же приводится результат исследования возможности применения для этих целей разгонных блоков с двигательной установкой, работающей на жидком кислороде и сжиженном природном газе. Из сравнения технических характеристик существующих различных блоков с предполагаемым блоком, делается вывод о реальности этого варианта.

В настоящее время существует множество разгонных блоков (РБ), работающих на различных компонентах топлива. Среди всех используемых наиболее распространены следующие топливные пары – «азотный тетроксид (АТ) + несимметричный демитилгидразин (НДМГ)», «жидкий кислород + керосин», «жидкий кислород + жидкий водород». Эти пары топлив имеют недостатки, которых нет у сжиженного природного газа (СПГ) в связи с этим есть потребность в рассмотрении вопроса об использовании пары «жидкий кислород + СПГ» в ракетно-космической технике и в частности на разгонных блоках.

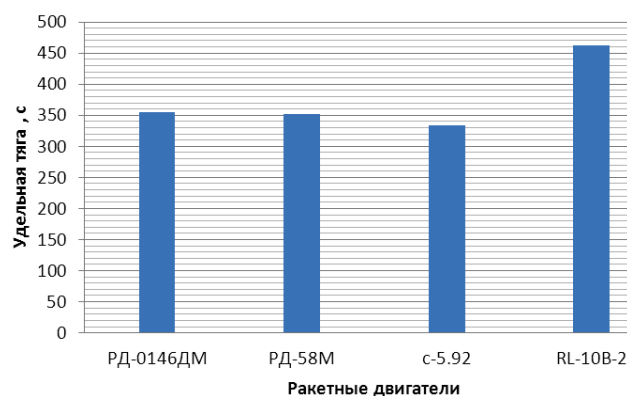
В результате рассмотрения физико-химических свойств топлив был сделан вывод, что СПГ может использоваться в качестве ракетного топлива для жидкостного ракетного двигателя (ЖРД) РБ. По энергетическим показателям в частности, по удельной тяге топливная пара «кислород + СПГ» обеспечивает существенно лучшую удельную тягу, чем «кислород + керосин» и «АТ+НДМГ», но меньшую чем «кислород + водород». Плотность СПГ почти в 6 раз больше плотности водорода, но меньше чем у НДМГ в 1,88 раз и меньше чем у керосина в 1,95 раз. При этом стоимость у СПГ ниже стоимости керосина [1].

Кроме того, СПГ является экологически чистым компонентом и имеет неограниченную сырьевую базу. Охлаждающая способность сжиженного природного газа почти в 3 раза лучше охлаждающей способности керосина и НДМГ. На основании этих преимуществ упрощается отработка ЖРД с СПГ.

Для отработки ЖРД на топливной паре кислород – СПГ имеется производственная и экспериментальная база. Технология изготовления ЖРД с СПГ ничем не отличается от технологии изготовления ЖРД на кислороде-керосине, не требуется никакого специального оборудования. Квалификация кадров производственников и технологов изготовителей ЖРД на кислороде-керосине соответствуют требованиям изготовления ЖРД на кислороде – СПГ. При этом требования при изготовлении ЖРД на кислороде - СПГ могут быть менее строгими из-за менее напряженных параметров двигателя [1].

Из предложения создания РБ, использующего СПГ видно, что его применение обеспечит нашей стране целый ряд преимуществ по выведению полезных грузов на геостационарную орбиту.

Был произведен анализ эксплуатируемых в настоящее время разгонных блоков [2; 3]. В результате было отмечено, что по основным энергетическим характеристикам РБ с СПГ выглядит более привлекательным, чем РБ с НДМГ и с керосином, но уступает РБ с жидким водородом по удельному импульсу [2; 3]. Однако стоимость производства жидкого водорода намного выше, чем СПГ. Так же был произведен выбор ЖРД с СПГ создаваемых в отечественных конструкторских бюро (КБ) в частности КБ «Химвтоматика». По результатам этого выбора произведен сравнительный технический анализ выбранного ЖРД с наиболее часто применяемыми на разгонных блоках ЖРД и были построены диаграммы. Одна из таких диаграмм приведена на рисунке (удельный импульс соответствующей двигательной установки).



Сравнение удельных импульсов, существующих ДУ РБ с ДУ, предлагаемого РБ, работающего на СПГ

Далее были проанализированы РБ с двигателями, которые рассматривались в диаграммах. Из этого анализа делается вывод, что предлагаемый РБ на СПГ может конкурировать по энергетическим показателям с ныне существующими разгонными блоками на компонентах АТ+НДМГ, кислород + керосин и кислород + водород и выполнять те же функции. При этом выведение космических аппаратов на ГСО с помощью предлагаемого РБ будет гораздо выгодней с экономической точки зрения, потому что имеется огромный запас СПГ на Земле, а стоимость этого компонента ниже чем у ныне находящихся в эксплуатации.

Известно, что получение жидкого водорода требует большой энергии, керосин, используемый на сегодняшний день, является смешением композиций, которые добываются из нескольких скважин, а СПГ добывают из скважин и делают жидким. При чем эксплуатация СПГ не будет такой опасной как НДМГ.

Библиографические ссылки

1. Химмотология ракетных и реактивных топлив / А. А. Братков, Е. П. Серегин, А. Ф. Гуренков и др. / под ред. А. А. Браткова. М. : Химия, 1987. 304 с.

2. Современные отечественные ракеты-носители. Ракетно-космическая техника : учеб. пособие / М. Д. Евтифьев, Л. А. Ковригин, В. В. Кольга, Л. Н. Лебедева, В. В. Филатов; СибГАУ. Красноярск, 2005. 144 с.

3. Современные ракеты-носители зарубежных стран. Ракетно-космическая техника : учеб. пособие / М. Д. Евтифьев, Л. А. Ковригин, В. В. Кольга, Л. Н. Лебедева, В. В. Филатов; СибГАУ. Красноярск, 2010. 276 с.

© Соловьёв И. И., 2014

УДК 629.78

В. В. Тимофеев

Научный руководитель – *М. Д. Евтифьев*
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСА РАЗРАБОТКИ КОСМИЧЕСКОГО МУСОРЩИКА НА БАЗЕ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ РАЗГОННЫХ БЛОКОВ

По открытым материалам производится анализ загрязнения околоземного космического пространства мусором и возможностей разработки космического мусорщика на базе отечественных разгонных блоков.

Космическим мусором (КМ) являются искусственные объекты и их фрагменты в космосе, которые уже неисправны, не функционируют и никогда более не смогут служить никаким полезным целям [1].

За последние 57 лет на разные орбиты вокруг земли было выведено огромное число разных космических объектов (КО), в результате этого образовалось большое количество КМ, который оказывает существенное влияние на безопасность вновь запускаемых КО и находящихся в эксплуатации космических аппаратов (КА), поэтому очистка космического пространства в настоящее время является актуальной темой.

В общем, на орбитах вокруг Земли вращаются: около 22 % объектов, которые прекратили свое функционирование (отработанные КА), 17 % – отработанные верхние ступени и разгонные блоки ракет-носителей (РН) и около 55 % – отходы, технологические элементы, сопутствующие запускам, и обломки взрывов и фрагментации. С каждым годом эта статистика меняется [1].

Отработавшие КА и РН, особенно на высоких орбитах, сильно увеличивают долгосрочный потенциал будущих столкновений, поэтому с ними надо бороться в первую очередь.

Необходимость мер по уменьшению интенсивности техногенного засорения космоса становится понятной при рассмотрении возможных сценариев освоения космического пространства в будущем. Существуют оценки, так называемый «каскадный эффект», который в среднесрочной перспективе может возникнуть от взаимного столкновения объектов и частиц КМ. Самыми проблемными являются низкие околоземных орбиты (НОО) и геостационарные орбиты (ГСО). Ученые предполагают, что после 2055 г. процесс саморазмножения остатков космической деятельности человечества станет серьезной проблемой [1].

Для решения проблемы мусора предлагаются проекты КА для сбора мусора на всех орбитах. В данном докладе рассматривается направление по разработке сборщика мусора на ГСО, где в основном работают КА связи, являющиеся востребованными и имеющими большие массогабаритные параметры. На этой орбите представляют наибольшую опасность большие объекты, к которым относятся отработавшие КА и разгонные блоки (РБ). Они являются основной причиной наиболее увеличивающей число КМ при их деградации.

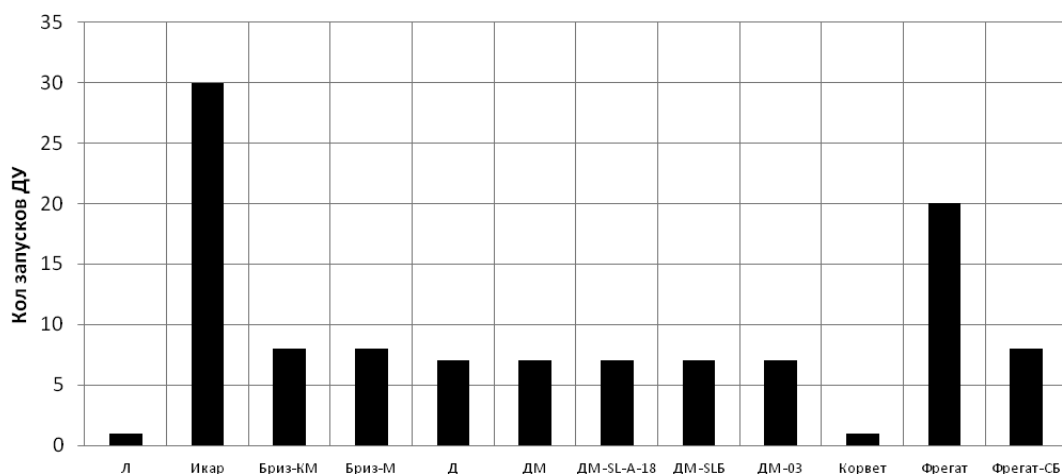
В качестве наиболее простой и надежной основы для космического сборщика мусора (КСМ) на ГСО можно предложить эксплуатируемые отечественные РБ, которые имеют существенные положительные преимущества перед другими вариантами (например: разработка специального КА-мусорщика и т. д.): отработаны, обладают большой надежностью, не требуют значительных изменений в конструкциях, меньшие временные и финансовые затраты на разработку и введения в эксплуатацию.

Наиболее важными параметрами при выборе РБ являются: количество включений двигательной установки (ДУ), ресурс ДУ, суммарный импульс ДУ, время функционирования, запас топлива.

Из экономических, политических и стратегических соображений были выбраны российские РБ [2].

По диаграммам (см. рисунок) видно, что наибольшее число включений маршевой ДУ у РБ «Икара» на втором месте РБ «Фрегат».

Но для космического мусорщика по ряду технических параметров больше подходит РБ «Фрегат» так как потенциально может функционировать 48 ч, компактно скомпонован под головным обтекателем, что позволяет легко увеличить запас топлива (дополнительные топливные баки) и установить устройство сбора мусора.



Зависимость количества запусков ДУ от РБ

Также преимуществом фрегата является то, что для управления разгонным блоком по каналам курса и тангажа на активных участках полета маршевый двигатель установлен в механизм плоскопараллельного перемещения, который приводится в действие электрогидравлическими рулевыми машинами. Такая конструкция обеспечивает независимость управляющего момента от продольной центровки полезной нагрузки (в данном случае пойманного КМ) [2].

Для механизмов осуществляющих захват и закрепление КМ на РБ можно использовать современные разработки в робототехнике (руку-манипулятор, механические захваты в виде лепестков с дополнительными фиксаторами и т. д.). Разработанный КСМ будет собирать КМ до полного заполнения, после чего отправится на орбиту захоронения, где оставит соб-

ранный КМ и повторит предыдущие операции несколько раз (зависит от реального состояния) до израсходования топлива при нахождении на орбите захоронения.

Библиографические ссылки

1. Вениаминов С. С. Космический мусор – угроза человечеству. С. С. Вениаминов; М.: ФГБУ «Институт космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН), 2013. 208 с.

2. Современные отечественные ракеты-носители. Ракетно-космическая техника : учеб. пособие / М. Д. Евтифьев, Л. А. Ковригин, В. В. Кольга, Л. Н. Лебедева, В. В. Филатов; СибГАУ. Красноярск, 2005. 144 с.

© Тимофеев В. В., 2014

УДК 669.056.9

В. В. Чочумаков, Х. Г. Эминов, Д. В. Михайлов

Научный руководитель – *И. А. Тарасов*

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

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ НАНЕСЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ДЕТАЛИ МАШИН МЕТОДОМ ХОЛОДНОГО ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО НАПЫЛЕНИЯ

Предложена усовершенствованная технология нанесения защитных покрытий на детали машин методом холодного газодинамического напыления.

Холодное газодинамическое нанесение (ХГДН) покрытий на детали машин широко используются в промышленности. Преимущество данного метода в отсутствии вредных и агрессивных газов, окисления металла частиц и подложки, излучений и других опасных факторов, а также технологическая простота нанесения покрытий. Для работы необходим только сжатый воздух и электроэнергия для подогрева воздуха.

Недостатками являются необходимость тщательной подготовки напыляемой поверхности и низкая адгезионная прочность покрытия.

Большую роль для увеличения адгезионной прочности играет качество подготовки поверхности под-

ложки и время между проведением подготовки и нанесением покрытия.

Подготовка поверхности заключается в удалении загрязнений и окислов, находящихся на поверхности. На контактных поверхностях в реальных условиях всегда присутствует хемосорбированные и адсорбированные слои (рис. 1). Толщина слоев зависит от физико-химических свойств материалов и от технологических параметров при нанесении покрытий (способа подготовки поверхности подложки, времени между операциями процессов подготовки поверхности и нанесения покрытия, температуры материалов, окружающей среды и др.). Хемосорбированные слои,

прочно сцепленные с подложкой, в некоторых случаях выгодно использовать как переходные, которые улучшают адгезию покрытий за счет повышения химического сродства соединяемых материалов, и поэтому необходимо удалять только адсорбированные слои. Кроме того, известно, что связь между кислородом и поверхностными атомами металла в хемосорбированном слое значительно сильнее связи кислорода с металлом в оксиде того же стехиометрического состава. В реальных условиях не все атомы поверхностного слоя, наносимого покрытия, вступают в физический контакт и химически взаимодействуют друг с другом [1].

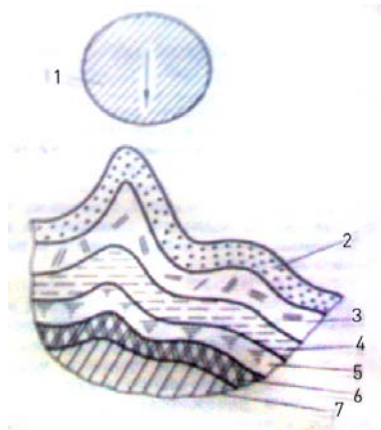


Рис. 1. Состояние поверхностей материалов и покрытия перед контактом:
1 – частичка материала покрытия;
2, 3, 4, 5 – адсорбированные слои пыли, масла, влаги и газов; 6 – хемосорбированный слой;
7 – материал покрытия

Известно, что, чем меньше времени проходит между подготовкой поверхности и нанесением покрытия, тем выше адгезионная прочность. Однако даже при минимальном времени между операциями подготовки и нанесения на поверхности подложки успевают образовываться слои, ухудшающие качество покрытия.

В работе предлагается, для увеличения адгезионной прочности, совместить процессы очистки поверхности с собственно напылением. Анализ литературных источников и научно патентный поиск показал, что в данной области имеется несколько исследований. Например, предлагается вариант с добавлением в напыляемый пластичный порошок, частиц твердых материалов (порошки карбида кремния, оксида алюминия). Механизм очистки заключается в следующем, порошок с частичками твердых металлов с очень большой скоростью будут направлены на подложку, при этом частички твердых частиц будут иметь большую скорость, чем порошок. Достигнув поверхности

подложки твердые частицы будут врезаться в подложку и при это не будут прилипать, а будут отскакивать, тем самым очищая подложку от слоев грязи и жиров.

Недостатком такого способа является возможность попадания частиц твердого материала в покрытие и как следствие изменение свойств покрытий.

В работе предлагается вести очистку поверхности с помощью электро-искровых разрядов создаваемых специальным источником тока. Схема представлена на рисунке.

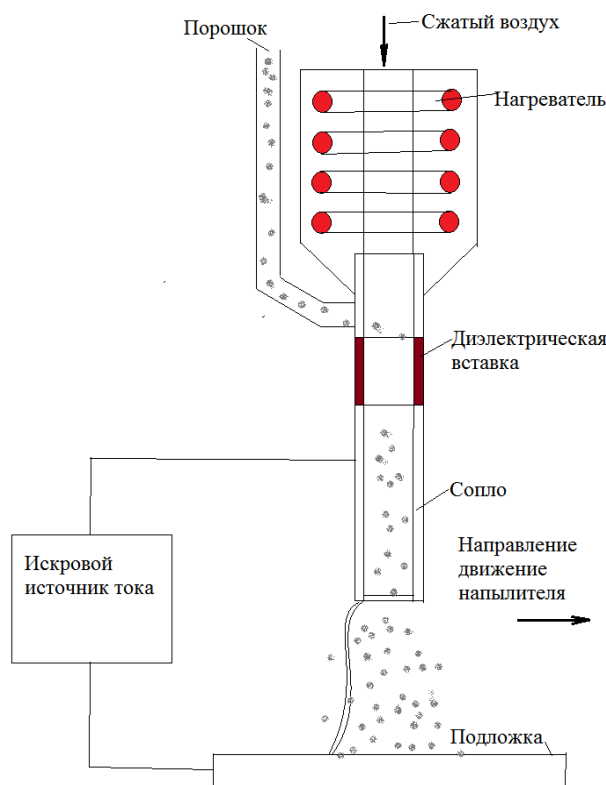


Рис. 2

Для проведения исследования необходимо нанести покрытие с помощью усовершенствованной технологии и сравнить качество покрытия с покрытием полученных по стандартной технологии.

Библиографическая ссылка

1. Стацур В.В., Моисеев В.А. Нанесение покрытий на изделия РЭА. – Томск: МГП «РАСКО», 1993, 177с.

© Чочумаков В. В., Эминов Х. Г., Михайлов Д. В., 2014

УДК 629.78.036:546.295

А. Е. Шарнин, Г. В. Двирный, В. В. Двирный, О. Р. Рыц
Научный руководитель – Г. В. Двирный
ОАО «Информационные спутниковые системы»
имени академика М. Ф. Решетнева», Железногорск

ПОВЫШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ЗАПРАВКИ КСЕНОМ БАКОВ СИСТЕМЫ КОРРЕКЦИИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Рассмотрена технология заправки ксеноном баков системы коррекции КА и предложена методика усовершенствования технологии.

В настоящее время в ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнева («ИСС»), при проектировании космических аппаратов (КА) негерметичного исполнения, в качестве рабочего тела для системы коррекции космических аппаратов (СК КА) используется ксенон. Ксенон (по ГОСТ10219–77) – это инертный газ с большой массой, при помощи которого в СК КА обеспечивается управляющее воздействие. Для бесперебойной работы во время всего срока активного существования КА, ксеноном должны обеспечиваться особые требования по чистоте. В связи с этим одной из важных операций подготовки КА является заправка ксеноном бака хранения ксенона (БХК) или ксенонового бака высокого давления (КБВД).

На аппаратах герметичного исполнения БХК находятся вне герметичного корпуса, тем самым облегчая работу с ними на технической позиции (ТП). Баки снимают с аппарата, вакуумируют, производят трёхкратное полоскание ксеноном, после чего отбирают пробы для анализов. Далее устанавливают баки на место.

В КА негерметичного исполнения баки для ксенона находятся внутри КА, что исключает их отстыковку на момент заправки. Поэтому баки заправляются в составе аппарата. Но перед установкой баки чистятся и консервируются ксеноном на ЗИ.

Заправка баков ксеноном осуществляется в два этапа:

1. Подготовка оборудования и заправка баков консервационным давлением на ЗИ.
2. Подготовка оборудования и заправка баков ксеноном до нужных значений на ТП.

На первом этапе, при подготовке оборудования, происходит вакуумирование системы в течение 48 часов, и после трёхкратное полоскание ксеноном. После этого происходит забор проб ксенона из системы и проводится анализа на содержание примесей,

кислорода и паров воды. После положительных анализов КБВД помещают в термобарокамеру и повторяют операции вакуумирование и полоскания. Далее снова происходит забор анализов и уже непосредственно заправка баков консервационным давлением. Этот этап характеризуется большими затратами ксенона высокой чистоты, несмотря на то, что часть отработавшего ксенона собирается в блоке сбора ксенона. Плюс ко всему содержание O_2 и H_2O в ксеноне можно оценить только после проведения анализов проб и при превышении показателей происходит повторение всех операций, что ведёт к большим временным затратам.

На втором этапе, на ТП происходит заправка ксеноном до требуемого уровня, после чего происходит забор проб и при положительном результате анализов бак дозаправляется до расчётной массы ксенона. Далее герметизируется заправочная горловина КА. Но на этом этапе подготовка оборудования происходит без использования ксенона. Рабочим телом для достижения параметров по чистоте O_2 и H_2O является гелий. Данный метод осуществляется на ТП при помощи оборудования для заправки ксенона французского производства. Содержание O_2 и H_2O контролируется на месте при помощи газоанализатора, и при достижении нужных параметров, система заполняется ксеноном. Данный подход позволяет сразу выявлять неполадки системы, не дожидаясь результатов анализов.

Данную методику имеет смысл заимствовать и использовать на ЗИ модернизацией оборудования или его заменой. Это даст существенную экономию ксенона высокой чистоты и экономии времени проведения работ, соответственно повысит технологичность заправки ксеноном баков с КА.

© Шарнин А. Е., Двирный Г. В.,
Двирный В. В., Рыц О. Р., 2014

УДК 612.45.046.5

Я. Ю. Бакулин, Е. Н. Ярцев

Научный руководитель – О. О. Титов

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск**РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОГРАММНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ ПИТАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЖРД**

Рассматривается возможность использования комплексов программного моделирования для проектирования систем питания и управления ЖРД. Проведен анализ методов формообразования трубопроводов с использованием 4-х координатного станка с числовым программным управлением.

Трубопроводные системы являются наиболее распространенными и ответственными элементами систем питания ЖРД, обеспечивающими соединение различных узлов и агрегатов двигателя. Конструкция ЖРД жестко ограничена габаритными и массовыми параметрами, что в свою очередь накладывает ограничения на пространственную разводку трубопроводов, отдельные участки трубопроводов ЖРД могут иметь разную конфигурацию, как прямолинейные, так и участки, с различными радиусами гиба [1].

Наиболее приемлемым методом изготовления трубопроводов на этапе опытной отработки изготовления изделия, является изготовление труб по «шаблону», где в качестве «шаблона» используется мягкая, отожженная алюминиевая проволока, которая гнется вручную вдоль оптимальной трассы прокладки трубопровода с обеспечением необходимых размеров и зазоров на двигателе. Затем по этому «шаблону» в специальных ручных приспособлениях с использованием разнообразных роликов и другой технологической оснастки проводится гибка самих трубопроводов [2]. Окончательная подгонка изготовленного таким способом трубопровода выполняется при примерке его на изделии с последующим эталонированием. На заключительном этапе производится формообразование законцовки трубопровода методами пластических деформаций, либо пайка или приварка наконечников с дальнейшими испытаниями на прочность и герметичность в соответствии с конструкторской документацией (КД).

В настоящее время серийное изготовление трубопроводов сложной конфигурации производится по эталонным макетам с многократной подгибкой, что требует большого количества ручного труда, не дает гарантии обеспечения оптимальной конфигурации, а также постоянства формы всех трубопроводов одного наименования. Из-за сложности трубопроводов, существующие сборочные чертежи их монтажей, выполненные на бумажных носителях, содержат большое количество видов, сечений, что приводит к неудобствам при сборке изделия [3].

Внедрение элементов автоматизации в процессы проектирования, изготовления и монтажа трубопро-

водов с использованием цифровых технологий и применением 3D-моделей позволит исключить использование эталонов трубопроводов. За счет автоматизации повысится и упростится точность изготовления, будет сведено к минимуму использование ручного труда. Автоматизация процесса позволит усовершенствовать технологию изготовления трубопроводов и монтажа их в составе узла и изделия за счет наглядности 3D-модели, а также позволит отследить этапы сборки изделия.

В результате анализа процесса было принято решение разбить его на несколько этапов: этап проектирования; этап измерения имеющихся эталонов; этап отработки технологии изготовления и монтажа трубопроводов.

Данное разбиение на этапы подходит лишь для серийных изделий, имеющих КД на обычных бумажных носителях и при наличии эталонов трубопроводов.

При переходе к серийному производству трубопроводов для пневмогидравлических систем ЖРД в настоящее время необходимо использовать прогрессивные технологии их обмера и изготовления. Рассмотрев различные варианты наименований оборудования, был сделан вывод, что целесообразно провести обмер трубопроводов с помощью координатно-измерительной машины типа Faro Fusion Arm 8 с последующим переводом данных в трехмерное изображение для разработки программ гибки, опробованием программы на автоматическом трубогибочном станке с ЧПУ типа SB-63-4A-3SV, корректировки программы по результатам опробования и серийным изготовлением трубопроводов. Выбор именно этого оборудования связан с его лучшими, по сравнению с аналогами, техническими характеристиками.

Автоматический станок SOCO SB-63-4A-3SV имеет 3 гибочные головки, две формообразуют трубу методом намотки (с фиксированными радиусами), а третья – методом проталкивания трубы через роликовые вальцы, что позволяет получать на одном изделии как малые (фиксированные) радиусы гибов, так и большие (кольца, спирали, плавные дуги). Станок SB-63-4A-3SV имеет консольный сервопривод с редукторной передачей (тип S-GDT).

Основными особенностями станка SB-63-4A-3SV являются:

– точность поворота и точность подачи $\pm 0.1^\circ$ и ± 0.1 мм соответственно, что особенно важно при изготовлении таких ответственных сборочных единиц, как системы питания ЖРД.

– выносная панель управления для удобства работы в полуавтоматическом и автоматическом режимах.

– возможность оснащения дополнительной опцией (накопителем и манипулятором) для автоматизированной установки трубы в станок и автоматизированного снятия готового изделия.

Внедрение моделирования пространственной конфигурации трубопроводов с помощью программных комплексов, позволит в дальнейшем частично автоматизировать производство систем питания ЖРД, что в

свою очередь уменьшит общее время и затраты на производство ракетного двигателя.

Библиографические ссылки

1. Бабкина Л. А., Шумкова Л. В. Трехмерное проектирование элементов трубопроводов // Решетневские чтения : материалы XIV Междунар. науч. конф. : в 2 ч. ; под общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2010. Ч. 1.

2. Тарасов В. А., Кашуба Л. А. Теоретические основы технологии ракетостроения. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006.

3. Воробей В. В., Логинов В. Е. Технология производства ЖРД. М. : МАИ, 2001.

© Бакулин Я. Ю., Ярцев Е. Н., 2014

УДК 621.879.46

Я. Ю. Бакулин

Научный руководитель – М. В. Кубриков

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

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА БУСТЕРНОГО НАСОСНОГО АГРЕГАТА

Рассмотрена теоретическая методика расчета бустерного насосного агрегата. Предложен вариант программного обеспечения для расчета и получения геометрических характеристик бустерного насоса.

Работа без кавитационного срыва насосов системы питания двигателей летательных аппаратов обеспечивается давлением наддува баков, содержащих компоненты топлива. Потребное давление наддува определяется минимально допустимым на входе в насос, т. е. его кавитационными свойствами и гидравлическим сопротивлением магистрали между баком и входом в насос.

Повышение антикавитационных свойств системы питания является основным способом снижения давления наддува. С этой целью в некоторых системах питания двигателей помимо основных используют вспомогательные (бустерные) насосы. Высокие антикавитационные свойства этих насосов определяются низкой частотой вращения их вала. Бустерные насосы повышают давление на входе в основные насосы и тем самым обеспечивают их бесрывную работу при

повышенной частоте вращения. Они могут устанавливаться в непосредственной близости перед основными насосами и даже выполняться встроенными в общий с ними корпус. Такой тип бустерных насосов называют пред-насосами. В этом случае давление наддува уменьшается на величину, определяемую разностью кавитационных свойств основного и бустерного насосов.

Помимо вышеуказанного способа компоновки бустерные насосы могут размещаться вблизи топливных баков и выполняться в виде отдельного агрегата. Такие бустерные насосы называют подкачивающими. Уменьшение магистрали между баком и подкачивающим насосом дополнительно снижает потребное давление наддува на величину гидравлического сопротивления части трубопровода [1].

Обозначение	Значение	Примечание
G_n	300 кг/с	Секундный массовый расход компонента
P_{ex}^*	$7,5 \cdot 10^5$ Па	Минимальное полное давление на входе в бустерный насос
$P_{свх}^*$	$0,8 \cdot 10^5$ Па	Потребное полное давление на выходе из бустерного насоса
$T_{ext,max}$	320 °К	Максимально возможная температура компонента
ρ	820 кг/м ³	Плотность компонента
P_n	$0,04 \cdot 10^5$ Па	Давление упругости паров
P_{ex}^*	$247,5 \cdot 10^5$ Па	Давление на входе в турбину
$P_{свх}^*$	$7,5 \cdot 10^5$ Па	Давление на выходе из турбины

Рис. 1. Форма исходных данных

Расчет насоса
Определение геометрических размеров проточной части шнека

Обозначение	Значение	Примечание
$\Delta P_{ср}^*$	$0,51 \cdot 10^5$ Па	Превышение давления срыва над давлением упругости паров жидкости
$\lambda_{ср}$	0,015	Коэффициент кавитации
V_n	81 м/с	Окружная скорость на наружном диаметре шнека
$D_э$	0,226 м	Эквивалентный диаметр входа в шнек
D_n	0,236 м	Наружный диаметр шнека
ω	770 с^{-1}	Частота вращения ротора

Определение геометрических размеров проточной части шнека

Обозначение	Значение	Примечание
$\beta_{л.л}$	$8,43^\circ$	Угол атаки на расчетном режиме
$S_{св}$	0,11 м	Шаг винтовой линии на входе
$H_{нотр}$	817 Дж/кг	Требуемый напор

Рис. 2. Результаты расчета насоса

Расчет турбины
Определение расхода жидкости и размеров соплового аппарата

Обозначение	Значение	Примечание
$c_{с.т}$	242 м/с	Теоретическая скорость жидкости на выходе из соплового аппарата
G_m	34,4 кг/с	Потребный массовый расход жидкости
d_c	0,0025 м	Диаметр сопла
F_c	$0,000189 \text{ м}^2$	Суммарная площадь сопел
z_c	38	Число сопел
φ	0,92	Скоростной коэффициент сопла
t	0,0096 м	Шаг сопла
L	0,0091 м	Длина большей оси эллипса

Определение размеров решетки рабочего колеса

Рис. 3. Результаты расчета турбины

Расчет бустерных насосов довольно сложен и трудоемок с математической точки зрения, поэтому нами была написана на языке DELPHI программа для выполнения данного расчета.

От пользователя требуется вводить исходные данные в таблицу (рис. 1).

В качестве результатов расчета также выводится таблица с обозначением найденной величины и ее кратким описанием (рис. 2, 3).

Результатом работы будет служить созданная программа, которая позволит быстро и точно рассчитать параметры бустерного насосного агрегата, и на их основе создать геометрию насоса.

Применение данного программного обеспечения возможно при обучении студентов ракетно-космических специальностей, а также при создании опытных образцов насосных агрегатов.

Библиографическая ссылка

1. Краев М. В., Кишкин А. А. Выбор параметров и расчет лопаточных машин двигателей летательных аппаратов ; СибГАУ. Красноярск, 2003.

© Бакулин Я. Ю., 2014

УДК 621.671. 22

А. В. Баршаев

Научный руководитель – А. В. Бобков

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет, Комсомольск-на-Амуре

**ПОВЫШЕНИЕ ТЕПЛОЙ МОЩНОСТИ СИСТЕМЫ ТЕРМОРЕГУЛИРОВАНИЯ КА
В РЕЖИМЕ НЕШТАТНОЙ СИТУАЦИИ**

Рассмотрена возможность увеличения тепловой мощности системы терморегулирования космического аппарата в нештатной ситуации за счёт организации двухпоточного режима работы гидроблока, обеспечивающего циркуляцию теплоносителя в гидравлическом контуре системы.

При эксплуатации космических аппаратов (КА) и орбитальных космических станций Мир, Салют, международной космической станции (МКС) фиксировались многочисленные неполадки в работе их систем терморегулирования (СТР) [1–3]. Совсем недавно, в декабре 2013 года на МКС пришлось прекратить эксплуатацию нескольких отсеков из-за недостаточной тепловой мощности СТР. Так как устранение неполадок в СТР требует длительной подготовки, то становится актуальной проблема анализа возможных вариантов повышения мощности СТР на период нештатной ситуации. Один из вариантов – повышение тепловой мощности СТР КА за счёт двухпоточного режима работы гидроблока, отвечающего за циркуляцию теплоносителя в контуре системы.

На рис. 1 представлена схема, иллюстрирующая гидравлический тракт СТР КА. Основным электро-механическим элементом системы является гидроблок, поз. 3, состоящий из 2-х центробежных электронасос-

ных агрегатов (ЭНА): основного, поз. 4 и резервного поз. 5. Резервный ЭНА устанавливается в гидроблок на случай выхода из строя основного агрегата.

ЭНА скомпонованы в едином корпусе с выходным коллектором, изображённом на выносном элементе А. При работе основного ЭНА полость резервного агрегата перекрывается обратным клапаном, установленным в выходном коллекторе со степенью свободы в осевом направлении. Герметизация резервного ЭНА происходит благодаря прижатию тарели поз. 6 к левому седлу поз. 7 под действием давления теплоносителя, поступающего из полости основного ЭНА. Такой принцип работы обратного клапана гидроблока позволяет перевести гидроблок в двухпоточный режим работы, вдвое увеличивая объёмный расход теплоносителя в контуре системы.

Выносной элемент А рис. 1 иллюстрирует суть предлагаемого решения.

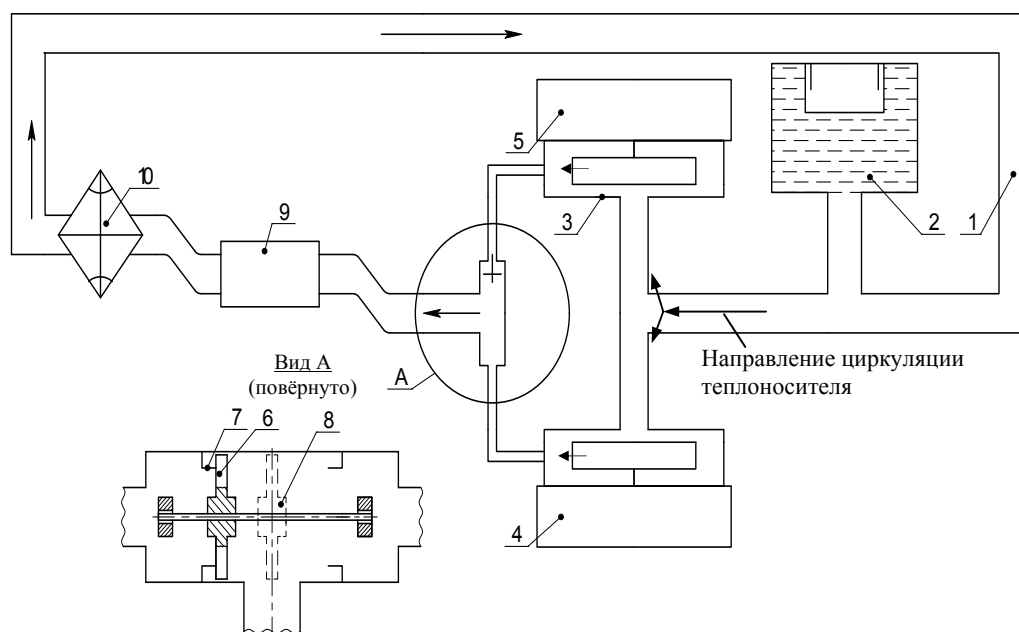


Рис. 1. Схема гидравлического тракта СТР:

- 1 – циркуляционный трубопровод; 2 – гидроаккумулятор; 3 – гидроблок; 4 – основной ЭНА; 5 – резервный ЭНА; 6 – тарель обратного клапана (крайнее левое положение); 7 – седло обратного клапана; 8 – тарель обратного клапана (среднее положение); 9 – приборный отсек; 10 – теплообменник

Для увеличения расхода теплоносителя через гидравлический контур СТР запускается в работу резервный ЭНА.

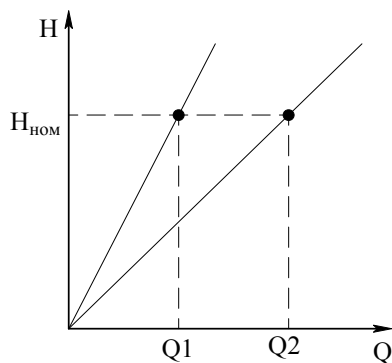


Рис. 2. Схема изменения положения рабочей точки гидравлической характеристики циркуляционного тракта СТР при двухпоточном режиме работы гидроблока

Под действием напора теплоносителя, поступающего из полости резервного ЭНА, тарель отходит от левого крайнего положения и занимает в коллекторе среднее положение (показано пунктиром поз. 8), обеспечивая поступление теплоносителя в контур системы одновременно от двух работающих ЭНА. Таким образом, реализуется схема двухпоточной подачи теплоносителя

в гидравлический тракт системы терморегулирования. При неизменности номинального гидравлического сопротивления тракта $H_{ном}$ такая схема работы увеличивает расход теплоносителя Q примерно в 2 раза, от значения Q_1 до значения $Q_2 = 2 \cdot Q_1$, см. рис. 2. Реализация рассмотренной схемы функционирования гидроблока СТР в нештатной ситуации возможна при выполнении нескольких условий. В частности, сохранения приемлемой антикавитационной устойчивости работы гидроблока при увеличении объемного расхода теплоносителя до значения Q_2 и отсутствия режима автоколебаний тарели клапана из-за пульсаций статического давления в потоке.

Библиографические ссылки

1. URL: <http://www.spaceflight101.com/space-station-encounters-thermal-control-system-failure.html> (дата обращения: 10.03.2014).
2. URL: <http://www.vesti.ru/doc.html?id=345670&m=2.3> (дата обращения: 10.03.2014)
3. Вейнберг Д. М., Верещагин В. П., Мирошник О. М. и др. Уникальные электромеханические бортовые системы орбитальной космической станции «Мир». М. : Наука, 2001. 55 с.

© Баршаев А. В., 2014

УДК 621.45.02

М. В. Белобровина

Научный руководитель – *Н. С. Сенюшкин*

Уфимский государственный авиационный технический университет, Уфа

РАСЧЕТ ТЕРМОГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПВРД

Рассмотрен термогазодинамический расчет ПВРД в ручную по известной методике и с помощью специальной программы для ПЭВМ. Проведено сравнение результатов о обоснована разнища.

Прямоточный воздушно-реактивный двигатель – реактивный двигатель, является самым простым в классе воздушно-реактивных двигателей (ВРД) по устройству. Однако, рабочий процесс, протекающий в нем не менее сложен, чем в ГТД, что обусловлено процессами сжатия, расширения, деформации потока, испарения, смешения и горения топлива.

ПВРД предназначены для полётов в диапазоне $1 < M < 5$. Верхний предел скоростей, до которых могут применяться ПВРД, определяется температурой газов перед истечением. Торможение сверхзвукового газового потока во входном устройстве происходит всегда разрывно (скачкообразно) – с образованием ударной волны (скачок уплотнения). Чем интенсивнее скачок уплотнения, т. е. чем больше изменение скорости потока на его фронте, – тем больше потери давления, которые могут превышать 50 %. Геометрия сверхзвуковых ВРД определяется расчетной скоростью полета и назначением двигателя [1].

В основу выполненного ручного термогазодинамического расчета ПВРД в данной работе положена методика [2], разработанная коллективом авторов под

руководством С. И. Барановского. Она позволяет на начальном этапе проектирования провести расчет основных параметров двигателя, его характеристик и определить форму проточной части двигателя.

Для численного моделирования и анализа работы ПВРД в системе летательного аппарата необходимы быстродействующие программы расчета тягово-экономических характеристик, позволяющие оценить влияние различных параметров на характеристики двигателя, а также провести расчетные исследования многих вариантов двигателя и выбрать более оптимальные решения.

Одной из таких программ является система моделирования DVIGw, разработанная в УГАТУ, которая позволяет провести термогазодинамические расчеты основных параметров двигателя.

Для моделирования ПВРД была сформирована расчетная модель (см. рисунок).

Расчет проводился при следующих заданных параметрах:

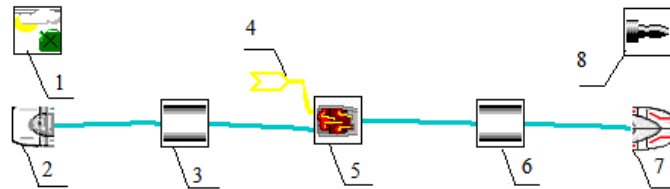
скорость полета 3 Маха, высота полета 11 км, потребная тяга 122800 Н, коэффициент избытка воздуха

в камере сгорания 1,4, полнота сгорания 0,93, теплотворная способность горючего $43,3 \cdot 10^6$ Дж/кг, заданная площадь на срезе сопла $0,8 \text{ м}^2$.

Результаты расчетов основных параметров ПВРД по методике Барановского и с помощью системы моделирования DVIGw представлены в таблице.

Расхождение полученных результатов расчета ПВРД на срезе сопла на расчетном режиме работы объясняется тем, что по методике, предложенной С. И. Барановским, расчет параметров двигателя про-

изводится с заданной площадью сопла на срезе F_c , обусловленной конструктивной компоновкой летательного аппарата, т. е. при условии, что давление на срезе сопла не равно давлению невозмущенного набегающего потока на высоте: p_c не равно $p_{н}$, а в системе моделирования DVIGw расчет производится на режиме полного расширения, т. е. когда p_c равно $p_{н}$, что ведет к увеличению расчетной площади выходного сечения.



Модель СПВРД в системе DVIGw:

1 – начальные условия; 2 – входное устройство; 3 – канал; 4 – вход топлива;
5 – форсажная камера; 6 – канал 2; 7 – выходное устройство; 8 – суммарные параметры

Сечение	Параметры	По методике	DVIGw
1	Давление воздуха, Па	837 905,1	839 181,7
	Атмосферное давление воздуха, Па	22 699	22 699,9
	Температура воздуха, К	601,1	601,8
	Скорость полета, м/с	884	886
2	Давление воздуха на выходе из ВУ, Па	561 396,4	562 251,76
	Статическое давление на выходе из ВУ, Па	545 818,1	546 232,43
	Температура воздуха на выходе из ВУ, К	601,1	601,8
	Площадь на выходе из ВУ, м^2	0,523 5	0,513 7
3	Давление воздуха на выходе из КС, Па	490 364,5	488 374,24
	Статическое давление на выходе из КС, Па	473 851,1	442 726,7
	Температура воздуха на выходе из КС, К	1 928	1 928
	Площадь на выходе из КС, м^2	0,56	0,657 6 (вход 0,52)
4	Давление в критическом сечении сопла, Па	480 557,2	465 881,1
	Статическое давление в критическом сечении сопла, Па	268 124,5	266 118,5
	Скорость газа в критическом сечении сопла, м/с	783,622	765,54
	Площадь критического сечения, м^2	0,416 5	0,41
5	Давление на срезе сопла, Па	466 140,5	413 563,23
	Статическое давление на срезе сопла, Па	187 128,3	22 699
	Статическая температура газа на выходе из сопла, К	1 602	977
	Скорость газа на выходе из сопла, м/с	962,5	1 527,73
	Площадь среза сопла, м^2	0,8	1,385
	Тяга сопла, Н	149 597,3	260 673,87

Работа выполнена при поддержке гранта МК 4746.2014.8.

Библиографические ссылки

1. Бондарюк М. М., Ильяшенко С. М. Прямоточные воздушно-реактивные двигатели. М.: Гос. изд-во оборонной промышленности, 1958. 392 с.

2. Газодинамический расчет прямоточных ВРД и их характеристик: учеб. пособие / С. И. Барановский, Ю. В. Зикеева, В. В. Козляков, А. А. Степчиков, А. Г. Тихонов. М.: Изд-во МАИ, 1988. 55 с.

© Белобровина М. В., 2014

УДК 629.78.01

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

ПРИМЕНЕНИЕ CALS-ТЕХНОЛОГИЙ В УСЛОВИЯХ РАЗРАБОТКИ И ПОСТАНОВКИ НА ПРОИЗВОДСТВО ИЗДЕЛИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

CALS (Continuous Acquisition and Lifecycle Support – непрерывная информационная поддержка поставок и жизненного цикла изделий) – современный подход к проектированию и производству высокотехнологичной и наукоёмкой продукции, заключающийся в использовании компьютерной техники и современных информационных технологий на всех стадиях жизненного цикла изделия.

Применение CALS-технологий позволяет существенно сократить объёмы проектных работ, так как описания многих составных частей оборудования, машин и систем и ракетных двигателей (РД) в частности, проектировавшихся ранее, хранятся в унифицированных форматах данных сетевых серверов, доступных любому пользователю технологий CALS.

Развитие CALS-технологий должно привести к появлению так называемых виртуальных производств, в которых процесс создания спецификаций с информацией для программно управляемого технологического оборудования, достаточной для изготовления изделия, может быть распределён во времени и пространстве между многими организационно-автономными проектными организациями. Среди несомненных достижений CALS-технологий следует отметить лёгкость распространения передовых проектных решений, возможность многократного воспроизведения частей проекта в новых разработках и др. Одна и та же конструкторская документация (КД) может быть использована многократно в разных проектах, что особенно актуально при проектировании РД, где достаточно распространено заимствование КД, а одна и та же технологическая документация – адаптирована к разным производственным условиям, что позволяет существенно сократить и удешевить общий цикл проектирования и производства [1].

За время своего существования продукция ракетно-космической техники (РКТ) эволюционирует от первоначального концептуального замысла через полномасштабную реализацию до полного списания. Эта эволюция и называется жизненным циклом.

Жизненный цикл (ЖЦ) продукции РКТ включает в себя много видов деятельности, в нем участвует большое количество различных субъектов ЖЦ (заказчики, разработчики, производители, поставщики, субпоставщики, эксплуатанты и т. д.), которые представляют различные структуры и организации. Каждый из этих субъектов, взаимодействует с другими субъектами в определенных точках ЖЦ, но, тем не менее, действует независимо, движим своими собственными целями и несет ответственность только за свою часть ЖЦ продукции.

Управление ЖЦ – это планирование и выполнение комплекса скоординированных организационных и технических мероприятий, реализуемых на протяжении всего ЖЦ с использованием управленческих, ин-

женерных и информационных технологий и направленных на оптимизацию свойств продукции РКТ по критериям эффективности, стоимости и качества. В управлении ЖЦ можно выделить две составные части, первую из которых составляет деятельность, выполняемая с использованием управленческих технологий. Эта деятельность, собственно, и направлена на решение разнообразных задач PLM, возникающих в ходе ЖЦ продукции РКТ. Вторая часть управления ЖЦ продукции РКТ связана с информационным обеспечением. Технологии, включающие нормативное обеспечение, методы, методики, программные и технические средства, посредством которых осуществляется информационная поддержка, представляют собой CALS-технологии.

Многообразие процессов ЖЦ и необходимость их оптимизации требуют активного информационного взаимодействия субъектов (организаций и отдельных лиц), участвующих в их осуществлении и поддержке. При производстве РД характерна многочисленность участников, высокий объем используемой и передаваемой информации. Это приводит к необходимости создания интегрированной информационной среды, в основе которой лежит применение открытых архитектур, международных стандартов, совместное использование данных и совместимых программно-технических средств [2].

Решение основных задач технологической подготовки производства (ТПП), таких как отработка изделия на технологичность, разработка технологических маршрутов и процессов, разработка специальной технологической оснастки и др. на любой стадии ЖЦ значительно упрощается и сокращаются сроки за счет абсолютного исключения «бумажной» документации и автоматизированного процесса согласования и утверждения документов на всех стадиях ЖЦ, отслеживания выполнения требований к изделию и его компонентам, накопления, хранения и обновления данных об изделии, получаемых на всех стадиях его ЖЦ, параллельной разработки конструкции изделия и системы его эксплуатации, мониторинга хода эксплуатации, позволяющего накапливать и анализировать фактические данные о надежности, расходовании ресурсов всех видов (трудовых, материальных, финансовых и др.), эффективности применения и т. д., с целью последующего использования этих данных при модернизации существующих и проектировании новых

образцов изделий РКТ, стандартизации процессов и технологий управления ЖЦ и информационного взаимодействия всех участников ЖЦ изделий РКТ на всех его стадиях, обеспечивающей единообразие действий и интерпретацию данных всеми участниками ЖЦ, а также возможность многократного использования однажды созданных данных [3].

Для решения всех этих задач организациями, специализирующимися в сфере информационных технологий, разработаны различные информационные системы, которые широко используются в промышленности. Эти системы объединены общей концепцией, которая описывает совместную рабочую среду для пользователей, позволяющую управлять, отслеживать и контролировать всю информацию, относящуюся к изделию на протяжении всего его ЖЦ. Задачи такого рода в той или иной мере уже сегодня решаются на предприятиях России в рамках конкретных проектов.

Целью интеграции автоматизированных систем проектирования и управления является повышение эффективности создания и использования сложной техники. CALS-технологии призваны служить сред-

ством, интегрирующим промышленные автоматизированные системы в единую многофункциональную систему.

Из вышеизложенного очевидно актуальность развития CALS-технологий как необходимого условия обеспечения и постоянного повышения конкурентоспособности отечественной РКТ.

Библиографические ссылки

1. Концепция развития ИПИ-технологий для продукции военного назначения, поставляемой на экспорт / А. А. Суханов, О. Н. Рязанцев, С. А. Артизов, А. Н. Бриндигов, Н. И. Незаленов, А. В. Карташев, П. М. Елизаров, Е. В. Судов. М. : НИЦ CALS «Прикладная логистика», 2013.
2. Бунаков П., Широких Э. Технологическая подготовка производства в САПР / ДМК Пресс, 2012.
3. Годин Э. М. CALS-технологии в технологической подготовке производства авиакосмической техники : учеб. пособие. М. : МАИ, 2005.

© Блинков Е. В., Шишаев А. М., 2014

УДК 621.454.2;629.76;629.78

*И. В. Буртыль*¹

Научный руководитель – *Г. Г. Крушенко*^{1,2}

¹Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

²Институт вычислительного моделирования СО РАН, Красноярск

СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ДИСКОВ ТУРБИН ТНА ЖРД

Представлены результаты применения некоторых технологий и средств, обеспечивающих повышение качества дисков турбин, турбонасосного агрегата жидкостного ракетного двигателя.

В жидкостных ракетных двигателях (ЖРД) подача компонентов топлива осуществляется насосами, которые приводятся во вращение газовой турбиной. В совокупности насосы с турбиной образуют турбонасосный агрегат (ТНА), являющийся важнейшим узлом ЖРД [1–4].

Комплектующие ТНА детали по условиям эксплуатации делятся на две группы – вращающиеся, к которым относятся вал и смонтированные на нем колеса насосов и диск турбины, и неподвижные – корпуса, внутри которых располагается вращающиеся детали ТНА ЖРД. Вращающиеся детали работают в исключительно жестких условиях [5].

Диски турбин изготавливают методом литья по выплавляемым моделям [6] из жаропрочных сплавов на никелевой основе [7], содержащие упрочняющие интерметаллидные γ' -фазы [8]. Этим требованиям отвечают сплавы: ХН70ВМТЮ, ХН6ОЮ.

К качеству дисков предъявляются высокие требования, что вызывает их значительную отбраковку на каждой контрольной операции по причине выявления разного рода дефектов, начиная от визуального осмотра и вплоть до рентгенопросвечивания. Применение «простых» технологических мероприятий не во всех случаях приводило к положительным результа-

там, что, по-видимому, можно объяснить незнанием всех факторов, определяющих качество отливок, в связи с чем и был выполнен ряд исследований по повышению качества дисков.

С целью установления причин возникновения дефектов и принятия мер по их предотвращению, проведено исследование с применением метода экспертных оценок [9], основанном на априорном выявлении значения («веса») влияния отдельных факторов на возникновение тех или иных дефектов, что определяли на основании опыта специалистов, накопленного ими в предшествующей деятельности.

На основании обработки полученных данных была разработана конструкция литниково-питающей системы (ЛПС), характеризующаяся наличием шаровой прибыли со щелевым подводом в нее металла. Такая форма прибыли обладает наибольшей эффективностью в отношении питания – подвода жидкого металла к кристаллизующимся объемам отливки, что объясняется ее минимальной поверхностью охлаждения, т.е. минимально возможной потерей металлом тепла. Функция вертикальной щелевой ЛПС заключается в исключении возможного разрушения оболочки в результате динамического воздействия струи металла при заливке. В нижней части стояка ЛПС было уст-

роено ответвление для гашения удара первой порции струи заливаемого металла. Такое устройство ЛПС предотвратило возникновение таких дефектов, как недолив лопаток, межлопаточные прорывы керамической формы, усадочные рыхлоты, трещины, надрывы, газовые раковины и др.

Качество поверхности металлических деталей, включая и отливки, отвечает за целый ряд рабочих характеристик механизмов, в состав которых они входят. Что касается литых дисков, то качество, чистота их поверхности определяет массовую производительность ТНА. При этом качество поверхности дисков зависит от состава модельной массы, применяющейся для изготовления выплавляемых моделей – прототипов будущей отливки. В настоящей работе с применением метода математического планирования эксперимента [10], при реализации которого в качестве параметра оптимизации были приняты прочностные показатели, проведено исследование по разработке нового состава модельной массы. Это связано с тем, что содержащийся в ее стандартном составе стеарин (стеарин + парафин в соотношении 50/50), взаимодействует со связующим (гидролизированный раствор этилсиликата), образуя на поверхности модели неровности, шероховатости и другие дефекты, которые передаются поверхностям отливок. Кроме того, стандартный состав обладает низкой теплопроводностью, что приводит к деформации моделей при нарушении температурного режима их хранения, и, как следствие, к нарушению геометрии отливок. Разработанная модельная масса (60 % парафина, 17 % буроугольного воска и 23 % пчелиного воска) характеризуется повышенными свойствами, которые обеспечивает получение отливок с чистотой поверхности требуемого качества.

Разработанные мероприятия обеспечили 100-процентную годность отливок по рентгеновскому контролю, и уменьшили в 2,5–3 раза отсев на других контрольных операциях при одновременном уменьшении расхода дорогостоящего сплава до 3-х кг на одну отливку. При этом была использована технология электрошлакового переплава отделившейся от отливок диска ЛПС, что позволило получать металл повышенного качества, предоставляя возможность его использования взамен первичной шихты, что также дает экономический эффект.

УДК 621.45

А. Ю. Васянина, Д. С. Швецова, А. А. Тонких, Т. Н. Антоновский
 Научные руководители – *М. В. Чижевская, В. П. Назаров*
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЗАПУСКА РАКЕТ С ЖИДКОСТНЫМИ И ТВЕРДОТОПЛИВНЫМИ РАКЕТНЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ

Рассмотрены экологические результаты и анализ последствий запусков ракет с жидкостными и твердотопливными ракетными двигателями.

При зарождении основ теоретической космонавтики экологические аспекты играли важную роль. Тесное взаимодействие биосферы Земли с космиче-

Библиографические ссылки

1. Добровольский М. В. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования : учебник для вузов. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. 488 с.
2. Турбонасосные агрегаты ЖРД конструкции НПО Энергомаш / В. К. Иванов, А. М. Кашкаров, Е. Н. Ромасенко и др. // Конверсия в машиностроении. 2006. № 1. С. 15–21.
3. Попов В. Г., Ярославцев Н. Л. Жидкостные ракетные двигатели. М. : Изд-во МАТИ – КТУ им. К. Э. Циолковского. 2001. 171 с.
4. Seong Min Jeon et al. Rotordynamic analysis of a high thrust liquid rocket engine fuel turbopump // Aerospace Science and Technology. 2013. Vol. 26, Iss. 1. P. 169–175.
5. Прочность и ресурс ЖРД / Н. А. Махутов, В. С. Рачук, М. М. Гаденин и др. М. : Наука, 2011. 525 с.
6. Оборин Л. А. Научно-технологические основы производства литых деталей по выплавляемым моделям для силовых установок летательных аппаратов ; СибГАУ. Красноярск, 2013. 238 с.
7. Крущенко Г. Г., Решетникова С. Н. Применение жаропрочных сплавов для получения литых деталей двигателей летательных аппаратов // Проблемы разработки, изготовления и эксплуатации ракетно-космической и авиационной техники : материалы VI Всерос. науч.-техн. конф. Омск : Изд-во ОмГТУ, 2011. С. 119–121.
8. Масленков С. Б., Масленкова Е. А. Стали и сплавы для высоких температур. М. : Metallurgy, 1991. 832 с.
9. Naase T., Termath W., Martsch M. How to Save Expert Knowledge for the Organization: Methods for Collecting and Documenting Expert Knowledge Using Virtual Reality based Learning Environments // Procedia Computer Science. 2013. Vol. 25. P. 236–246.
10. Gunasegaram D. R., Farnsworth D. J., Nguyen T. T. Identification of critical factors affecting shrinkage porosity in permanent mold casting using numerical simulations based on design of experiments // Journal of Materials Processing Technology. 2009. Vol. 209. Iss. 3. P. 1209–1219.

© Буртыль И. В., 2014

ской средой дает основание утверждать, что происходящие во Вселенной процессы оказывают воздействие на нашу планету.

Нельзя не признать, что сегодня имеет место отрицательное воздействие ракетно-космической техники (РКТ) на окружающую среду (разрушение озонового слоя, засорение атмосферы окислами металлов, углерода, азота, а ближнего космоса – частями отработанных космических аппаратов).

[Производство, испытания и эксплуатация ракетно-космической техники имеет свои специфические факторы негативного влияния на окружающую среду. Ниже приведены наиболее весомые факторы негативного влияния эксплуатации ракетно-космической техники (РКТ):

- Загрязнение атмосферного воздуха и поверхностных водоемов в процессе изготовления элементов ракетно-космической техники и продуктами выбросов ракетных двигателей;

- Риск возникновения аварийных ситуаций во время изготовления и хранения ракетного топлива (возможны проливы токсичных компонентов ракетного топлива (КРТ), испарение токсичных компонентов ракетного топлива, горение компонентов ракетного топлива, взрыв компонентов ракетного топлива);

- Риск возникновения аварийных ситуаций во время наземных испытаний ракетных двигателей;

- Локальное загрязнение атмосферы во время запуска ракет-носителей;

- Негативное влияние на состояние озонового слоя Земли;

- Отчуждение территорий и загрязнение плодородного слоя почвы в зоне падения частей ракет;

- Отделение фрагмента конструкции, либо отделившейся части ракет-носителей или космического аппарата (КА) «космический мусор».

В данной работе проанализированы факторы ослабления или усиления воздействий ракетно-космической техники (РКТ) на окружающую природную среду [1].

При изучении и анализе выявили, что эксплуатация ракетно-космической техники оказывает значительное антропогенное влияние на атмосферу, особенно в районах космодромов во время запуска больших ракет и в начале полета больших ракет носителей, имеющих на борту сотни тонн топлива, которые сопровождаются взрывами, пожарами и мощными токсичными выбросами.

Известно, что по относительной силе воздействия на верхнюю атмосферу запуск космической ракеты подобен взрыву атомной бомбы в приземной атмосфере.

Выбросы топлив сгорания и токсичных элементов могут вызывать выпадение кислотных дождей, повышение содержания в воздухе взвешенных веществ, изменение погодных условий на прилегающих территориях.

Основными вредными факторами, влияющими на состояние окружающей среды при пусках ракет-носителей, являются большие выбросы продуктов сгорания при старте в приземном слое атмосферы (тропосферы). К нежелательным локальным последствиям в районе старта ракет-носителей могут также привести выбросы хлористого водорода и окислов алюминия, содержащиеся в продуктах сгорания некоторых носителей, в частности к таковым относится ракета-носитель «Шаттл».

Проведен анализ по данным выбросов продуктов сгорания в атмосфере при запуске ракет. Мы выясни-

ли, что в отличие от зарубежных ракет-носителей, базирующихся в основном на РДТТ, российские ракеты, использующие ЖРД не выделяют N^2 , HCl , Al_2O_3 . Проведя анализ жидких и твердых ракетных топлив, мы выявили следующие особенности.

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 (в РДТТ).

Основную массу продуктов сгорания РДТТ составляют соляная (хлористоводородная) кислота и окись алюминия. Соляная кислота, поступая в почву, повышает ее кислотность, что вызывает ряд изменений, как химически свойств самих почв, так и состояния растительности. Кроме того, есть сведения о неполном сгорании перхлората аммония – вещества второго класса опасности.

При падениях частей ракетной техники происходит механическое загрязнение твердыми фрагментами, что приводит к перенасыщению почвы соединениями алюминия, наличие которых в почве, даже в незначительном количестве, резко снижает урожайность сельскохозяйственных культур. Например, падение первых ступеней ракет «Зенит» и «Энергия» сопровождается засорением фрагментами. Суммарная площадь районов падения, составляет 1 428 800 га [2].

Лучшим топливом, с экологической точки зрения, является соединение водорода в качестве горючего и кислорода в качестве окислителя, так как эти вещества не токсичны и в процессе горения не дают никаких вредных продуктов сгорания.

В заключение можно сделать вывод о том, что твердые ракетные топлива более опасны для окружающей среды, чем жидкие [3].

В целом, объекты современной перспективной ракетно-космической техники являются потенциально опасными для экологии. Они негативно влияют на околоземное космическое пространство при эксплуатации, ликвидации и утилизации. Таким образом, необходимо искать новые пути создания более безопасных компонентов топлива, не жертвуя при этом энергетическими характеристиками, что важно с конструкторской точки зрения, и опираясь на существующие проблемы окружающей среды. Также, учитывая ряды особенностей различных видов топлива, следует развиваться в направлении наиболее благоприятного для экологии – соединения водорода и кислорода.

Библиографические ссылки

1. Федоров Л. А., Кричевский С. В. Химическая безопасность и социально-экологические последствия технической деятельности. М., 2005. 167 с.
2. Дорофеев А. А. Основы теории тепловых ракетных двигателей (Общая теория ракетных двигателей). МГТУ им. Н. Э. Баумана. М., 1999.
3. Ушаков В. Г., Шпигун О. Н., Старыгин О. И. Особенности химических превращений НДМГ и его поведение в объектах окружающей среды // Ползуновский вестник. 2004. № 4.

© Васянина А. Ю., Швецова Д. С.,
Тонких А. А., Антоновский Т. Н., 2014

УДК 621.45

П. Ю. Васянина

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

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ОХЛАЖДЕНИЯ КАМЕРЫ ЖРД ЖИДКИМ КИСЛОРОДОМ С ИСКУССТВЕННОЙ «ШЕРОХОВАТОСТЬЮ» ПО ДНУ КАНАЛА ОХЛАЖДАЮЩЕГО ТРАКТА

Проведен анализ особенностей расчета охлаждения камер ЖРД, охлаждаемых жидким кислородом с искусственной «шероховатостью» по дну канала охлаждающего тракта.

С ростом давления в камере сгорания и повышением коэффициента массового соотношения окислителя и горючего растет не только удельный импульс двигателя, но и удельный тепловой поток в стенку камеры жидкостного ракетного двигателя (ЖРД). Поэтому создание новых высокоэкономичных двигателей во многом зависит от эффективности системы регенеративного охлаждения камеры двигателя.

При работе ЖРД температуры наружной и внутренней оболочек различны и переменны как вдоль оболочки, так и по ее толщине. В наиболее тяжелых температурных условиях работает внутренняя оболочка. Средняя температура ее намного выше, чем у наружной оболочки и, кроме того, значительно изменяется температура по ее толщине (тем больше, чем больше тепловой поток через стенку и чем меньше теплопроводность стенки).

При таких температурных условиях работы в стенках возникают большие температурные напряжения и ухудшаются механические свойства материала. Ввиду этого при прочностных расчетах камеры ЖРД необходимо учитывать температуру и неравномерность ее по толщине внутренней оболочки, а также изменение механических свойств материала при повышении температуры.

При разработке современных ЖРД главными задачами является повышение надежности и снижение стоимости двигателя. Большой вклад в обеспечение надежности двигателя вносит камера сгорания, работающая при высоких уровнях давлений и температуры. В существующих двигателях снижение температуры огневой стенки камеры сгорания достигается за счет применения завесного охлаждения, что приводит не только к снижению удельного импульса двигателя, но и к снижению надежности и усложнению конструкции. В рассматриваемом нами варианте двигателя предполагается отсутствие способа завесного охлаждения и замена его на охлаждение криогенным кислородом, который обладает более высокими охлаждающими свойствами, чем горючий компонент (керосин).

Методы расчета теплоотдачи для условий, характерных в охлаждающем тракте ЖРД, основаны на экспериментальных данных.

При расчете коэффициента теплоотдачи от стенки камеры к охлаждающему криогенному кислороду рассматривались два варианта расчета. В первом использовалась классическая формула Нуссельта–Крауссольда без учета влияния температурного фактора:

$$\alpha_{ж} = \varepsilon_{ж} - \frac{Nu \cdot \lambda}{d_r}, \quad (1)$$

где $Nu = 0.023 \cdot Re_{ж}^{0.8} \cdot Pr_{ж}^{0.4}$.

Во втором варианте вводился учет изменения температуры или плотности поперек слоя по методике Л. Ф. Фролова с использованием среднеинтегральных значений теплофизических свойств охладителя:

$$\left(\frac{m}{f}\right)^{0.8} \cdot \frac{4}{9} \left(1 - \left(\frac{\rho_{ж.и}}{\rho_{ж}}\right)^{3/2}\right)^2 \cdot \frac{B_{ж.и}}{d_r^{0.2}} \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{\rho_{ж.и}}{\rho_{ж}}\right)^2}, \quad (2)$$

где m, f, d_r – расход, площадь поперечного сечения и гидравлический диаметр канала соответственно; $B_{ж.и}$ – среднеинтегральное значение комплекса теплофизических свойств,

$$B_{ж.и} = \int_{I_1}^{I_2} B \frac{dl}{I_2 - I_1}, \quad B = 0,023 \cdot (c_p/\mu)^{0.4} \cdot \lambda^{0.6},$$

$\rho_{ж.и}$ – среднеинтегральное значение плотности жидкости; $\rho_{ж}$ – среднemasсовая плотность жидкости; I_1, I_2 – характерные энтальпии охладителя.

Следует отметить, что применение формулы Нуссельта–Крауссольда для расчета теплообмена от стенки к криогенной жидкости для развитого турбулентного пограничного слоя при сверхкритическом давлении считается некорректным. Однако при применении искусственной шероховатости с оптимальным профилем, которая может применяться в каналах охлаждающего тракта, учитывается, что пристеночный слой регулярно срывается с выступов искусственной шероховатости, из-за чего развитого пограничного слоя не образуется. Это утверждение может упираться на работы Г. А. Дрейцера, Э. К. Калинина и С. А. Ярхо [1], которые рекомендовали при использовании искусственной «шероховатости» вести расчет теплообмена по формуле, близкой к формуле Нуссельта–Крауссольда.

Определить, какая из приведенных выше методик расчета конвективных тепловых потоков и коэффициента теплоотдачи применима для камеры рассматриваемого нами двигателя, возможно только по результатам испытаний экспериментальных камер.

Расчет конвективных тепловых потоков следует проводить методами прямого математического моделирования по современным теориям турбулентного пограничного слоя. Однако такие расчеты обладают рядом присущих им принципиальных недостатков, таких как отсутствие достоверной гипотезы турбулентности, проблемы с устойчивостью численных методов, трудоемкость и длительность анализа единичного расчетного варианта даже на мощных ЭВМ.

Коэффициент интенсификации теплообмена от искусственной шероховатости следует определять по результатам натурального или численного эксперимента. Натурные испытания с определением оптимального профиля шероховатости требуют дорогостоящей материальной части и оборудования. Численный эксперимент обладает такими же проблемами, как и прямое математическое моделирование конвективных тепловых потоков, кроме того, достоверность его результатов представляется довольно низкой [2].

По этим причинам необходимо разработать методику расчета коэффициента теплоотдачи в криогенный кислород, находящийся в закритическом состоянии, основываясь либо на результатах специально

поставленного эксперимента, либо на результатах огневых испытаний экспериментальных камер.

Библиографические ссылки

1. Калинин Э. К., Дрейцер Г. А., Ярхо С. А. Интенсификация теплообмена в каналах. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1981.
2. Стриженко П. П. Особенности расчета теплового состояния камеры ЖРД с беззавесным охлаждением жидким кислородом // Вестник Самар. гос. аэрокосмич. ун-та. 2009. № 3 (19).

© Васянина П. Ю., 2014

УДК 621.45.015

А. В. Гайнутдинов, О. В. Каменюк, Н. Г. Останина
 Научный руководитель – *М. И. Толстомятов*
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОСОБЕННОСТИ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ОСЕВЫХ ТУРБИН

Рассмотрены основные особенности газодинамических испытаний осевых турбин.

Испытания играют важную роль в проектировании и производстве ракетно-космической техники. Характеристики, получаемые в ходе испытаний, используются при решении задач регулирования и доводки жидкостного ракетного двигателя [1].

Испытания турбин ЖРД позволяют получить зависимости энергетических характеристик турбин от какого-либо независимого параметра, определяющего режим работы турбины. Такими характеристиками для турбин являются:

- Мощность турбины;
- КПД турбины.

Существуют три способа получения характеристик турбины [2]:

- 1) расчетный способ.
- 2) натурные испытания.
- 3) модельные испытания.

Расчетный способ используется при проектировании турбин. Натурные и модельные испытания проводятся на специальных стендах, оборудованные тормозом, поглощающим мощность турбины, приборами для определения ее параметров и регулирующими устройствами, позволяющими менять режим работы турбины.

Стенды для проведения натуральных испытаний турбин больших мощностей громоздки, сложны в создании и эксплуатации. Поэтому более распространены модельные испытания. В свою очередь модельные испытания разделяются на два вида:

- 1) испытания моделей турбины (уменьшенных или увеличенных);
- 2) модельные испытания натуральных турбин (испытания на модельных газах).

При модельных испытаниях турбин при выборе режимов необходимо выдержать критерии подобия и

результаты опытов обработать в критериальной форме. Широкое распространение получили модельные испытания, при которых в качестве модельного газа используется воздух с невысокой температурой (300–380 К.).

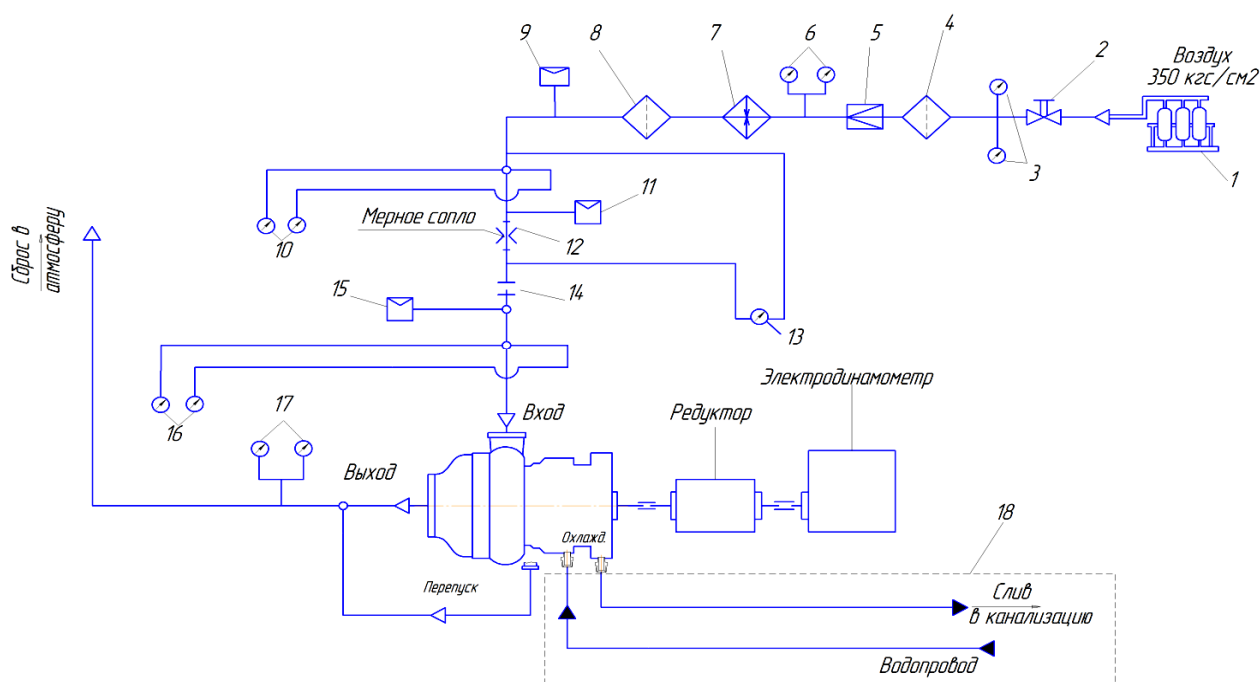
Стенд состоит из литой подставки, на которую устанавливается приспособление с турбиной для испытаний, редуктор, понижающий число оборотов для совместной работы турбины и электродинамометра (см. рисунок).

Модельный газ – воздух поступает из воздушной рампы (80 баллонов) под давлением 35 МПа. Система подачи и отвода состоит из перекидных гибких металлорукавов.

Для поддержания требуемой температуры подаваемого в турбину воздуха на линии подачи установлен теплообменник с мощностью электронагревательных элементов (ТЭНов) 186 кВт. Для замера расхода воздуха через турбину установлен расходомерный участок с эталонным мерным соплом в комплекте с водяным дифманометром для определения перепада давления на мерном сопле.

Доступ воздуха из баллонной рампы 1 в пневмостему стенда обеспечивается открытием вентиля 2, давление на входе контролируется парой манометров 3. Далее воздух очищается в фильтре 4, после чего, проходя через редуктор 5, давление воздуха понижается до 2,5 МПа перед теплообменником 7, контроль давления осуществляется парой манометров 6.

Подогреваясь в теплообменнике 7 до температуры 300–370 К для предотвращения выпадения конденсата, замерзания его в арматуре стенда и сопловых аппаратах турбин, воздух фильтруется повторно в фильтре 8. Температура воздуха замеряется датчиком температуры 9.



Принципиальная схема стенда

При превышении температуры воздуха более 390 К отключается электропитание ТЭНов. Далее воздух поступает на расходомерный участок с мерным соплом 12. Температура на входе регистрируется с помощью датчика температуры 11, входное давление – парой манометров 10. Перепад давления на входе и выходе расходомерного участка измеряется водяным дифманометром 13. Совокупность этих приборов и эмпирических коэффициентов сопла служит для нахождения удельного веса воздуха, проходящего через расходомерный участок для определения массового расхода.

Далее, для подачи воздуха в турбину необходимо понизить давление с 2,5 МПа до 0,2 МПа. Для этой цели в систему включена дроссельная шайба 14, после которой замеряется давление парой манометров 16 и температура датчиком температуры 15. После турбины давление воздуха замеряется парой манометров 17. Охлаждение подшипников турбины обеспечивается системой подвода и отвода воды 18.

Турбина передает крутящий момент на редуктор, имеющий передаточное число, равно 4. Далее редук-

тор передает момент вращения на динамометр. Динамометр обладает встроенным датчиком частоты вращения и весовым устройством, служащим для измерения момента вращения.

В итоге, составляется протокол испытаний, по которому строятся графические зависимости КПД и мощности турбины от перепада давления на турбине и коэффициента, характеризующий угол входа потока на лопатки турбины.

Библиографические ссылки

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

© Гайнутдинов А. В., Каменюк О. В.,
Останина Н. Г., 2014

УДК 621.45.046.4

Э. Е. Глушкова, Я. Ю. Бакулин
 Научный руководитель – В. Ю. Журавлев
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ ГРАНИЦ ЗОНЫ ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО РАЗДЕЛИТЕЛЯ ТОПЛИВНОГО БАКА РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Проведены исследования пластического деформирования материала диафрагмы-разделителя топливного бака ракетного двигателя. Проанализирована зависимость потери устойчивости оболочки от величины нагрузки.

Для гарантированного запуска и работы двигателя в условиях невесомости необходимо обеспечить бесперебойную подачу компонента в жидкостный ракетный двигатель. При попадании газовых пузырей в топливные магистрали дальнейшая стабильная работа двигателя невозможна. Подача компонентов в жидкой фазе, разделение жидкой и газообразной фаз обеспечивается механическим способом. Для решения данной задачи применяются металлические пластически выворачивающиеся разделители, вытесняющие компонент из бака.

Выворачивающиеся металлические разделители обеспечивают долговечность конструкции при контакте с химически-активными компонентами топлива, они просты в конструктивном выполнении, технологичны, их весовые характеристики близки к бакам с неметаллическими разделителями.

Наиболее выгодной формой разделителя для топливных баков является гладкий выворачивающийся разделитель с монотонным изменением угла наклона образующей с запланированной начальной отбортовкой. Такой разделитель наиболее полно удовлетворяет всем основным требованиям, предъявляемым к разделителям топливных баков КА. Соединение разделителя с материалом бака сваркой прочно и герметично. Разделитель при небольших энергозатратах на вытеснение позволяет практически полностью вытеснить компонент из бака.

Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния оболочек при пластическом деформировании и больших перемещениях сопряжено с большими трудностями, поскольку уравнения, описывающие геометрические и силовые факторы имеют большое количество произвольно задаваемых параметров. С усложнением оболочек и появлением неоднородностей, связанными с усилением ребрами жесткости трудности расчета резко возрастают [1]. В этом случае на первый план выходят численные методы.

Для уточнения границ зоны пластического деформирования оболочки была построена 3D модель разделителя (рис. 1) и проведены исследования его напряженно-деформированного состояния в начальном положении с помощью пакета SolidWorks Simulation. Разделитель представляет собой тонкостенную оболочку вращения, состоящую из трех участков: полусферического, цилиндрического и торового в качестве зоны начальной отбортовки для задания начальной формы пластического деформирования.



Рис. 1. Разделитель топливного бака

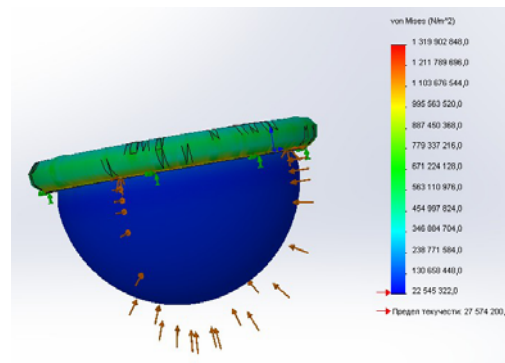


Рис. 2. Распределение напряжений в оболочке

В результате анализа (рис. 2) было проведено уточнение границ зон пластического деформирования торового участка разделителя, за счет которого и происходит вытеснение компонента [2].

При выворачивании разделителя представляет опасность его потеря устойчивости, особенно на цилиндрическом участке. Изменяя длину цилиндрического участка была определена его допускаемая длина, обеспечивающая исключение потерю устойчивости оболочки при работе.

Библиографические ссылки

1. Новожилов В. В., Черных К. Ф., Михайловский Е. И. Линейная теория тонких оболочек, Л. : Политехника, 1991. 656 с. : ил.
2. Феодосьев В. И. Сопротивление материалов : учеб. для вузов. 10-е изд., перераб. и доп. М. : Изд-во МГТУ, 2000. 592 с.

© Глушкова Э. Е., Бакулин Я. Ю., 2014

УДК 62-53

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

КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МЕХАНИЗМА ШАРНИРНОГО ПОДВЕСА КАМЕРЫ ЖРД

Представлен кинематический анализ механизма подвеса камеры ЖРД, а также отклонения ракеты от заданной траектории при повороте камеры. Приведен вывод на основе полученного анализа о наиболее выгодном расположении отклоняющего механизма.

Для управления вектором тяги, в ДУ первой ступени используется метод отклонения камеры в карданном подвесе, который обеспечивает поворот в двух наиболее важных моментах – тангажа и рысканья. Чтобы успешно отклонить ракету в заданную сторону, используются телескопический механизм, закрепленный на боковой рубашке сопла [1].

Рассмотрим силы, действующие на ракету в полете через земную атмосферу.

Основными силами, определяющими движение центра масс ракеты, являются: сила тяги (равнодействующая всех реактивных сил, создаваемая агрегатами двигателя), собственный вес ракеты, аэродинамические силы (характеристика свойств атмосферы) и силы на управляющих органах (создаются различными механизмами для отклонения ракеты по осям тангажа, крена и рысканья) [2].

Все перечисленные выше силы приводят к центру масс ракеты.

Принцип расчета:

Для кинематического анализа влияния сил, действующих на ракету, рассмотрим изменения в движении ракеты, вызываемые отклонением двигателя.

$$F_x = F \cdot \cos \alpha \text{ – потеря силы}$$

$$F_y = F \cdot \sin \alpha \text{ – по проекции этой силы задаем момент } M_{ш}, \text{ отклоняющий вектор } P.$$

$$M_{ш} = F_y \cdot r_x = I \cdot \frac{\omega}{t} = I \cdot \frac{Y}{t^2} \Rightarrow$$

$$\gamma = \frac{F_y \cdot r_x \cdot t^2}{I} = \frac{F \cdot \sin \alpha \cdot r_x \cdot t^2}{I},$$

где I – момент инерции.

Принимая $\gamma = \text{const}$, найдем отклонение ракеты от оси X относительно центра масс ракеты.

Аналогично тяга двигателя раскладывается по осям X и Y , но нас опять интересует только составляющая по оси Y :

$$\beta = \frac{P_y \cdot r_x \cdot t^2}{I_p} = \frac{P \cdot \sin \gamma \cdot r_x \cdot t^2}{I_p},$$

где I_p – момент инерции ракеты.

Согласно закону Ньютона произведение массы ракеты M на тангенциальное ускорение $a = \frac{du}{dt}$ рано

проекции сил на касательную к траектории. В итоге получаем:

$$M \cdot a = P \cdot \cos \gamma - X - G \cdot \cos \beta,$$

$$U = \frac{(P \cdot \cos \gamma - X - G \cdot \cos \beta) \cdot t}{M}$$

– скорость ракеты в данный момент времени t .

Проанализировав, мы получили формулы изменения угла отклонения двигателя от времени и силы, угла отклонения ракеты от времени и тяги, а также изменение тангенциальной скорости и ускорения от обеих углов поворота. Аналитически, можно сказать, что чем ближе механизм отклонения будет ближе к оси поворота, тем меньше нужно будет затратить сил на этот поворот. Направление приложения силы также зависит от эффективности приложения, идеальным нужно считать положение перпендикулярное потоку в камере сопла.

Библиографические ссылки

1. Феодосьев В. И. Основы техники ракетного полета. М. : Наука, 1979. 396 с.
2. Конструкция и проектирование жидкостных ракетных : учебник для студентов вузов / Г. Г. Гахун, В. И. Баулин и др. М. : Машиностроение, 1989. 424 с.

© Ерисов А. А., Торгашин А. С., 2014

УДК 621.45.015

О. В. Каменюк, А. В. Гайнутдинов, Н. Г. Останина
 Научный руководитель – В. П. Назаров
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПРОГРАММЫ РАСЧЕТА ОТКЛОНЕНИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА

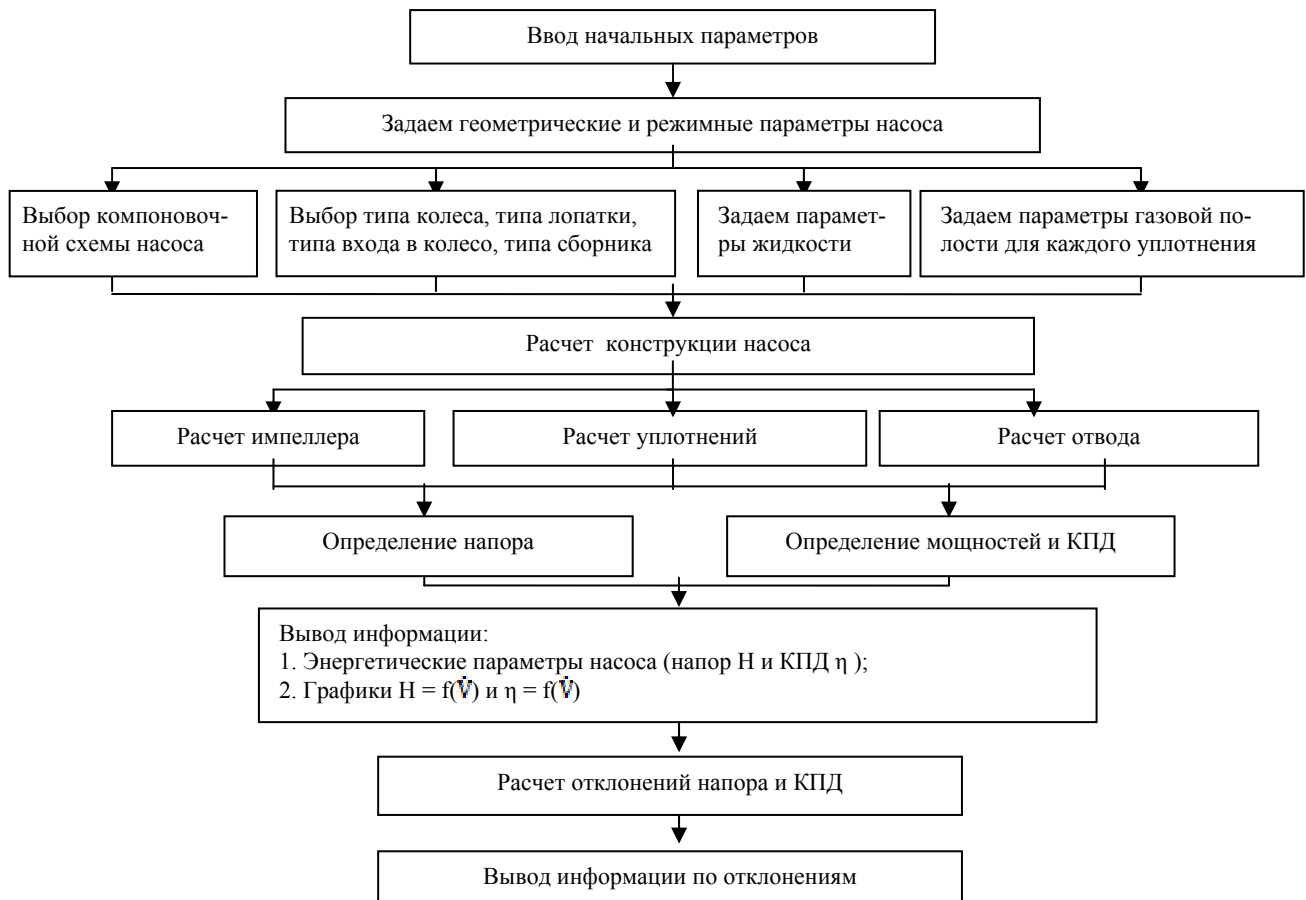
Предложен алгоритм программы для расчета отклонений энергетических параметров центробежного насоса.

Повышение качества выпускаемой продукции при серийном производстве связано с совершенствованием технологических процессов изготовления, сборки и испытаний насосов. Особенно важно добиваться стабильности основных контролируемых параметров насоса: напора и КПД. Задача их стабилизации может быть решена путем повышения точности изготовления и сборки основных влияющих элементов, а также путём повышения точности определения необработанных параметров при испытании методики обработки результатов испытаний.

Не менее актуальной является и обратная задача, суть которой заключается в определении отклонений основных энергетических характеристик при известных или заданных отклонениях конструктивных и режимных параметров насосов.

В связи с поставленной задачей разработан алгоритм программы расчета отклонений энергетических параметров центробежного насоса.

Исходными данными для расчета являются геометрические и режимные параметры насоса (параметры, характеризующие геометрические размеры проточной части насоса и условия гидродинамических испытаний [1]), физические свойства жидкости (плотность, кинематическая вязкость). Здесь же выбираются компоновочная схема, тип рабочего колеса, тип лопатки и т. д. На основе этих данных производится расчет конструкции насоса (рассчитываются импеллер, уплотнения и отвод, определяется расход утечек) и находятся энергетические параметры насоса (напор и КПД) [2].



Алгоритм программы расчета отклонений энергетических параметров центробежного насоса

Полученные значения служат отправным пунктом для расчета отклонений энергетических параметров. Их расчет основан на решении уравнений, определяющих функциональную зависимость величин напора и КПД от исследуемых факторов (геометрических и режимных параметров насоса). Уравнения отклонений в дифференциальной форме имеют следующий вид [3]:

$$\delta H = \pm \sqrt{\left(\frac{\partial H}{\partial D_2} \frac{D_2}{H} \delta D_2\right)^2 + \left(\frac{\partial H}{\partial b_2} \frac{b_2}{H} \delta b_2\right)^2 + \dots + \left(\frac{\partial H}{\partial \dot{V}} \frac{\dot{V}}{H} \delta \dot{V}\right)^2 + \left(\frac{\partial H}{\partial \omega} \frac{\omega}{H} \delta \omega\right)^2},$$

$$\delta \eta = \pm \sqrt{\left(\frac{\partial \eta}{\partial D_2} \frac{D_2}{\eta} \delta D_2\right)^2 + \left(\frac{\partial \eta}{\partial b_2} \frac{b_2}{\eta} \delta b_2\right)^2 + \dots + \left(\frac{\partial \eta}{\partial \dot{V}} \frac{\dot{V}}{\eta} \delta \dot{V}\right)^2 + \left(\frac{\partial \eta}{\partial \omega} \frac{\omega}{\eta} \delta \omega\right)^2}.$$

В процессе расчета отклонений определяются коэффициенты влияния соответствующих факторов на изменение энергетических характеристик насоса:

$$A_{D_2} = \frac{\partial H}{\partial D_2} \frac{D_2}{H}, \quad A_{b_2} = \frac{\partial H}{\partial b_2} \frac{b_2}{H}, \quad \dots, \quad A_{\omega} = \frac{\partial H}{\partial \omega} \frac{\omega}{H},$$

$$B_{D_2} = \frac{\partial \eta}{\partial D_2} \frac{D_2}{\eta}, \quad B_{b_2} = \frac{\partial \eta}{\partial b_2} \frac{b_2}{\eta}, \quad \dots, \quad B_{\omega} = \frac{\partial \eta}{\partial \omega} \frac{\omega}{\eta}.$$

По данным коэффициентам можно судить о степени влияния этих факторов на отклонения энергетических параметров и выделять факторы сильного и слабого влияния.

На этом алгоритм расчета заканчивается.

В дальнейшем планируется осуществить математическую реализацию данного алгоритма в виде программы расчета и провести ее отработку на статистических данных испытаний насосов, находящихся в серийном производстве. Составленная программа модельных гидродинамических испытаний позволит рассчитывать отклонения энергетических параметров насоса с достаточной точностью, не прибегая к самим испытаниям. Таким образом, в будущем количество гидравлических испытаний центробежных насосов можно будет уменьшить, что позволит сократить технологический цикл производства центробежных насосов и снизить затраты на их изготовление.

Библиографические ссылки

1. Яременко О. В. Испытания насосов : справ. пособие. М. : Машиностроение, 1976. 225 с.
2. Теория и расчет агрегатов питания жидкостных ракетных двигателей. 3-е изд., перераб. и доп. М. : Машиностроение, 1986. 376 с., ил.
3. Технология сборки и испытаний насосов жидкостных ракетных двигателей : учеб. пособие / М. В. Краев, В. П. Назаров, Л. П. Назарова, Б. Ф. Оратынский ; под общ. ред. проф. М. В. Краева ; Сиб. аэрокосмич. акад. Красноярск, 1993. 104 с.

© Каменюк О. В., Гайнутдинов А. В., Останина Н. Г., 2014

УДК 621.45

Е. Д. Коваленко, А. И. Лебедева

Научный руководитель – *В. П. Назаров*

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

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ФОРМООБРАЗОВАНИЯ КРИТИЧЕСКОГО СЕЧЕНИЯ КАМЕРЫ РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ

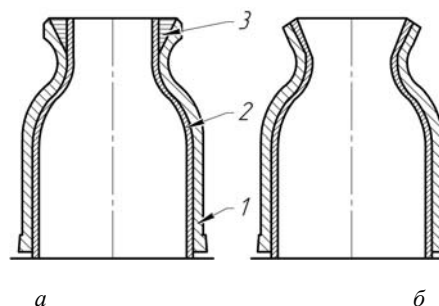
Рассмотрены основные технологические методы формообразования критического сечения камеры ракетного двигателя методами пластической деформации.

Формообразование критического сечения камеры является ответственной технологической операцией. В современных конструкциях используется формообразование методами пластической деформации. Главным преимуществом этих методов является отсутствие остаточных деформаций.

Используются в основном два способа пластической деформации:

- набором жестких пуансонов;
- эластичным пуансоном.

Первый метод заключается в том, что развальцовка производится на гидравлическом прессе или непосредственно гладким коническим пуансоном, который имеет некоторое осевое перемещение.



Блок камеры ракетного двигателя:
 а – до начала формообразования критического сечения;
 б – после формообразования критического сечения.
 1 – наружная оболочка; 2 – внутренняя стенка;
 3 – ленты припоя

Недостатками данного метода являются:

- неблагоприятное сочетание допусков линейных, радиальных и угловых размеров сопрягаемых участков внутренней и наружной оболочек камеры;
- большое количество переходов от 7 до 9.

К достоинствами этого метода можно отнести:

- простота оборудования;
- простота расчета.

Метод пластической деформации с использованием эластичного пуансона является более экономически выгодным, так же к его достоинствам можно отнести то, что во-первых развальцовка ведется за один переход [2].

Во-вторых в процессе развальцовки учитываются геометрические особенности сопрягаемых оболочек и наконец, отсутствуют следы развальцовки и отклонения формы.

Сложная форма оболочки с элементами двойной кривизны может быть получена по варианту локального действия деформирующего усилия с последующим распространением зоны деформации вдоль оси до полного формообразования по профилю. Требуемое распределение давления по полотну стенки обеспечивается специальной конструкцией матрицы.

Предлагаемая технология позволила исключить деформацию профиля фрезерованных ребер и сечения каналов стенки в районе критического сечения, стабилизировать гидравлические характеристики охлаждающего тракта камер, гарантировать стабильную прочность паяных швов выше прочности материала стенки за счет обеспечения оптимальных паяльных зазоров. На развальцованной поверхности отсутствуют кольцевые и продольные отклонения формы от расчетного газодинамического профиля [3].

В качестве материала для эластичного пуансона рекомендуется выбирать полиуретан, так как он характеризуется соответствующими физико-механическими параметрами, а именно:

- полиуретан имеет очень большой запас прочности;
- гарантирует поджатие под пайку внутренней стенки камеры к наружной;

– допускает давление при штамповке до 1 000 кг/см².

При разработке технологического процесса рекомендуется использовать полиуретан марки СКО-47Л [1].

Допустимая величина развальцовки в случае если материал внутренней оболочки-бронза:

$$\Delta d = 2\Delta r = (0,4 \dots 0,45) d_{кр};$$

если материал внутренней оболочки – сталь:

$$\Delta d = (0,15 \dots 0,2) d_{кр};$$

твердость полиуретана определяется по Шару:

$$Hsh = 1,5t^* \sigma B.$$

Высота пуансона: $50 * h$, где h – высота детали

Усилие развальцовки зависит от ряда факторов и приблизительно может быть вычислено по эмпирической формуле

$$P = 3t\sigma BF + (H - h) * fE/h,$$

где F – площадь заготовки до деформации; f – поверхность пуансона; E – модуль упругости полиуретана; = 500–700 кг/см².

Выбор варианта технологии обусловлен конкретной конструкцией камеры, герметическими параметрами и конфигурацией развальцовываемой зоны.

Сопоставив оба метода формообразования критического сечения камеры ракетного двигателя делаем вывод, что технология с использованием полиуретана обеспечивает снижение экономических затрат и уменьшения трудоемкости.

Библиографические ссылки

1. Справочник металлста. В 5 т. Т. 4 / под ред. М. П. Новикова, П. Н. Орлова. М. : Машиностроение, 1977.
2. Назаров В. П., Савва Л. Б. Технология формообразования сложных оболочек с использованием полиуретана // Тез. докл. III Российско-китайского семинара по аэрокосмич. технике ; Сиб. аэрокосмич. акад. Красноярск, 1944. 106 с.
3. URL: www.freepatent.ru/MPK/F/F02/F02K/F02K9/F02K962.

© Коваленко Е. Д., Лебедева А. И., 2014

УДК 629

А. А. Ковьяров, П. А. Дубынин, А. Н. Кондратьев
 Научный руководитель – *В. П. Назаров*

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

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РДТТ В СОСТАВЕ ДВИГАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК КА

Рассмотрены особенности и возможности применения ракетных двигателей твердого топлива в составе двигательных установок космических аппаратов.

Ракетные двигатели твердого топлива (РДТТ) получили широкое применение в двигательных установках космических аппаратов (КА) [1–9], благодаря целому ряду конструктивных и эксплуатационных преимуществ, к которым можно отнести:

- относительная простота конструкции по сравнению с другими типами РД;
- сравнительно невысокая стоимость в условиях серийного производства;
- удобство в эксплуатации;
- постоянная готовность к запуску;

– надежность и безотказность.

К выше сказанному следует добавить, что помимо достоинств есть и недостатки, в связи с которыми ограничиваются области применения данного типа двигателя:

– более низкие энергетические характеристики современных твердых ракетных топлив по сравнению с другими ракетными топливами и соответственно более низкий удельный импульс РДТТ;

– сложность регулирования тяги по величине и направлению;

– трудность осуществления многократности запуска РДТТ;

– значительное влияние начальной температуры заряда на давление в камере РДТТ и время его работы, что увеличивает разброс выходных параметров РДТТ.

Твердотопливный ракетный двигатель использует в качестве топлива твердое горючее и окислитель. Почти все современные космические РДТТ содержат заряды, изготовленные; из перхлората аммония, алюминия и полимеров бутадиена. С целью увеличения удельного импульса как в смесевые, так и в модифицированные двухосновные топлива могут вводиться сильно взрывчатые кристаллические окислители: гексоген $(\text{CH}_2\text{NNO}_2)_3$, октоген $(\text{CH}_2\text{NNO}_2)_4$. Твердотопливные энергетические установки, используются в качестве двигателей систем межорбитального маневрирования, стабилизации и прекращения вращения, разделения ступеней, отделения полезной нагрузки, съема и увода головных обтекателей, систем аварийного спасения экипажей пилотируемых космических аппаратов, мягкой посадки, тормозных двигательных установок для доставки на Землю спускаемых аппаратов и для выполнения других задач. Корпус РДТТ представляет собой прочный сосуд цилиндрической, сферической или другой формы, изготовленный либо из металла (сталь, реже – титановый и алюминиевый сплавы), либо из пластика.

РДТТ, установленные на КА семейства «Союз», в течение нескольких десятилетий успешно выполняют задачи по торможению и спуску на Землю полезных грузов или их составных частей, установленных на низкоорбитальных КА различного назначения обеспечивая посадку спускаемых аппаратов с высокой точностью на минимальном по площади полигоне посадки. Это достаточно сложные технические системы, оснащенные устройствами управления вектором тяги, специальными пусковыми двигателями, обеспечивающие повышенную надежность воспламенения заряда в условиях глубокого вакуума. Мы провели сравнительный анализ использования РДТТ в качестве вспомогательных ДУ, использующихся на ИСЗ и межпланетных КА и установили, что:

В отечественных КА РДТТ преимущественно используется для корректировки орбиты и торможения, данные выводы сделаны на основе изучения КА «Марс-2», «Марс-3», «Марс-5» и «Марс-6». В зарубежных же КА, напротив, из-за широко развитой химической промышленности большое распространение получило использование РДТТ в роли маршевых ДУ.

При посадке космических кораблей «Меркурий» и «Джемини» твердотопливные двигатели обеспечивали их сход с околоземной орбиты на траекторию спуска. Тормозная, установка «Джемини» состояла из четырех РДТТ. При сгорании топлива развивалась тяга около 11 кН. В отличие от «Меркурия» на «Джемини» тормозные РДТТ включались не одновременно, а последовательно – один за другим. Дальнейшее применение РДТТ в космонавтике во многом зависит от того, удастся ли разработать приемлемые методы и средства для осуществления многократного выключения-включения РДТТ в полете и регулирования величины тяги. Быстродействие РДТТ, сочетающееся с другими положительными качествами, привлекает к этим двигателям особое внимание разработчиков реактивных систем управления траекторией полета и пространственным положением КА. Однако двигатели этих систем должны включаться многократно – до многих сотен тысяч раз, например, для связных спутников Земли, рассчитанных на несколько лет работы.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что данный тип двигателя актуален и необходим в космической промышленности. Обладая рядом достоинств, он существует уже много времени и постоянно модернизируется, расширяя выполняемый им спектр задач. Приведенные рассуждения в значительной мере объясняют широкое применение РДТТ в космонавтике. В пользу РДТТ говорит и то обстоятельство, что при освоенном типе твердого топлива, включая технологию изготовления из него заряда, двигательная установка с РДТТ может быть создана в более короткие сроки, с меньшими затратами средств и, как говорят, с «меньшим риском», чем установка с ЖРД той же тяги.

Библиографические ссылки

1. Виницкий А. М. Ракетные двигатели на твердом топливе. М. : Машиностроение, 1973. 19–20 с.
2. Алемасов В. Е., Дрегалин А. Ф., Тишин А. П. Теория ракетных двигателей. М. : Машиностроение, 1980. С. 389–398.
3. Орлов Б. В., Мазинг Г. Ю. Термодинамические и баллистические основы проектирования ракетных двигателей на твердом топливе. М. : Машиностроение, 1968. С. 279–283.
4. Баррер М., Жомотт А., Вебек Б. Ф., Ванденкеркхове Ж. Ракетные двигатели. М. : Оборонгиз, 1962. 141 с.
5. Лавров Л. Н. Конструкции ракетных двигателей на твердом топливе. М. : Машиностроение, 1993. 215 с.
6. Фахрутдинов И. Х. Конструкция и проектирование ракетных двигателей твердого топлива. М. : Машиностроение, 1987. 328 с.
7. URL: <http://wmpnt.narod.ru/tt13.htm>.
8. URL: http://www.ereading.ws/chapter.php/127471/1/Prishchepa_Kosmicheskie_tverdoplivnye_dvigateli.html.
9. URL: <http://modernjetaircraft.com/?p=62>.

© Ковьяров А. А., Дубынин П. А., Кондратьев А. Н., 2014

УДК 620.91

Г. В. Кочкина

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

СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОПОРОШКОВ

Рассмотрены основные способы и устройства получения нанопорошков.

В последнее время значительное внимание уделяется новому классу материалов – ультрадисперсным порошкам химических соединений, называемых нанопорошками (НП). Они представляют собой сверхмелкозернистые кристаллические или аморфные образования с размерами, не превышающими 100 нм ($1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$). Интерес к ним связан: 1) с проявлением веществ в нанокристаллическом состоянии особых свойств (магнитных, оптических и др.), не характерных для объемных материалов, обусловленных проявлением квантовых эффектов; 2) уменьшение размеров кристаллитов – традиционный способ улучшения таких свойств материала, как каталитическая активность, активность в твердофазных реакциях, процессах спекания.

Существует более 20 способов получения НП [1] и их условно можно разбить на четыре группы: 1) путем химических реакций в растворе или газовой фазе получают молекулярные кластеры; 2) конденсацией в газовой фазе путем первоначального испарения получают газофазные кластеры; 3) в результате протекания твердотельных химических реакций или имплантации ионов возникают твердотельные кластеры; 4) путем нуклеации из растворов и расплавов или путем золь-гель превращений получают коллоидные кластеры.

Метод плазмохимического синтеза, как способ получения НП [2], по своим технологическим возможностям и технико-экономическим показателям является наиболее перспективным из известных способов. Его основными достоинствами являются: возможность переработки любого сырья, включая и самого тугоплавкого; высокая производительность; малая инерционность; непрерывность процесса. Особенно важным является тот факт, что этот способ позволяет [3] управлять размерами частиц, формирующихся в

потоках плазмы по различным макромеханизмам: пар – жидкость – кристалл и пар – кристалл.

Порошки металлов в ультрадисперсном состоянии получают в результате восстановления их оксидов водородом, углеродом или конвертированным газом. Кроме того, ультрадисперсные порошки металлов получают восстановлением хлоридов металлов водородом, перекоденсацией массивных порошков. Частицы НП имеют субмикрочристаллические размеры вследствие того, что они кристаллизуются из газовой фазы с высокой скоростью. Коагуляция частиц не происходит из-за малой продолжительности их нахождения в плазмотроне.

Другая технология получения НП – метод электрического взрыва проводника (ЭВП), при котором материал проводника в виде проволоки при прохождении по нему мощного импульса тока разрушается, в результате чего образуются ультрадисперсные частицы [4]. ЭВП – неравновесный процесс, при котором под действием импульсного электрического тока проводник диспергируется, и продукты взрыва перемешиваются с окружающей средой. Достоинствами электровзрывной технологии являются: регулирование свойств конечных продуктов электровзрыва с помощью электрических параметров, низкие энергозатраты – менее 10 кВт·час/кг, достаточно высокая производительность – до 50 г/час по алюминию и до 300 г/час по вольфраму, при этом тугоплавкость металлов не имеет значения. Полученные таким способом НП обладают рядом преимуществ: устойчивы к окислению и спеканию при комнатной температуре, при нагревании характеризуются высокой химической и диффузионной активностью. На рис. 1 представлена схема установки УДП-5 для получения порошков металлов, сплавов и химических соединений.

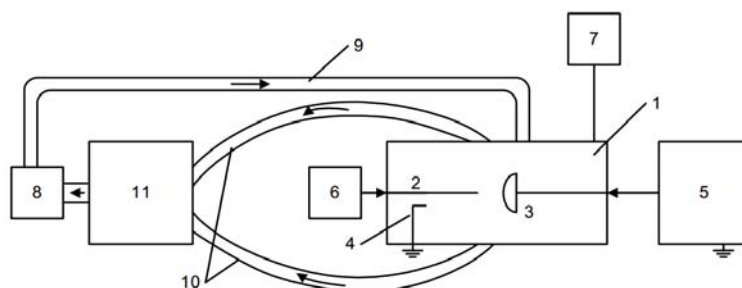


Рис. 1. Схема установки УДП-5:

- 1 – реактор, 2 – взрываемая проволока, 3 – высоковольтный электрод, 4 – заземленный электрод,
5 – источник импульсов напряжения, 6 – механизм подачи проволоки с узлом деформации,
7 – система подачи газа в реактор, 8 – вентилятор, 9 – трубопровод для возврата газа в реактор,
10 – трубчатые газоотводы, 11 – узел отделения газа и сбора порошка

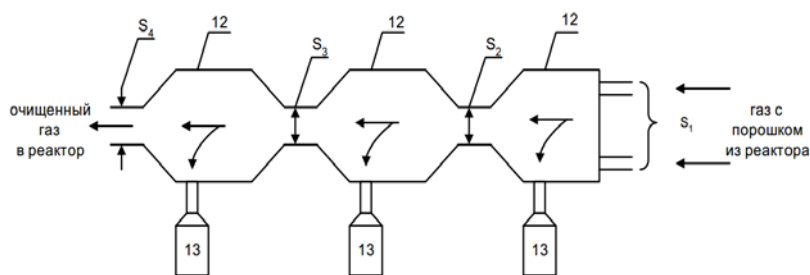


Рис. 2. Узел отделения газа и сбора порошка:
12 – расширители, 13 – накопители порошка

Основной особенностью является то, что система циркуляции газа и сбора порошка выполнена в виде трубчатых газоотводов, которые подсоединены одними концами к реактору напротив межэлектродного промежутка, а другими – к узлу отделения газа и сбора порошка. В трубчатых газоотводах происходит процесс гашения ударной волны. Узел отделения газа и сбора порошка (рис. 2) позволяет осуществить сепарацию частиц по размерам.

Библиографические ссылки

1. Суздаев И. П., Суздаев П. И. Нанокластеры и нанокластерные системы. Организация, взаимодействие, свойства // Успехи химии. 2001. № 70 (3). С. 203–240.

2. Колесников А. В., Крушенко Г. Г., Фильков М. Н. Применение ультрадисперсных порошков для повышения качества деталей машин и механизмов. Алма-Ата : КазНИИНТИ, 1991. 72 с.

3. Возможности плазменного синтеза для получения ультрадисперсных порошков, в том числе с предельно малыми размерами частиц / Ю. В. Цветков, Н. В. Алексеев, А. В. Самохин и др. // Физикохимия ультрадисперсных систем : Матер. IV Всерос. конф. М. : МИФИ, 1998. С. 55–56.

4. Назаренко О. Б. Процессы получения нанодисперсных тугоплавких неметаллических соединений и металлов методом электрического взрыва проводников. Томск : Изд-во ТПУ. 2006. 39 с.

© Кочкина Г. В., 2014

УДК 621.438:621.675.001.2

А. М. Лукишин, Н. С. Шогин
Научный руководитель – *Д. А. Жуйков*
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РЕЖИМЫ ТЕЧЕНИЯ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ У ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ДИСКА В КОРПУСЕ

Рассмотрены режимы течения в боковых пазухах у диска, вращающегося в корпусе энергоустановок двигателей летательных аппаратов. Приведены зависимости для определения границ существования режимов течения.

В теории турбомашин задача о течении у вращающегося диска занимает особое положение, поскольку значительная доля механических потерь в насосах и турбинах относится к так называемым дисковым потерям [1]. Корректное определение потерь является важной задачей при создании современных математических моделей турбомашин различного назначения. Коэффициенты потерь в основном зависят от числа Рейнольдса, который определяет режим течения и характеризует соотношения сил инерции и внутреннего трения (т. е. сил вязкости) при вынужденном течении рабочей жидкости.

Рабочие колеса в центробежных насосах и турбинах обычно вращаются в довольно узких кожухах, ширина которых мала по сравнению с радиусом диска. Использование приближения свободного вращающегося диска приводит к большим погрешностям в случае малых зазоров между статором и ротором.

Течение вязкой сжимаемой жидкости индуцировано вращением диска радиуса b с постоянной угловой скоростью w вокруг оси, перпендикулярной к плоскости диска (рис. 1). В зависимости от относительной величины зазора $G = s/b$ между корпусом (статор) и диском (ротор) и числа Рейнольдса $Re_w = wb^2/\nu$, вычисленным по угловой скорости вращения ω и радиуса диска b , выделяется четыре характерных режима течения [2] (рис. 2).

Режим I соответствует достаточно малым зазорам, когда толщины ламинарных пограничных слоев на статоре и роторе составляют около полуширины продольного размера полости (пограничные слои на статоре и роторе сливаются), а действие вязких сил распространяется на всю расчетную область. При этом окружная скорость в промежутке между вращающимся

ся диском и стенками неподвижного корпуса распределяется так же, как и в течении Куэтта [3].

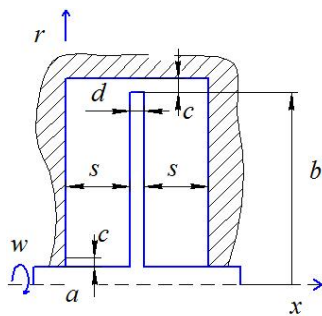


Рис. 1. Геометрия расчетной области

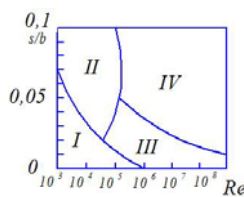


Рис. 2. Режимы течения в полости с вращающимся диском

При большой ширине щели между статором и ротором течение в полости имеет существенно иной характер.

В режиме II ламинарные пограничные слои на статоре и роторе разделяются слоем жидкости, в котором влияние вязкости является достаточно малым. Между пограничными слоями находится слой жидкости, который вращается с угловой скоростью, приблизительно равной половине угловой скорости вращения диска. В отличие от режима I, тангенциальная скорость в ядре потока не зависит от осевой координаты, а радиальная скорость практически равняется нулю. Жидкость в пограничном слое диска отбрасывается под действием центробежной силы наружу, а в пограничном слое на поверхности неподвижного корпуса наоборот, движется к центру.

Режимы III и IV эквивалентны режимам I и II за тем исключением, что пограничные слои на статоре и роторе являются турбулентными.

В режимах II и IV основной вклад в изменение скорости движения жидкости вносят слои Экмана, образующиеся на стенках, ортогональных к оси вращения.

Толщина слоя, увлекаемого вращающимся диском, не зависит от радиальной координаты $\delta \sim (v/w)^{1/2}$ [4] (толщина пограничного слоя определяется как расстояние от диска, на котором тангенциальная составляющая скорости составляет около 5 % от скорости на его поверхности). В то время как в ламинарном режиме толщина пограничного слоя постоянна вдоль радиуса, в турбулентном потоке (при $Re_w = 3 \cdot 10^5$) она увеличивается по мере удаления от оси вращения и оценивается как $\delta = 0,526r^{2/5} (v/w)^{1/5}$ [5]. Для тол-

щины экмановского слоя имеется оценка $\delta \sim \frac{u_*}{2w}$ [3],

где u_* – динамическая скорость; $2w$ – параметр Кориолиса. Нетрудно показать, что граница между режимами I и II удовлетворительно описывается зависимостью $G Re_w^{1/2} = 2,24$, а граница между режимами III и IV – зависимостью $G Re_w^{1/5} = 0,5$ (рис. 2).

Толщина пограничного слоя на роторе и статоре увеличивается при увеличении радиуса. Средняя тангенциальная скорость в ядре потока уменьшается от 48% до 38% от угловой скорости вращения диска при увеличении относительной ширины полости от 0,025 до 0,3 при фиксированном числе Рейнольдса.

Разделение структуры течения на четыре режима довольно условно, поскольку ламинарный и турбулентный режимы течения могут сосуществовать [6].

Для системы статор-ротор критическое число Рейнольдса оказывается несколько меньшим ($G Re_w^* = 1,5 \cdot 10^5$), чем для свободного вращающегося диска ($G Re_w^* = 2,8 \cdot 10^5$) [4; 7], а турбулизация течения начинается около поверхности статора [6].

Для свободного вращающегося полированного диска точка перехода соответствует значению $\left(\frac{r}{b}\right)^2 G Re_w = 3,1 \cdot 10^5$, а полностью развитое турбу-

лентное течение возникает при $\left(\frac{r}{b}\right)^2 G Re_w > 7 \cdot 10^4$ [4]. Течение становится полностью турбулентным при [7; 8].

$$Re_w > \begin{cases} 3,87 \cdot 10^2 G^{-\frac{10}{9}}, & \text{если } G < 0,0111, \\ 6,97 \cdot 10^6 G^{\frac{16}{15}}, & \text{если } 0,0111 \leq G \leq 0,0233, \\ 1,26 \cdot 10^5, & \text{если } G > 0,0233. \end{cases}$$

Таким образом, определение режимов течения в боковых пазухах у диска, вращающегося в корпусе энергоустановок является важной задачей при расчете энергетических потерь двигателей летательных аппаратов.

Библиографические ссылки

1. Овсянников Б. В., Краев М. В., Червяков В. В. Теория и расчет турбомашин : учеб. пособие ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2012. 224 с.
2. Волков К. Н., Емельянов В. Н. Течения и теплообмен в каналах и вращающихся плоскостях. М. : Физматлит, 2010. 488 с.
3. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. М. : Наука, 1974. 711 с.
4. Owen J. M., Roges R. H. Flow and heat transfer in rotating disc systems. Rotor-stator systems. Taunton : Research Studies Press, 1989.
5. Harmand S., Watel B., Desmet B. Local convective heat exchanges from a rotor facing a stator // Intern. J. of Thermal Sciences. 2000. Vol. 39, no 3. P. 404–413.

6. Djaoui M., Dymont A., Debuchy R. Heat transfer in a rotor-stator system with a radial inflow // Eur. J. of Mechanics. B/Fluids. 2001. Vol. 20, no 3. P. 371–398.

7. Daily J. W. Nece R. Chamber dimension effects on induced flow and frictional resistance of enclosed rotating discs // J. of Basic Engineering. 1960. Vol. 82. P. 217–232.

8. Kreith F. Convection heat transfer in rotating systems // Advances in Heat Transfer. 1968. Vol. 5. P. 129–251.

© Лукишин А. М., Шогин Н. С., 2014

УДК 621.45.015

М. А. Орешков, Т. А. Королева
 Научный руководитель – О. В. Каменюк
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

КИНЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ВЫДВИЖЕНИЯ СОПЛОВОГО НАСАДКА ЖИДКОСТНОГО РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Исследован выдвигной сопловой насадок жидкостного ракетного двигателя (ЖРД). Проанализированы кинематические характеристики механизма сопловой насадок ЖРД.

При создании перспективных ЖРД важнейшими задачами являются повышение энергетических характеристик и надежности, увеличение ресурса, обеспечение многозадачности, улучшение массовых характеристик. Одним из основных параметров, характеризующих степень совершенства ракетного двигателя, является удельный импульс.

Для достижения максимально возможной величины удельного импульса чрезвычайно актуальным становится вопрос дальнейшего совершенствования внутрикамерных процессов. Например, увеличение удельного импульса может быть достигнуто увеличением степени расширения сопла камеры ЖРД.

Изобретение выдвигной сопловой насадок позволяет решить данный вопрос. На данный момент выяснено, что выдвигной сопловой насадок дает возможность решать следующие задачи [1]:

- сокращение габаритов ракеты (уменьшение длины и массы);
- проведение наземных огневых испытаний для отработки раздвижки сопла без создания устройств, имитирующих высотные условия работы двигателя.

Немаловажной деталью в изобретении выдвигной сопловой насадок является то, из чего он изготовлен. А именно, из композиционных материалов (КМ) различных классов, прежде всего из углерод-углеродных (УУКМ) и углерод-керамических (УККМ). Применение выдвигной неохлаждаемой насадок из КМ позволит обеспечить высотные условия, уменьшить массу сопла (на 160 кг) и увеличить среднетраекторный удельный импульс (на 4...5 с) [2].

Однако во внедрении ЖРД с таким выдвигной насадком в производство существует ряд проблем, связанных с существенными недостатками данной разработки [3]:

- Наличие дополнительного зазора между днищем двигателя и торцами насадок для размещения рычажных механизмов;
- Значительные габаритные размеры звеньев рычажного механизма, соизмеримые с размерами насадок.

Поскольку функциональность двигателя в целом зависит от правильного кинематического анализа, то при решении проблем данной разработки нужно учесть все кинематические параметры.

Например, важной деталью является определение соответствующей скорости выдвигания сопловой насадок. Она не должна быть слишком большой, так как при такой скорости могут возникнуть ударные волны, мешающие правильному функционированию двигательной установки. Скорость выдвигания и не должна быть слишком медленной, так как вылетающий из среза сопла газ начнет попадать в пространство (зазор) между днищем двигателя и сопловой насадком. Следовательно, снизится удельный импульс двигателя. Именно поэтому скорость выдвигания сопловой насадок должна быть оптимальной (некой средней). Ее определение является важнейшей задачей при проектировании данного двигателя.

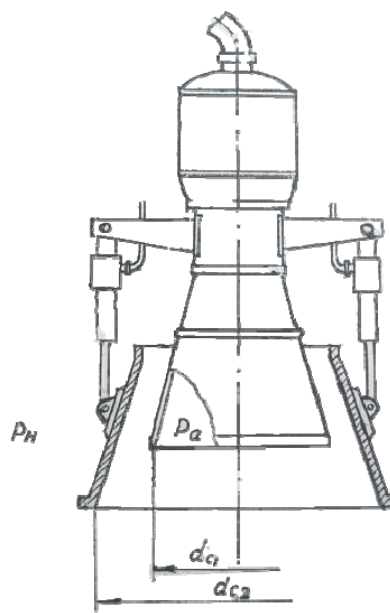


Схема выдвигания механизма сопловой насадок ЖРД

Для осуществления данной задачи нужна слаженность и надежность работы гидромеханических рулевых машин с телескопическим выдвиганием, обеспечивающих выдвигание соплового насадка (см. рисунок).

При этом необходимо учитывать силы трения, возникающие при выдвигании насадка. А принцип этого механизма состоит в телескопическом выдвигании рулевых машин под воздействием давления жидкости, а именно - горючего. Причем выдвигание должно происходить на высоте не меньше 10 км, где сопротивление внешней среды не такое значительное, как у поверхности. Своевременная подача давления во многом определяет успех в функциональности данного двигателя. Поэтому исследователям необходимо правильно рассчитать все кинематические параметры данной разработки.

Таким образом, чтобы внедрить в производство данный двигатель необходимо решить его главные проблемы. И чтобы их решить, необходимо провести

тщательный кинематический анализ механизмов выдвигания соплового насадка ЖРД (который будет учитывать все конструктивные особенности данной разработки), потому как от его проведения зависит функциональность всего двигателя, а значит и успех во внедрении разработки в эксплуатацию.

Библиографические ссылки

1. Сопловой насадок ракетного двигателя [Электронный ресурс]. URL: <http://www.findpatent.ru/patent/235/2353791.html>, свободный. Загл. с экрана.
2. Оправа для огня [Электронный ресурс]. URL: <http://engine.aviaport.ru/issues/02/page08.html>, свободный. Загл. с экрана.
3. Раздвижное сопло ракетного двигателя [Электронный ресурс]. URL: <http://www.findpatent.ru/patent/234/2345239.html>, свободный. Загл. с экрана.

© Орешков М. А., Королева Т. А., 2014

УДК 621.74.02

М. В. Резанова¹

Научный руководитель – Г. Г. Крушенко^{1,2}

¹Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

²Институт вычислительного моделирования СО РАН, Красноярск

ПОВЫШЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФИЗИЧЕСКИМИ СПОСОБАМИ НА ШИХТОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В результате воздействия на твердые шихтовые материалы деформационной, термической и ультразвуковой обработкой, рентгеновским облучением, а также многократного термоциклирования сплава в режиме «расплавление ↔ кристаллизация», установлен эффект повышения механических свойств алюминиево-кремниевых сплавов.

К настоящему времени накоплены многочисленные данные по передаче физико-механических характеристик, особенностей микро- и макроструктуры шихтовых материалов получаемых из них сплава. Базируясь на результатах ранних известных [1–6] и целого ряда других более поздних [7; 8] и современных работ [9; 10], которые постулируют существование связи свойств металлов и сплавов в твердом и жидком состоянии, нами проведены исследования по воздействию различными физическими методами на исходные шихтовые материалы с целью изучения их влияния на механические свойства ряда алюминиевых сплавов.

1. В результате предварительной термической обработки (12 час. при 540 °С, охлаждение в воде) алюминия разных марок с последующим их расплавлением и заливке в керамику механические свойства закристаллизованного металла возрастают по сравнению с нетермообработанным соответственно: алюминия марки А99 – временное сопротивление σ_b с 38 до 44 МПа (на 15,8 %), относительное удлинение δ – с 35,0 до 36,0 % (на 2,85 %); алюминия марки А5 – σ_b с 62 до 68 МПа (на 9,7 %), δ – с 26,1 до 31,0 % (на 18,8 %).

В результате приготовления алюминиево-кремниевых сплавов АК12 на предварительно термообработанных (12 час. при 540 °С, охлаждение в воде) алюминии А5 и кремнии Кр0 при заливке в керамику σ_b по сравнению со сплавом из нетермообработанных компонентов возрастает со 170 до 190 МПа (на 11,8 %), δ – с 11,0 до 14,5 % (на 31,8 %). По ГОСТ 1583–90: $\sigma_b \geq 150$ МПа, $\delta \geq 4,0$ %.

Подобные результаты были получены и на сплавах АК7ч, АК9ч, АК5М2, Мг6л и АК7Ц9 при разных режимах предварительной термообработки шихтовых материалов. При этом при приготовлении сплавов уменьшается расход модификаторов. Эффект термообработки шихты сохраняется при выстаивании расплава до 1 часа.

2. В результате предварительной ультразвуковой обработки при помощи генератора с магнитоотрицательным преобразователем и стальным волноводом (15 мин, резонансная частота 18 кГц, амплитуда 20 мкм, изгибная волна) темплетов силумина СИЛ0 толщиной 15 мм σ_b сплава АК7ч возросло при литье в кокиль по сравнению со сплавом на необработанном силумине со 190 до 205 МПа (на 8,0 %), δ – с 3,5 до 5,0 % (на 42,9 %). По ГОСТ 1583–89: $\sigma_b \geq 157$ МПа, $\delta \geq 2,0$ %.

3. В результате предварительной деформации темплетов силумина СИЛЮ ковкой в холодном состоянии ($\xi = 35-40$) σ_b приготовленного с его использованием сплава АК12 возрастает по сравнению с обычным сплавом со 190 до 235 МПа (прирост на 23,7%), $\delta - c$ 3,5 до 9,0% (в 2,6 раза).

4. В результате предварительной обработки темплетов силумина СИЛЮ00 путем импульсного ударного нагружения через промежуточный стальной диск, создаваемого взрывчатым веществом с давлением $P = 23 \cdot 10^3$ МПа, σ_b приготовленного с его использованием сплава АК12 возрастает по сравнению с обычным сплавом со 184 до 200 МПа (прирост на 8,7%), $\delta - c$ 9,5 до 10,8% (на 13,7%).

5. В результате предварительного термоциклирования сплава АК12 в режиме «плавка \leftrightarrow кристаллизация» по схемам $500 \leftrightarrow 20$ °С и $550 \leftrightarrow 20$ °С при количестве циклов 3; 5; 7 и 12 с выдержкой 10 мин. при высокой и низкой температуре, и охлаждением на воздухе или в воде, был установлен оптимальный режим ($500 \leftrightarrow 20$ °С, охлаждение после нагрева в воде; 3 цикла), при котором σ_b возросло по сравнению с нетермоциклированным сплавом со 145 до 194 МПа (на 33,8%), $\delta - c$ 3,3 до 6,7% (в 2 раза).

6. В результате предварительного жесткого рентгеновского облучения (вольфрамовый анод, длина волны $\lambda = 0,18436-0,21380$ Å, напряжение на рентгеновской трубке 300 кВ, сила тока 9 мА, длительность экспозиции 10 мин.) темплетов силумина СИЛЮ с последующим приготовлением на его основе сплава АК12 σ_b возросло по сравнению с обычным сплавом со 150 до 185 МПа (на 23,3%), $\delta - c$ 6,5 до 9,0% (в 1,4 раза).

Можно считать, что полученные результаты не только подтверждают наличие связи между твердым и жидким состоянием металлов и сплавов, но их можно использовать на практике в качестве технологий приготовления сплавов с повышенными механическими свойствами.

Библиографические ссылки

1. Gayler M. L. V. The undercooling of some aluminium alloys // The Journal of the Institute of Metals. 1927. Vol. 38. P. 157–194.
2. Данилов В. И. Строение и кристаллизация жидкостей. Киев : АН УССР, 1956. 568 с.
3. Bernal J. D. The Bakerian Lecture, 1962. The Structure of Liquids. Proceeding Royal Society Lond. Series A-Mathematical and physical sciences. 1964. July 28, Vol. 280. P. 299–322.
4. Есин О. А., Гельд П. В. Физическая химия пи-рометаллургических процессов. Ч. II. Взаимодействие с участием расплавов. М. : Metallurgia, 1966. 704 с.
5. Wilson J. R. The structure of liquid metals and alloys. Metallurgical Reviews. 01 January 1965. Vol. 10. Issue 1. P. 381–590.
6. Баум Б. А. Металлические жидкости – проблемы и гипотезы. М. : Наука, 1979. 120 с.
7. Попель П. С. и др. Явление структурной наследственности с точки зрения коллоидной модели микрогетерогенного строения металлических расплавов // Цветные металлы. 1992. № 9. С. 53–56.
8. Соловьев С.А. и др. О наследственном влиянии шихтовых материалов на механические свойства литых заготовок из алюминиевой бронзы. Изв. вузов. Черная металлургия. 2002. № 12. С. 47–48.
9. Буров В. Г., Веселов С. В. Структурная наследственность при нагреве локальных объемов машиностроительных металлических материалов до жидкофазного состояния // Обработка металлов: технология, оборудование, инструменты. 2007. № 4. С. 26–27.
10. Jing Zhang et al. Effect of fine-grained raw material addition on microstructure refinement and tensile properties in horizontal continuous casting Al-12% Si alloy billets. Materials & Design, 2011. June. Vol. 32. Iss. 6. P. 3566–3569.

© Резанова М. В., 2014

УДК 669.14.018.28

М. В. Резанова¹

Научные руководители – Г. Г. Крушенко^{1,2}, С. Н. Решетникова¹

¹Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

²Институт вычислительного моделирования СО РАН, Красноярск

ПРЕССОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ АЛЮМИНИЕВОЙ СТРУЖКИ

Описана технология получения конечной продукции путем прессования композиции, состоящей из стружки алюминиевого сплава и нанопорошка нитрида титана.

При изготовлении металлоизделий обработкой резанием (токарные, фрезерные, строгальные и др. операции) накапливается большое количество стружки, и, зачастую, обычным способом ее утилизации является переплавка. Однако, при этом потери металла вследствие окисления могут достигать до 20–25% [1]. Поэтому химический состав переплава отличается от состава исходного сплава.

В плане уменьшения таких потерь альтернативными «переплавным» являются технологии, применяемые при обработке металлов давлением, например, экструзионная переработка стружки, запатентованная еще в 1945 г. [2]. Причем, с помощью этой технологии можно получать из стружки напрямую готовую профильную продукцию [3], как с предварительным ее компактированием, так и без него [4; 5].

При этом, по сравнению с «переплавленным» способом потери металла сокращаются до 40 %, расход энергии уменьшается на 26...31 %, и на 16...60 % снижаются трудозатраты [6].

Однако при этом зачастую, как установлено [6] на алюминиевом сплаве АА 2050 (3,55 % Cu; 0,4 % Mg; 1,0 % Li; 0,45 % Ag; 0,1 % Zr; 0,35 % Mn; Al – ост.), применяемого в военной и аэрокосмической отрасли [7], экструдированный продукт оказывается пораженным как наружными, так и внутренними трещинами.

Другим способом утилизации стружки с применением метода обработки давлением, является прессование, при котором также можно получать компактные продукты [8]. Однако при этом существует проблема «плохой» формовости прессовок по причине налипания сплава на поверхность формирующего инструмента, что установлено, например [9], при прессовании стружки (толщина 0,5...1,0 мм, ширина 1,0...5,0 мм, длина 1,0...7,0 мм) из алюминиевого деформируемого сплава Д16 (3,8–4,9 % Cu; 1,2–1,8 % Mg; ост. – Al). В последующих экспериментах формовость стружки удалось улучшить в результате ее механохимической обработки с использованием высокоэнергетической шаровой планетарной мельницы в среде насыщенного водного раствора ортоборной кислоты H_3BO_3 , в отсутствие которой стружка вообще не измельчалась. Очевидно, этот эффект связан с проявлением кислотных свойств H_3BO_3 в водном растворе, связанным с образованием H^+ по реакции: $H_3BO_3 + H_2O \rightarrow [B(OH)_4]^- + H^+$ [10], что способствует нарушению сплошности прочной пленки оксида алюминия Al_2O_3 на поверхности стружки, в результате чего компактирование происходит через «сращивание» обнажившихся внутренних объемов стружки, представляющих собой чистый алюминий.

Базируясь на основе приведенной выше информации для получения продуктов из стружки была использована разработанная нами ранее технология [11], которая заключалась в прессовании профилей из композиции, состоящей из стружки алюминиевого деформируемого сплава Д16 (3,8–4,9 % Cu; 1,2–1,8 % Mg; 0,3–0,9 % Mn; Al – ост.) и нанопорошка нитрида титана TiN, который был выбран, исходя из полученных нами ранее результатов [12] положительного влияния на механические свойства сплавов в качестве нанопорошка в данной работе был выбран нанопорошок нитрида титана TiN (микротвердость 2050 кг/мм² ~20 ГПа [13]), полученный методом плазмохимического синтеза [14].

Изучение экструдированных продуктов показало, что качество их поверхности не отличается от качества аналогичных продуктов, но отпрессованных из плотных заготовок, подготовленных из слитков, отлитых полунепрерывным способом. Результаты испытаний механических свойств, проведенных на вырезанных из профилей образцах, показали, что их значения не только соответствуют требованиям соответствующих ГОСТов, предъявляемым к продукции, экструдированной из слитков, но и на 5–8 % их превышают.

Библиографические ссылки

1. Van Geertruyden W., Prescott C. A., Misiolek W. Z., Peterson R. Evaluation of light gauge Al scrap remelting after consolidation via extrusion process // *Light Metal Age*, 2005. Vol. 63. № 6. P. 14–18.
2. M. Stern, U. S. Patent 2,391,752, Patented Dec. 25 1945. 3 Claims Cl 207-10. Method for treating aluminium or aluminium alloy scrap.
3. Sharma C. S., Nakagawa T., Takenaka N. Recent developments in the recycling of machining swarfs and blanking scraps by sintering and powder forging // *CIRP (College International pour la Recherche en Productique) Annals – Manufacturing Technology*. STC F, 1977. Vol. 26. Issue 1. P. 121–125.
4. Tekkaya A. E. et al. Hot profile extrusion of AA-6060 aluminum chips // *Journal of Materials Processing Technology*, 2009. Vol. 209, Issue 7. P. 3343–3350.
5. Tang W., Reynolds A.P. Production of wire via friction extrusion of aluminum alloy machining chips // *Journal of Materials Processing Technology*, 19 November 2010. Vol. 210. Issue 15. P. 2231--2237.
6. Gronostajski J., Matuszak A. The recycling of metals by plastic deformation: an example of recycling of aluminum and its alloy chips // *Journal of Materials Processing Technology*, 30 August 1999. Vol. 92–93. P. 3541.
7. Crill M. J. et al. Evaluation of AA 2050-T87 Al-Li alloy crack turing behavior // *Materials Science Forum*, 2006. Vol. 519–521. P. 1323–1328.
8. Дорофеев Ю. Г., Безбородов Е. Н., Сергеев С. Н. Горячедеформированные порошковые материалы на основе механохимически активированной стружки сплава Д-16 // *Цветные металлы*. 2003. № 1. С. 81–85.
9. Дорофеев Ю. Г., Безбородов Е. Н., Сергеев С. Н. Особенности высокоплотного горячедеформированного материала на основе «стружкового» порошка алюминиевого сплава Д-16 // *Цветная металлургия*. 2001. № 10. С. 28–31.
10. Ткачев К. В., Плышевский Ю. С. Технология неорганических соединений бора. Л. : Химия, 1983. 208 с.
11. Научные основы повышения малоциклового прочностного свойства (Гл. 10. Применение нанопорошков химических соединений для повышения физико-механических свойств металлоизделий. С. 438–496) / Н. А. Махутов, К. В. Фролов, М. М. Гаденин, Г. Г. Крушенко и др. М. : Наука, 2006. 623 с.
12. Крушенко Г. Г. Модифицирование доэвтектического алюминиево-кремниевого сплава нанопорошком нитрида титана при литье сложнонагруженных деталей транспортного средства // *Технология машиностроения*. 2008. № 11. С. 5–7.
13. Самсонов Г. В. Нитриды. Киев : Наук. думка, 1969. 380 с.
14. Плазмохимический синтез ультрадисперсных порошков и их применение для модифицирования металлов и сплавов / В. П. Сабуров, А. Н. Черепанов, М. Ф. Жуков, Г. Г. Крушенко и др. // Новосибирск : Наука. Сиб. изд. фирма РАН, 1995. 344 с.

УДК 629.784

Д. А. Савчин, Е. А. Злобина, М. А. Репкин
 Научный руководитель – В. П. Назаров
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ТЕХНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ И ХАРАКТЕРИСТИК РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ ЛЕГКОГО КЛАССА «СОЮЗ-2.1В», АНАЛИЗ ДВИГАТЕЛЯ-33

Представлен технический анализ РН «Союз-2.1В» с двигателем НК-33.

В современном мире, когда экономическая целесообразность того или иного космического проекта выходит на первый план, работа по созданию мощных и недорогих двигателей требует особого внимания. В качестве примера такой работы 28.12.2013 состоялся запуск РН «Союз-2.1В» с космодрома Плесецк. В результате пуска ракета успешно вывела на орбиту студенческий спутник «Аист».

«Союз-2.1В» – двухступенчатая РН легкого класса, предназначенная для запуска со стартовых площадок РН «Союз-2». Разработана на базе РН «Союз-2», но имеет ряд технических отличий: отсутствие боковых блоков, двигатель НК-33 устанавливается на центральном блоке, в качестве второй ступени используется блок третьей ступени РН «Союз-2» [2]. Можно сделать вывод, что конструкция «Союз-2.1В» позволяет существенно снизить расходы на эксплуатацию РН, так как не требует внесения существенных изменений в конструкцию базовой ракеты, а также в конструкцию стартового комплекса.

НК-33 – жидкостный ракетный двигатель замкнутого цикла, работающий по схеме «газ + жидкость». В качестве топлива используется керосин + жидкий кислород. Для того, чтобы выявить эффективность данного двигателя, необходимо провести сравнительный анализ РД-107А и НК-33. Выбор РД-107А для сравнения обусловлен его использованием на первой ступени РН «Союз-2». В таблице показано сравнение технических характеристик двигателя НК-33 и РД-107А [1–2].

	РД-107А	НК-33
Схема	открытая	закрытая
Тяга, тс	79	154
$I_{\text{в}}$, с	263,3	297,23
Масса, кг	1156	1393

В результате анализа характеристик было выявлено значительное превосходство НК-33 над РД-107А. При практически равных показателях массы, одинаковых компонентах топлива НК-33 энергетически эффективнее. Так же стоит отметить высокие показатели надежности, полученные в результате стендовых испытаний.

На основе вышесказанного делается вывод, что создание РН «Союз-2.1В» является перспективным направлением, так как при сравнительно малых затратах ракета способна обеспечить вывод 2600–3000 кг полезной нагрузки.

Библиографические ссылки

1. Федеральное космическое агентство [Электронный ресурс]. URL: <http://www.federspace.ru/2115/>.
2. ЦСКБ – Прогресс [Электронный ресурс]. URL: http://samspace.ru/products/launch_vehicles/m_soyuz_2_1v/.

© Савчин Д. А., Злобина Е. А., Репкин М. А., 2014

УДК 629.19

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

СХЕМЫ ТЕРМОРЕГУЛИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ И ИХ ВЗАИМОЗАВИСИМОСТЬ ОТ ЭНЕРГОВООРУЖЕННОСТИ КА

Рассматриваются влияния параметров систем терморегулирования на энерговооруженность КА.

Совершенствование ракетно-космических систем и расширение круга задач, решаемых КА, предопределяет значительное увеличение диапазона их режимных параметров. Основные направления по их совершенствованию связаны с развитием космических программ, повышением ресурса, работоспособности, энерговооруженности и надежности при снижении их стоимости.

Энерговооруженность – один из важнейших параметров любого объекта, а тем более автоматического КА или пилотируемого комплекса.

Многие виды космических полезных грузов рассчитаны на применение высокоресурсных космических систем. Система терморегулирования (СТР) таких аппаратов, предназначенная для поддержания в заданном диапазоне температуры газа внутри при-

борного контейнера, а также приборов, агрегатов и элементов конструкции, устанавливаемых снаружи, аппаратов поддерживает требуемый уровень температуры в условиях значительных флуктуаций внешних тепловых воздействий. Величина отводимой тепловой мощности КА имеет тенденцию к существенному возрастанию за счет резкого увеличения их энерговооруженности [1].

Тепловое конструирование для первых космических аппаратов основывалось всецело на тщательном контроле теплового баланса в материале и тепла, излучаемого поверхностями. Этот контроль достигался путем соответствующего подбора характеристик материалов. Одной из первых систем терморегулирования была система, используемая на аппаратах «Восток» и «Зенит-2». Она хорошо себя зарекомендовала на корабле «Восток». Тепловое равновесие между выделяемой внутри кабины энергией и теплообменом с окружающим пространством поддерживалось при помощи радиационного радиатора с жалюзи. Открываемая и закрываемая жалюзи, можно было регулировать количество тепловой энергии, излучаемой в пространство. Из кабины корабля на радиационный радиатор тепло передавалось с помощью жидкости, циркулирующей в замкнутом контуре. Температура в корабле стабилизировалась регулированием теплообмена в газожидкостном теплообменнике, установленном в кабине и включенном в контур циркулирующей охлаждающей жидкости.

Величина тепловой проводимости в значительной степени ограничена выбором конструктивных материалов. Более того, контактная проводимость между конструктивными элементами и установками оказывает значительное влияние на тепловую эксплуатацию объекта.

Основным способом сброса тепла является отвод с помощью излучения. Используя одновременно тепловую проводимость и излучение, в конструировании тепловых систем можно добиться требуемых условий эксплуатации бортового оборудования КА, при этом данная система будет иметь минимальную массу и объем по сравнению с другими существующими СТР.

Высокие тепловые нагрузки, замкнутые контуры терморегулирования, большие расстояния теплопередачи, сложные задачи обслуживания, автономное регулирование являются основными требованиями, предъявляемыми к современным СТР КА.

Увеличение срока работы космического аппарата существенно влияет на состав СТР, важным фактором является минимизация массы всех остальных элементов аппарата. Получающиеся в результате разработок легкие элементы конструкции аппарата сами являются плохими проводниками тепла и требуют увеличения отвода и сброса излишних тепловых нагрузок. Непосредственное воздействие на проектирование систем терморегулирования, направленное на увеличение срока службы КА, заключается в противодействии

деградации поверхностей радиаторов, которая приводит к увеличению температуры на борту, ввиду повышенного поглощения солнечной радиации основными радиаторами.

Анализ некоторых подходов по решению поставленной задачи терморегулирования позволяет выбрать наиболее приемлемый вариант СТР для заданных условий эксплуатации.

Рассмотрим схему терморегулирования космического аппарата «Прогноз-М2» проекта «ИНТЕРБОЛ», предназначенного для изучения физики околоземного пространства и солнечно-земных связей. Основным конструктивно-силовым агрегатом является герметичный приборный контейнер цилиндрической формы.

С целью существенного снижения электромагнитных и электростатических помех на КА «Прогноз-М2» применяются:

- электромагнитно-чистые солнечные панели с бифилярным соединением генераторов, у которых фотопреобразователи покрываются с наружной и внутренней сторон токопроводящим покрытием, электрически соединенным с корпусом КА;
- металлизированная экранно-вакуумная теплоизоляция, электрически соединенная с корпусом КА;
- токопроводящие лакокрасочные внешние покрытия на поверхностях.

Тепловой баланс спутника обеспечивается системой терморегулирования, включающей в себя активное и пассивное регулирование. Для поддержания температуры внутри герметичного контейнера в заданных пределах используется активная СТР, которая меняет условия переноса тепла в контейнере в зависимости от температуры. В качестве теплоносителя часто используется инертный газ, заполняющий контейнер.

Пассивное терморегулирование использует поверхности с определенными радиационными характеристиками и высокоэффективной тепловой изоляцией, что позволяет снизить внешние тепловые потоки внутрь КА и уменьшить тепловую нагрузку на функционирующие системы [2].

Таким образом, выбор теплового режима приборов, зависит от места их установки на КА, ориентации их относительно Солнца, характеристик рабочих поверхностей, внутреннего тепловыделения и многих других параметров.

Библиографические ссылки

1. Гуцин В. Н. Основы устройства космических аппаратов // М. : Машиностроение, 2003.
2. Нестационарные тепловые режимы космических аппаратов спутниковых систем : монография / М. В. Краев, К. Ф. Голиковская, В. М. Краев, О. В. Загар ; СибГАУ. Красноярск, 2004.

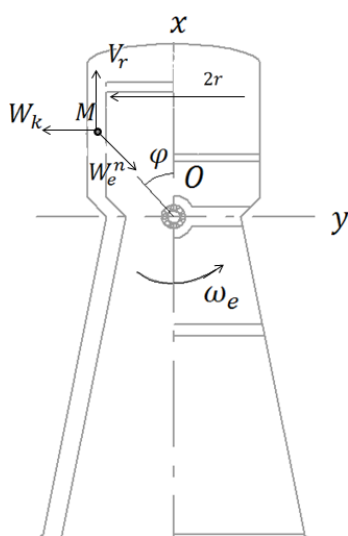
© Синицин К. Г., 2014

Д. Р. Тележенко
 Научный руководитель – Л. П. Назарова
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

**РАСЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ СКОРОСТИ ПОТОКА В ОХЛАЖДАЮЩЕМ ТРАКТЕ КАМЕРЫ ЖРД
 В ПРОЦЕССЕ ПОВОРОТА КАМЕРЫ В ШАРНИРНОМ ПОДВЕСЕ**

Представлен аналитический расчет ускорения потока в охлаждающем тракте камеры жидкостного ракетного двигателя при повороте камеры в шарнирном подвесе и рассмотрена целесообразность этого расчета.

Для ЖРД с насосной подачей топлива в основном применяется регенеративное охлаждение. Оно состоит в том, что для охлаждения двигателя между огневой и наружной оболочками создается полость, иногда называемая «межрубашковым пространством», через которую перед поступлением в смесительную головку проходит один из компонентов топлива [1–3].



Для большего удобства расчета разделим его на два этапа. В первом рассмотрим изменение скорости потока в межрубашковом пространстве камеры сгорания двигателя. Будем полагать, что поток жидкости, охлаждающий камеру сгорания, является однородным и его скорость V_r относительно стенок камеры постоянна по модулю. Двигатель отклоняется на 10° в шарнирном подвесе с постоянной угловой скоростью ω вокруг оси, проходящей через точку O .

Так как движение точки M является сложным, то абсолютное ускорение определяется по теореме Кориолиса:

$$W_a = W_r + W_e + W_k.$$

Относительное ускорение $W_r = 0$, так как по условию задачи $V_r = \text{const}$.

Переносное движение – вращательное, поэтому

$$W_e = W_e^n + W_e^\tau; \quad W_e^n = \omega_e^2 MO = \frac{\omega_e^2 r}{\sin \phi}; \quad W_e^\tau = \varepsilon_e MO = 0,$$

так как по условию $\varepsilon_e = 0$ и $\omega_e = \text{const}$.

Ускорение Кориолиса

$$W_k = 2\omega_e V_r \sin(\omega_e; V_r) = 2\omega_e V_r.$$

Так как ω_e перпендикулярно V_r , то $\sin(\omega_e; V_r) = 0$. Направлен вектор W_k по правилу векторного произведения.

Для определения модуля абсолютного ускорения точки M зададимся системой координат xMy и спроецируем на них уравнение ускорения:

$$w_x = W_e^n \sin \phi - W_k = \frac{\omega_e^2 r}{\sin \phi} \sin \phi - 2\omega_e V_r = \omega^2 r - 2\omega V_r,$$

$$w_y = -W_e^n \cos \phi = -\frac{\omega_e^2 r}{\sin \phi} \cos \phi = -\omega^2 r \operatorname{ctg} \phi,$$

$$W = \sqrt{w_x^2 + w_y^2} = \omega \sqrt{\omega^2 r^2 - 4\omega r V_r + 4V_r^2 + \omega^2 r^2 \operatorname{ctg}^2 \phi}.$$

Второй этап состоит из расчета ускорения жидкости в межрубашковом пространстве конической части сопла двигателя. Условия для расчета взяты из первого этапа и сам расчет целиком схож с ним за исключением некоторых моментов.

Таким образом, проанализировав данную работу, можно сказать, что при движении потока в охлаждающем тракте без отклонения камеры двигателя он имеет только линейное ускорение, но если двигатель начинает отклоняться в шарнирном подвесе, поток приобретает центростремительное и кориолисово ускорения.

Необходимость расчетов изменения скорости потока охлаждающей жидкости в каналах охлаждающего тракта заключается в том, что эти расчеты позволяют провести оптимизации геометрических размеров каналов охлаждающего тракта и тем самым обеспечить оптимальные массогабаритные параметры камеры жидкостного ракетного двигателя.

Библиографические ссылки

1. Назарова Л. П., Тюрикова Л. И. Теоретическая механика в примерах и задачах: учебное пособие для студентов технических специальностей / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2011. С. 120–122.
2. Добровольский М. В. Жидкостные ракетные двигатели. М.: Машиностроение, 1968. С. 195–198.
3. Конструкция и проектирование жидкостных ракетных двигателей / Г. Г. Гахун, В. И. Баулин, В. А. Володин и др. М.: Машиностроение, 1989. С. 100–107.

© Тележенко Д. Р., 2014

УДК 621.45.02: 621.671

М. А. Тимошева

Научный руководитель – Д. А. Жуйков

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск**ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО
РАДИАЛЬНОГО УПЛОТНЕНИЯ**

Представлена имитационная модель гидродинамического радиального уплотнения (ГДРУ) турбонасосного агрегата жидкостного ракетного двигателя (ЖРД). Представлены результаты работы ГДРУ на различных режимах работы.

При разработке новых ЖРД и отработке готовых изделий необходимо на основе разработанных математических моделей провести идентификацию моделей элементов двигателя и анализ работы разработанной модели в целом. На данный момент имитационное моделирование в ракетно-космической отрасли представляет большой интерес в связи с возможностью решать задачи сопряженные с проектированием и анализом работы, при этом сводя к минимуму затраты связанные с проведением испытаний и экспериментов [1]. Актуальность имитационного моделирования растет благодаря большим возможностям, предоставляемыми пользователю современными средствами вычислительной техники, позволяя реализацию гибких и адекватных реальным процессам алгоритмов на основе математических моделей

Представленная имитационная модель основана на существующей методике [2] и существенно доработана с применением современной теории пространственного пограничного слоя [3]. В целом данная модель позволяет использовать её в системах автоматизированного расчета и проектирования, в частности в системах имитационного моделирования работы агрегатов и устройств в широком диапазоне изменения режимных параметров

Гидродинамическое радиальное уплотнение (ГДРУ) (рис. 1) представляет собой диск (импеллер), на одной из торцовых поверхностей которого выполнены радиальные лопатки или пазы высотой h . Имеллер установлен в камере уплотнения с осевыми зазорами с гладкой стороны 1 и лопаточной и радиальным зазором по наружному диаметру. В осевой зазор 1 поступает жидкость под давлением P_1 , с лопаточной стороны импеллера границы раздела фаз давление газа $P_{\text{газ}}$ меньше P_1 .

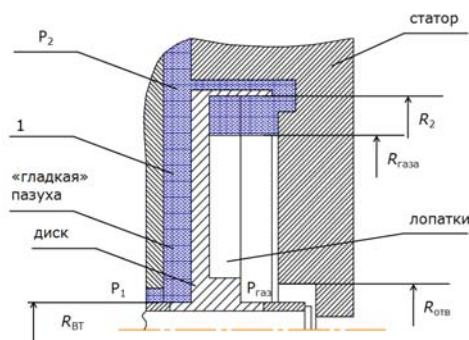
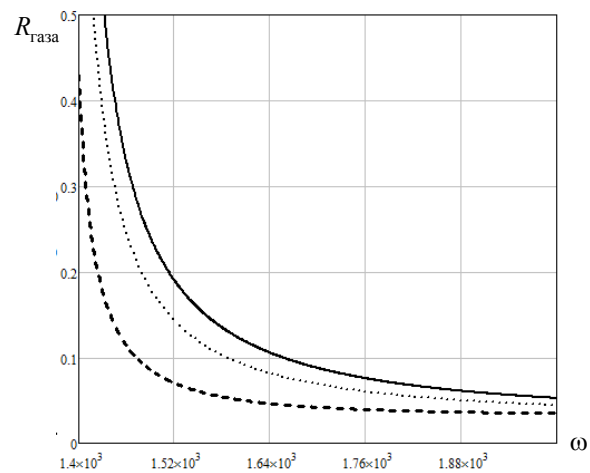


Рис. 1. Принципиальная схема ГДРУ

Цель имитационного моделирования заключается в определении радиуса границы раздела фаз при изменении режимных параметров и определения условий нарушения герметичности ГДРУ.

Новизна этой работы заключается в аналитическом определении напряжений трения, которые получены на основе теории пространственного пограничного слоя при интегрировании уравнений движения вязкой жидкости при течении у неподвижного основания и у вращающегося диска [3].

В результате работы модели были получены различные графические зависимости. График $R_{\text{газ}} = f(\omega, P_1)$ (рис. 2) – показывает изменение радиуса границы раздела фаз при изменении угловой скорости вращения ротора ТНА ω и давления жидкости на входе P_1 в ГДРУ. На графике видно, что небольшие отклонения угловой скорости или давления жидкости на входе могут привести к нарушению герметичности, и как следствие могут привести к выходу из строя всего ТНА.

Рис. 2. Изменения радиуса границы раздела фаз в зависимости от угловой скорости ротора ТНА и давления жидкости на входе P_1 :

••• – номинальное давление; — — на 20 % меньше;
--- на 20 % больше

Таким образом, разработанная имитационная модель позволяет анализировать и проводить исследования модели, разработанной в современной САД-системе. Эта модель будет использоваться в программном обеспечении по имитации работы жидкостного ракетного двигателя, которое должно значительно сократить

время, затрачиваемое на проектирование, анализ работы модели ЖРД, соответствующего заданным техническим требованиям.

Библиографические ссылки

1. Беляев Е. Н., Черваков В. В. Математическое моделирование ЖРД. М. : МАИ, 2009. 280 с.
2. Ефремов Г. В., Карасев В. П., Краев М. В. Автоматизированное проектирование турбонасосных

агрегатов : учеб. пособие / под ред. М. В. Краева ; Краснояр. политех. ин-т. Красноярск, 1989. 118 с.

3. Теория пространственного пограничного слоя в гидродинамике турбомашин / А. А. Кишкин, В. П. Назаров, Д. А. Жуйков, Д. В. Черненко ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2013. 250 с.

© Тимошева М. А., 2014

УДК 62-251-762.89:532.5.013.12

А. А. Чернов

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

**К РАСЧЕТУ ОСЕВЫХ СИЛ АВТОМАТА ОСЕВОЙ РАЗГРУЗКИ
ТУРБОНАСОСНОГО АГРЕГАТА ЖИДКОСТНОГО РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ**

Рассмотрены особенности расчета осевых сил возникающих при работе автомата осевой разгрузки, путем интегрирования уравнений течения вязкой жидкости в полости вращения.

К агрегатам летательных аппаратов предъявляются высокие требования по надежности, в том числе и на нерасчетных режимах. При проектировании автомата осевой разгрузки турбонасосного агрегата (ТНА) жидкостного ракетного двигателя (ЖРД) необходимо проводить моделирование течения в торцевом и цилиндрическом зазорах. Это обусловлено тем, что течение в зазорах определяет работу разгрузочного диска автомата осевой разгрузки. Применять существующие методики расчета не является корректным, ввиду чего необходимо разработать современную методику. К недостаткам существующих методик [2; 4] можно отнести не учёт вязкого трения, изменения угловой скорости потока между неподвижной стенкой и вращающимся диском, а также наличия поперечного градиента давления вдоль линии тока при вращательном течении [1; 3].

Надежность турбонасосного агрегата в значительной мере зависит от значений осевых сил, которые, в свою очередь, возникают вследствие вращения ротора турбонасосного агрегата. Так как угловая скорость ротора может достигать значений порядка 40000 оборотов, то осевые силы, возникающие на роторе, достигают высоких значений. Если осевые силы возникающие на элементах турбонасосного агрегата

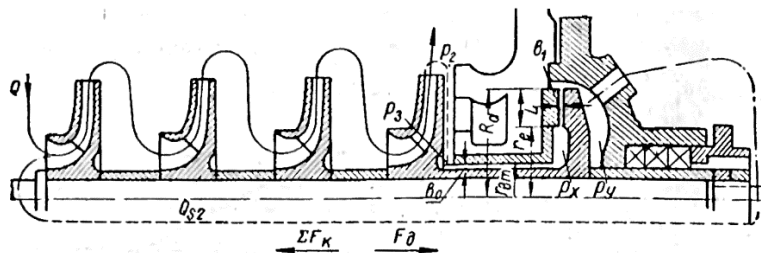
не компенсируются, то это может привести к выходу агрегата из строя.

Специальные гидравлические устройства, обеспечивающие полное равновесие ротора при всех режимах работы, характеризуются отсутствием упорного подшипника и наличием специальной камеры, давление в которой изменяется в зависимости от осевого положения ротора, вследствие этого ротор насоса, выведенный из положения равновесия смещением в осевом направлении, вновь возвращается в положение равновесия. Примером такой самоустанавливающейся системы уравнивания осевой силы является разгрузочный диск или гидравлическая пята (см. рисунок) [4].

Для определения осевых сил необходимо проинтегрировать систему обыкновенных дифференциальных уравнений движения вязкой жидкости в зазоре, с учетом напряжений трения. Интегрирование проведено по нормали к зазору и по радиусу полости, в результате чего получена следующая зависимость:

$$R_a = R \left(\frac{\tau_{0R}}{z_1} + R \rho \omega_a^2 + \frac{V^2 \rho}{4 \pi^2 R^3 z_1^2} \right), \tag{1}$$

где R – радиус щели; τ_{0R} – напряжение трения в радиальном направлении, ρ – плотность жидкости; ω_a – угловая скорость; V – объемный расход жидкости; z_1 – зазор задней стенки разгрузочного диска.



Уравнивание осевой силы разгрузочным диском

Следует отметить, что напряжения трения определяются в зависимости от толщины потери импульса пространственного пограничного слоя на стенке и на диске [3], учитывающие вторичные течения, вызванные поперечным градиентом давления вдоль линии тока при вращательном течении [3].

Таким образом, можно заключить, что расчет осевой силы в полости вращения, имеет наибольшее значение с точки зрения надежности при проектировании автомата осевой разгрузки ТНА ЖРД. Учет таких факторов, как вязкое трение, изменение угловой скорости потока между неподвижной стенкой и вращающимся диском поможет избежать отказа агрегата на расчетных и нерасчетных режимах.

Библиографические ссылки

1. Жуйков Д. А., Кишкин А. А., Зуев А. А. Оценка осевой силы при течении в торцевых щелях турбомашин // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Сер. Технические науки. 2013. № 3. С. 24.
2. Овсянников Б. В., Краев М. В., Черваков В. В. Теория и расчет турбомашин : учеб. пособие ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2012. 224 с.
3. Теория пространственного пограничного слоя в гидродинамике турбомашин: монография // А. А. Кишкин [и др.]. Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2013. 248 с.
4. Ломакин А. А. Центробежные и осевые насосы. М. : Машиностроение, 1966. 354 с.

© Чернов А. А., 2014

УДК 629.78.036:546.295

Н. Н. Широкова, А. Е. Шарнин, Г. В. Двирный, В. В. Двирный

Научный руководитель – *Г. В. Двирный*

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

АНОМАЛЬНОЕ ПОВЕДЕНИЕ КСЕНОНА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ АККУМУЛЯТОРА ДАВЛЕНИЯ. АККУМУЛЯТОР ДАВЛЕНИЯ 154.7070-000 ПРОИЗВОДСТВА ОАО «ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ» ИМЕНИ АКАДЕМИКА М. Ф. РЕШЕТНЕВА» («ИСС»)

Рассмотрено аномальное поведение ксенона высокого давления при использовании аккумулятора давления для повышения давления ксенона, поступающего из транспортировочного баллона.

Ксенон на предприятие поступает в баллонах под давлением 65 кгс/см², и все работы с ним в основном проходили методом перетекания. В баллонах остаётся достаточно большое количество ксенона, но из-за недостаточного давления он не может использоваться. Для решения данной проблемы и более рационального использования остатков дорогостоящего ксенона на предприятии ОАО «ИСС» был разработан аккумулятор давления.

Аккумулятор давления был предназначен для повышения давления ксенона, поступающего от транспортировочного баллона, под давлением от 1–200 кгс/см² до 250 кгс/см².

Аккумулятор давления представлял собой две конструктивно одинаковые ступени, любая из которых могла являться ступенью предварительного сжатия, а другая – окончательного. Каждая ступень представляет собой мембранный компрессор. Мембрана была спроектирована и изготовлена из трёх элементов в форме диска: одного герметичного гофрированного из стали марки 12X18H10T толщиной 0,25 мм – собственно мембраны и двух перфорированных из резиновой пластины марки ИПР-1175 толщиной 3 мм, расположенных по обе стороны и выполняющих роль уплотняющих и амортизирующих прокладок. Перекладка мембраны осуществлялась за счёт сжатого воздуха.

В процессе обработки компрессора начали происходить отказы при испытаниях в связи с разгермети-

зацией системы. Компрессор был детально исследован.

При вскрытии компрессора обнаружено, что резиновая мембрана деформирована. Поверхности всех пластин, входящих в состав мембраны имеют бугристую поверхность, более интенсивную со стороны ксеноновой полости. Каждый бугорок представляет собой полость внутри резинового слоя, заполненного ксеноном и воздухом. На поверхности пластин, прилегающих к ксеноновой полости, обнаружен белый осадок в виде легко стирающегося порошка. Также была обнаружена маслянистая жидкость довольно густой консистенции. Было обнаружено, что данная жидкость агрессивна по отношению к резине и поликарбонату, но состав жидкости не был определён.

Впоследствии был произведён анализ ксенона в баллоне, который использовался при испытаниях, на соответствие ГОСТ 10219–77. Было выявлено, что газовая составляющая полностью соответствует техническим условиям. Был произведён осмотр внутренней поверхности баллона, для чего его разрезали на три части.

При визуальном осмотре выявлено, что по всей поверхности баллона, в большей степени в нижней его части, – сплошной слой окалина, толщиной примерно 0,5 мм с большим количеством трещин и отдельными небольшими участками отслоившейся окалины. На трещинах и на местах отслоившейся окалины – ржавчина толщиной примерно 0,2–0,5 мм (визу-

альная оценка), наблюдаемая отчётливо невооружённым глазом. Следов какого-либо маслоподобного компонента не обнаружено.

После этого проводились отработки с различными вариантами исполнения мембраны. В случае использования резины ксенон проявлял себя точно так же, как указано выше. То есть образовывались бугорки, заполненные ксеноном, а также неизвестная маслянистая жидкость. Впоследствии было предпринято несколько неудачных попыток использования фторопластовой плёнки, которая не выдерживала механические воздействия. Вскоре все работы с аккумулятором давления были прекращены.

Согласно ОСТ92-0969–82 «Резины. Марки, разрешённые к применению» детали из резины ИРП-1175 могут эксплуатироваться в среде от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ и давления до 230 кгс/см^2 . Так как ксенон является инертным газом, следовательно, он попадает под данные требования. Однако, как видно из вышесказанного это не так. Необходимо продолжить исследования воздействия ксенона высокого давления на резину, поликарбонат и другие материалы.

© Широкова Н. Н., Шарнин А. Е.,
Двирный Г. В., Двирный В. В., 2014

УДК 669.713.7

В. С. Галимов

Научный руководитель – А. А. Жуйков

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск**РАСЧЕТ ТЕЧЕНИЯ В ПОЛОСТЯХ ВРАЩЕНИЯ ТУРБОМАШИН
МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ РАЗНОСТЕЙ**

Получены методом конечных разностей выражения для определения момента сопротивления диска рабочего колеса, определение величины утечек рабочей жидкости и выражения для определения распределения статического давления по поверхности диска турбомашин.

В теории рабочих процессов задача о течении в полость вращения занимает особое положение при проектировании лопаточных машин [1]. Это положение главным образом определяется важностью и значимостью ее решений, среди которых основными являются корректное определение момента сопротивления диска рабочего колеса; определение величины утечек рабочей жидкости, что особенно важно для ЦН с низким коэффициентом быстроходности; определение распределения статического давления по поверхности диска и, как следствие, прогноз величины осевой силы, особенно при нерасчетном изменении режимных параметров.

Знание интегралов напряжений трения на неподвижной стенке и вращающемся диске позволяет интегрировать уравнения движения в граничных условиях торцевой щели.

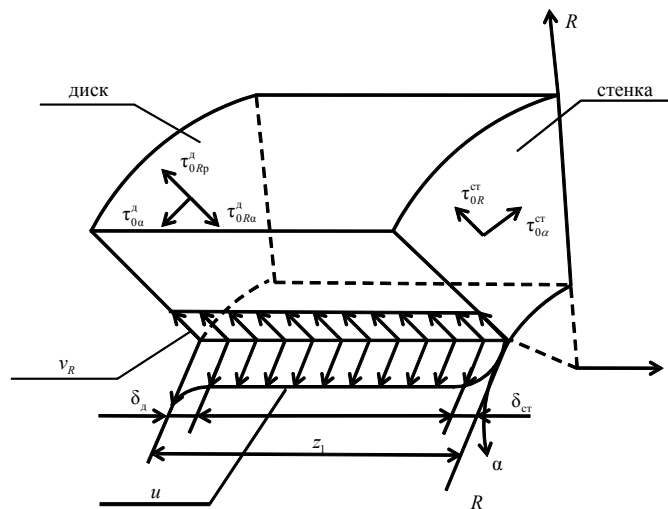
Как исходные, используем уравнения стационарного движения вязкой несжимаемой жидкости в цилиндрических координатах [2]. Рассмотрим течение между неподвижной стенкой и плоским диском (см. рисунок).

Течение в осевом направлении отсутствует $v_z = 0$, $d/dz = 0$, тогда $n_{z\alpha} = n_{zR} = z$ – величина нормального (осевого) зазора. Разделим течение на две области: ядро и пограничный слой, где присутствуют напряжения трения на стенке и на диске. Для этого проинтегрируем уравнения движения по нормали к зазору от 0 до z , в результате получим уравнения в полных дифференциалах

$$\begin{aligned} v_R \frac{dv_R}{dR} + \frac{u}{R} \frac{dv_R}{d\alpha} - \frac{u^2}{R} &= -\frac{1}{\rho} \frac{dp}{dR} + \frac{\tau_{0R}}{z\rho}, \\ v_R \frac{du}{dR} + \frac{u}{R} \frac{du}{d\alpha} + \frac{v_R u}{R} &= -\frac{1}{\rho R} \frac{dp}{d\alpha} + \frac{\tau_{0\alpha}}{z\rho}, \\ \frac{dv_R}{dR} + \frac{1}{R} \frac{du}{d\alpha} + \frac{v_R}{R} &= 0, \end{aligned} \quad (1)$$

где $n_{z\alpha}$ – нормаль к поверхности $z-\alpha$, n_{zR} – нормаль к поверхности $z-R$, $n_{R\alpha}$ – нормаль к поверхности $R-\alpha$.

Для решения этих уравнений воспользуемся методом конечных разностей и примем конечно-разностную схему – левого нижнего угла [3].



Расчетная схема

Введем обозначения

$$\frac{\Delta u}{\Delta \alpha} = \frac{u^{i,j} - u^{i-1,j}}{\Delta \alpha}, \quad \frac{\Delta v_R}{\Delta \alpha} = \frac{v_R^{i,j} - v_R^{i-1,j}}{\Delta \alpha},$$

$$\frac{\Delta p}{\Delta \alpha} = \frac{p^{i,j} - p^{i-1,j}}{\Delta \alpha},$$

$$\frac{\Delta u}{\Delta R} = \frac{u^{i,j+1} - u^{i,j}}{\Delta R}, \quad \frac{\Delta v_R}{\Delta R} = \frac{v_R^{i,j+1} - v_R^{i,j}}{\Delta R},$$

$$\frac{\Delta p}{\Delta R} = \frac{p^{i,j+1} - p^{i,j}}{\Delta R}, \quad (2)$$

откуда можно определить параметры для точки $(i, j + 1)$

$$\frac{\Delta v_R}{\Delta R} \Delta R + v_R^{i,j} = v_R^{i,j+1}, \quad \frac{\Delta u}{\Delta R} \Delta R + u^{i,j} = u^{i,j+1},$$

$$\frac{\Delta p}{\Delta R} \Delta R + p^{i,j} = p^{i,j+1}, \quad (3)$$

Для того чтобы найти дифференциалы выражений (3), перепишем уравнения движения в конечных разностях

$$\frac{\Delta v_R}{\Delta R} = -\frac{1}{R^{i,j}} \left(v_R^{i,j} + \frac{\Delta u}{\Delta \alpha} \right),$$

$$\frac{\Delta u}{\Delta R} = -\frac{1}{v_R^{i,j}} \left[\left(\frac{\Delta p}{\Delta \alpha} \frac{1}{\rho R^{i,j}} - \frac{\tau_{0\alpha}^{i,j}}{z\rho} \right) + \frac{u^{i,j}}{R^{i,j}} \frac{\Delta u}{\Delta \alpha} + \frac{u^{i,j} v_R^{i,j}}{R^{i,j}} \right], \quad (4)$$

$$\frac{\Delta p}{\Delta R} = -\rho \left(v_R^{i,j} \frac{\Delta v_R}{\Delta R} + \frac{u^{i,j}}{R^{i,j}} \frac{\Delta v_R}{\Delta \alpha} - \frac{(u^{i,j})^2}{R^{i,j}} \right) + \frac{\tau_{0R}^{i,j}}{z}.$$

УДК 697.953

А. Е. Какоулин, М. К. Череватенко
 Научный руководитель – *Е. В. Черненко*
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

БЕСФРЕОНОВЫЕ СИСТЕМЫ СКВ. ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КРАСНОЯРСКЕ

Рассматриваются система, работающая на безопасных природных хладагентах, таких как воздух.

Главной особенностью бесфреоновых систем в том, что она использует в качестве рабочего тела обычный воздух. Это позволяет применять высокоэффективные открытый и комбинированный циклы, в которых термодинамическим рабочим агентом является воздух. После смещения в нужном количестве приточного и рециркуляционного воздуха полученная смесь обрабатывается в ВКС (подогревается либо охлаждается) и поступает в помещение. Все остальные климатические системы обеспечивают охлаждение или обогрев помещения, используя «стороннее» рабочее тело (фреон, воду, аммиак, CO₂ и др.), работающее в замкнутом цикле и отдающее энергию через стенки теплообменников. Только воздух является 100 % экологичным, 100 % доступным и, что немаловажно, 100 % бесплатным. Кроме этого, за счет применения аэродинамических подшипников в системе отсутствуют какие-либо масла или смазки, что, безусловно, придает агрегату статус

Напряжения трения определяются при решении интегрального уравнения ППС полученного в работе [4].

Таким образом, получим замкнутую систему уравнений для численного интегрирования методом конечных разностей, в результате которого можно найти момент сопротивления диска рабочего колеса, определение величины утечек рабочей жидкости и распределения статического давления по поверхности диска и, как следствие, величину осевой силы, определяющую надежность турбомашин.

Библиографические ссылки

1. Овсяников Б. В., Боровский Б. И. Теория и расчет агрегатов питания жидкостных ракетных двигателей. 3-е изд., перераб. и доп. М. : Машиностроение, 1986.
2. Кочин Н. Е., Кибель И. А., Розе Н. В. Теоретическая гидромеханика / под ред. И. А. Кибеля. В 2 т. М., 1963.
3. Турчак Л. И. Основы численных методов / под ред. В. В. Щенникова. М., 1987.
4. Кишкин А. А., Назаров В. П., Жуйков Д. А., Черненко Д. В. Теория пространственного пограничного слоя в гидродинамике турбомашин : монография / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2013. 250 с.

© Галимов В. С., 2014

намическим сопротивлением воздушной обвязки (воздуховодов, патрубков, клапанов) [2].

Так, для ВКС 30/60 используется турбокомпрессор, имеющий компрессорную ступень с адиабатическим КПД 86 %, турбинную ступень с внутренним КПД 87 %. Ротор турбокомпрессора имеет встроенный высокоскоростной электродвигатель с КПД 92 %, питающийся от преобразователя частоты с КПД 97...98 %. Опорами ротора служат воздушные газодинамические подшипники с механическим КПД более 99 %. Тепловая эффективность теплообменного аппарата достигает 95 % при сопротивлении до 500 Па [3].

Принцип работы данных систем прост: летом воздух, сжатый компрессором, охлаждается в теплообменнике. Охлажденный воздух расширяется в турбине, в результате чего его температура понижается до +5...+10 °С. Полученный охлажденный воздух подается в помещение. Горячий воздух после выхода из теплообменника выбрасывается в атмосферу или в дополнительный контур утилизации (подогрев воды и др.). Зимой теплый воздух после теплообменника подается в помещение, а переохлажденный в турбине воздух отводится в окружающую среду.

К основным преимуществам таких систем, основанных на свойствах воздуха, как рабочего тела, является способность работать в диапазоне температур окружающей среды: –50...+50 °С, в отличие от фреоновых тепловых насосов и кондиционеров, температурный диапазон которых значительно уже, а возможность подачи свежего воздуха при приемлемой эффективности сильно ограничена как летом, так и зимой. Так же к плюсам стоит отнести высокую энергетическую эффективность при низком коэффициенте рециркуляции (большой доле свежего воздуха). В холодный период времени отопительный коэффициент

в диапазоне температур –50...+7 °С составляет 2...4,2. В теплый период времени холодильный коэффициент в диапазоне температур +25...+50 °С составляет 1,3...1,7 при притоке свежего воздуха до 100 %.

К недостаткам можно отнести относительно небольшую производительность (14 000 м³ при макс. статическом давлении 300 Па), а также то, что ВКС является моноблоком и модельный ряд не велик.

Область применения ВКС в Красноярске очень широкая. В силу особенности климата, когда температурный диапазон довольно широк (–40 до +40), применение систем на фреоне не всегда удачно. А потребность в вентиляции и кондиционировании, в межсезонье и летний периоды года, не то чтобы очень велика, она жизненно необходима. ВКС может быть использован в зданиях административного, коммерческого и культурно-бытового назначения, спортивных комплексов, торговых центров, предприятий общественного питания, медицинских учреждений, производственных помещений, складских и гаражных комплексов, сельскохозяйственных строений, теплиц и прочих объектов, где требуется кондиционирование, отопление и вентиляция, а также любых других применений, где требуется тепло и/или холод.

Библиографические ссылки

1. Пятибокова Ж. Здания высоких технологий: бесфреоновые климатические системы / ООО ИИП «АВОК-ПРЕСС», 2014. 108 с.
2. Вентпортал [Электронный ресурс]. URL: <http://remont.info>.
3. Егоров С. Мир климата: воздушные климатические системы для жилых зданий. М. : АПИК, 2013. 114 с.

© Галимов В. С., 2014

УДК 629.78

И. П. Колчанов, М. М. Михнев, А. В. Делков
 Научный руководитель – *А. А. Кишкин*
 ОАО «Информационные спутниковые системы»
 имени академика М. Ф. Решетнева», Железногорск

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СНИЖЕНИЯ КРИТИЧНЫХ ГАЗОВЫХ НАГРУЗОК НА ЭТАПЕ ТЕПЛОВАКУУМНОЙ ОТРАБОТКИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА И ЕГО СОСТАВЛЯЮЩИХ

Рассматривается проблема загрязнения космических аппаратов продуктами гажения материалов и газовой выделений из полостей сборок, связанная с проблемой массопотерь материалов конструкции в условиях функционирования аппарата в космосе. Приводятся технологические решения, способствующие снижению газовых нагрузок на аппарат на этапах его тепловакуумной отработки.

Любое вещество или материал, помещенные в вакуум, испускают газы, т. е. происходит газовой выделение материалов [1]. В общем случае газовой выделение в вакууме складывается из трех отдельных процессов: десорбции газа, адсорбированного на поверхности твердых тел; диффузии и десорбции газа, абсорбированного твердым телом; испарения (сублимации) жидкости (твердого тела). При газовой выделениях реаль-

ных тел эти процессы протекают одновременно и накладываются друг на друга.

В космическом полете вакуумная среда вокруг космического аппарата (КА) определяется в общем случае характеристиками планетной атмосферы или межпланетного пространства, а также характеристиками искусственной атмосферы, образующейся газовой выделением материалов КА и другими источниками

(газовыделение двигателей управления, утечка газа из загерметизированных полостей аппаратов и т. д.).

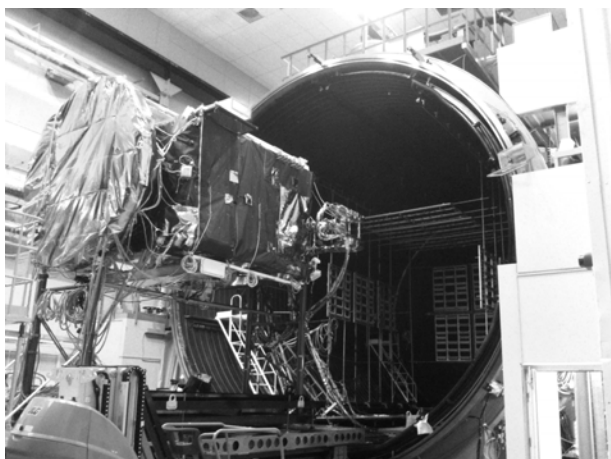
Главной особенностью космического пространства является его способность к «поглощению» неограниченного количества газов и паров, которые могут выделяться из элементов конструкции КА в открытый космос. Следовательно, массопотери являются первейшим и наиболее характерным видом воздействия космического вакуума на материалы и элементы устройства КА.

В результате массопотерь вещества, в том числе, изменяется шероховатость поверхности, в частности терморегулирующих покрытий КА, что приводит к ухудшению оптических характеристик поверхности.

Совсем по-иному происходит массопотеря вещества при моделировании космоса в земных условиях, когда в имитаторе космического пространства – термовакуумной камере (см. рисунок) существует риск возникновения критических газовых нагрузок, приводящих, например, к загрязнению объекта испытания, возникающему вследствие конденсации на объекте газовых потоков вакуумного оборудования, в процессе достижения в имитаторе значений глубокого вакуума [2].

Таким образом, проблема, связанная с загрязнением вследствие конденсации является одной из основных при создании долгоживущих высокоресурсных КА (помимо иных видов загрязнений, возникающих при изготовлении и испытаниях КА на Земле).

В состав перспективных технологий в сфере промышленного производства продукции ракетно-космической отрасли в части обеспечения конструктивного совершенства новых разработок входит технология получения, поддержания и контроля «чистого вакуума» в процессе проведения тепловвакуумных испытаний КА и его составляющих.



Космический аппарат, помещаемый в термовакуумную камеру

Опорные характеристики (показатели) данного технологического процесса:

- давление в вакуумной камере – 10^{-6} мм рт. ст.;
- допустимый уровень загрязнения в камере в массовом эквиваленте составляет величину $2 \cdot 10^{-7}$ г за 15 суток.

Для снижения критических газовых нагрузок в ОАО «ИСС» в настоящее время применяется комплексная технология предварительного обезгаживания материалов в вакуумной камере с контролем параметров обезгаживания.

Основу техпроцесса обезгаживания составляют следующие положения:

- увеличение температуры ускоряет процессы газовыделения;
- термовакуумный прогрев проводится выдержкой материалов, подборок и сборочных узлов в условиях вакуума пока величина молекулярного газовыделения не стабилизируется на низком уровне;
- прогрев компонентов на самом возможно низком уровне сборки, как правило, имеет более низкую стоимость и меньший риск, потому что могут быть использованы более высокие температуры и могут быть использованы более маленькие камеры для прогрева;
- все операции по нагреву в вакууме должны быть выполнены таким способом, чтобы исключить возможность загрязнения или, с другой стороны, повреждения изделий во время испытаний.

Температурный режим обезгаживания подбирают исходя из допустимых для материала температур. При этом дегазация металлов осуществляется посредством нагрева в вакууме до температур, близких к рабочим или выше их.

Взаимодействие газов с металлами может носить разнообразный характер. Например, для водорода характерны: поверхностная физическая адсорбция, активированная абсорбция и хемосорбция, диффузия, растворение, химическое взаимодействие с образованием химических соединений.

Основными видами газовых загрязнений таких материалов, как нержавеющая сталь и никель, являются водород, азот, кислород, окислы углерода.

В каждом конкретном случае о степени дегазации конструкционных материалов можно судить по глубине вакуума, измеренного в стационарных условиях.

Библиографические ссылки

1. Справочник по вакуумной технике и технологиям / под ред. Д. Хоффман, Б. Сингха, Дж. Томаса, М. : Техносфера, 2011. 736 с.
2. Нусинов М. Д. Воздействие и моделирование космического вакуума. М. : Машиностроение, 1982.

© Колчанов И. П., Михнев М. М., Делков А. В., 2014

УДК 629.7.047.8

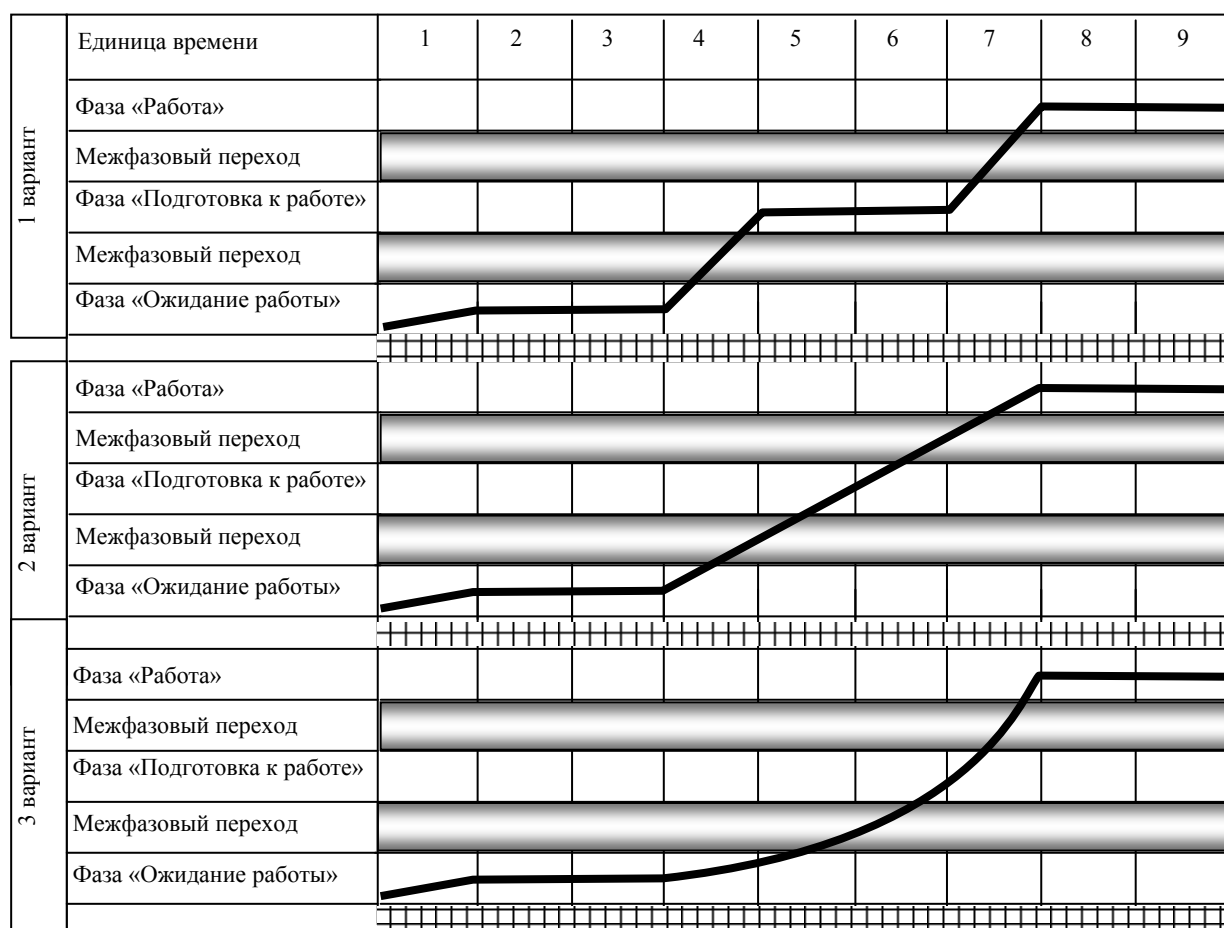
В. П. Коньшев
 Научный руководитель – А. В. Бобков
 Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет,
 Комсомольск-на-Амуре

ЦИКЛОГРАММА ТЕПЛОВОГО СОСТОЯНИЯ КОСМОНАВТА

В рамках исследования динамики теплового баланса космонавта проанализирована циклограмма теплового состояния организма для 3-х вариантов режима перехода физиологического состояния из фазы ожидания работы к фазе выполнение работы.

Анализ динамики теплового баланса космонавта проводят с целью определения потребной мощности систем терморегулирования (СТР) скафандра. В настоящем исследовании проведён сравнительный анализ влияния характера переходного режима между типовыми состояниями организма космонавта на количество выделяемого им тепла. Анализ проведён с

помощью циклограммы процесса, состоявшего из 3-х фаз: начальной фазы, под условным названием «Ожидание», промежуточной «Подготовка к работе» и конечной «Выполнение работы». Между тремя основными фазами процесса были установлены межфазовые переходы, см. рис. 1.



Циклограмма 3-х вариантов теплового состояния космонавта:
 1 вариант – ступенчатый переходной режим; 2 вариант – линейный переходной режим;
 3 вариант – нелинейный переходной режим

Количество выделяемого тепла, учитываемого циклограммой, находилось с помощью уравнения теплового баланса [1]:

$$Q_{\text{эт}} = Q_0 + Q_{\text{тр}} + D + \frac{N}{\eta}, \quad (1)$$

где Q_0 – теплопродукция в состоянии покоя (Вт); $Q_{\text{тр}}$ – затраты на терморегуляцию организма (Вт); D – статическая работа (Вт); N – внешняя механическая работа; η – термический коэффициент полезного действия.

При расчёте значений $Q_{\text{эт}}$ для каждой фазы циклограммы задавались:

1) одинаковое значение теплопродукции, вычисляемое по формуле $Q_0 = 105 \cdot (G_{\text{ч}}/70)^{2/3}$, где $G_{\text{ч}}$ – масса космонавта;

2) различные значения следующих параметров. Затраты на терморегуляцию организма $Q_{\text{тр}}$, а также механические показатели: работы N и момента M , влияющие на величину

$$D = 0,52 \cdot N + 3,5 \cdot M \text{ и } \eta = 0,25(1 - \exp(-\chi \cdot N)),$$

где $\chi = 0,023 + 0,075 \exp(-0,03 \cdot N)$ [2].

Были смоделированы 3 варианта перехода от начальной фазы «Ожидание» к завершающей фазе «Выполнение работы»: 1-й вариант – «Ступенчатый переходной режим», 2-й вариант – «Линейный переходной режим», 3-й вариант – «Нелинейный переходной режим». Длительность перехода для всех вариантов была задана одинаковой, а характер промежуточной фазы «Подготовки к работе» моделировался переменным: от явно выраженного в 1-м варианте, до неопределённого в вариантах 2 и 3. Объём тепловыделения оценивался как величина, прямо пропорциональная

площади криволинейной трапеции с верхним основанием в виде линии циклограммы.

Анализ представленных циклограмм указывает на снижение теплопродукции при нелинейном переходном режиме (вариант 3) по сравнению со ступенчатым и линейным режимами перехода (варианты 1 и 2). Характер нелинейности переходного режима был обоснован теоретически и нуждается в экспериментальном подтверждении. В реальных условиях он может быть иным.

Так как в рамках всего процесса продолжительность переходных режимов составляет большой удельный вес, то становится актуальной проблема экспериментальных исследований закономерностей тепловыделения космонавта на этапе переходных режимов при выполнении типовых видов работ, как внутри космической станции, так и в открытом космосе. В последнем случае это позволит усовершенствовать программу управления ранцевой системой термореглирования скафандра, повысить ресурс её работы, а также комфортность пребывания в нём космонавта.

Библиографические ссылки

1. Космические аппараты / под общ. ред. К. П. Феоктистова. М. : Воениздат, 1983. 319 с.
2. Пичулин В. С., Олизаров В. В. Системы терморегулирования индивидуального защитного снаряжения экипажей ЛА : учеб. пособие. М. : МАИ, 1995. 60 с.

© Конышев В. П., 2014

УДК 621.325.5

Е. В. Кулаков, М. Ю. Хайцен

Научный руководитель – *М. Г. Мелкозеров*

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

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ГРУНТОВЫХ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

Предложена схема обеспечения холодным воздухом на основе геотермальной энергии грунта. Также рассматривается предварительная методика расчета данных СКВ и дальнейшая сравнительная экономическая оценка.

Современные системы кондиционирования воздуха (СКВ) работают на специальных холодильных агентах, которые совершают работу для переноса теплоты от кондиционируемого объема в окружающую среду. В данной статье предлагается использовать схему СКВ на основе низкопотенциальной энергии грунта (см. рисунок). Расположенная близко от поверхности земли геотермия проходит до 400 метров в глубину и использует имеющуюся в почве и грунтовых водах диапазон температур от 5 до 250 °С. Техническое использование этого равномерного в течении года уровня температур в почве – интересная возможность использования регенеративной энергии. Минимальная технически пригодная глубина закла-

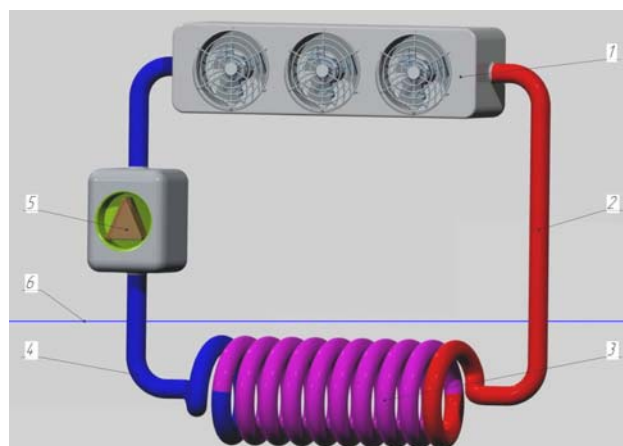
дывания земляных теплообменников – 1,5 м. На глубине от 10 м. влияние солнечной радиации и сезонных колебаний температуры полностью отсутствуют. Здесь равномерная температура почвы поддерживается за счет горячего ядра Земли [1].

В предложенной схеме рабочим телом может быть: вода, соляной раствор или этиленгликоль, что дает достаточное преимущество перед СКВ, работающими на холодильных агентах. Теплоноситель на входе в воздухоохладитель 1 имеет температуру от 5 до 8 °С. Проходя через воздухоохладитель, теплоноситель нагревается до температуры 9–12 °С. Далее теплоноситель по теплой линии 2 поступает в геотермальный (земляной) теплообменник 3, где охлаждает-

ся до температуры грунта. После охлаждения, теплоноситель подается по холодной линии 4 в воздухоохладитель при помощи насоса 5. Геотермальный теплообменник закапывается ниже линии грунта 6 от 1,5 до 10 метров, в зависимости от местоположения и требований к СКВ.

Отличительной чертой данных СКВ является наличие не только конвективного теплообмена, но и теплопередачи между геотермальным теплообменником и грунтом. Исходными данными для расчета являются: мощность воздухоохладителя (кВт), температура охлаждаемого объема, теплоносителя и грунта (°С). Одной из основных задач расчета является определение длины геотермального теплообменника (площадь, м²). В качестве основы используем расчет геотермальных горизонтальных теплообменников для тепловых насосов [2] и сравним полученные данные с методикой расчета нестационарной теплопередачи по намограммам включающих в себя критериальные уравнения Фурье. Дальнейшей задачей является гидравлический расчет трубопроводов для подбора насоса.

После получения данных на затраты оборудования, монтажно-строительные работы и затраты на обеспечение работы, произведем экономическую оценку целесообразности данной СКВ. В качестве сравнения выбираем одноименные воздухоохладители (фанкойлы) фирмы Aerotek. Предполагается провести расчет для разных типоразмеров воздухоохладителей, для разных типов геотермальных теплообменников и провести сравнительный анализ.



Принципиальная 3D схема низкопотенциальной грунтовой СКВ.

1 – воздухоохладитель; 2 – теплая линия;
3 – геотермальный теплообменник,
4 – холодная линия; 5 – насос; 6 – линия грунта

Библиографические ссылки

1. Кулаков Е. В., Мелкозеров М. Г. Охлаждение помещений за счет низкопотенциальной тепловой энергии // Решетневские чтения. 2013. С. 138.
2. Кулаков Е. В. Схема обеспечения помещения горячей водой и холодным воздухом на основе теплового насоса // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2013. С. 77.

© Кулаков Е. В., Хайцен М. Ю., 2014

УДК 62.68

Р. Р. Мамедли, С. И. Парфенюк
Научный руководитель – *А. В. Делков*
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОБЗОР ИСТОЧНИКОВ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ И МЕТОДОВ ИХ УТИЛИЗАЦИИ

Оцениваются проблемы и перспективы утилизации низкопотенциальных тепловых источников. Рассматриваются вопросы проектирования паротурбинных установок на органических рабочих телах.

Тенденции роста цен на энергоносители и сокращение их запасов определяют необходимость поиска путей разработки и эффективного использования новых и альтернативных источников энергии. По результатам анализа отечественной и зарубежной литературы возможно выделить 4 типа источников тепла, являющихся перспективными для освоения и требующих разработки специфического подхода к их использованию в качестве энергетических ресурсов [1; 2]:

- геотермальное тепло;
- тепловая мощность солнечного излучения;
- тепловые выбросы промышленности;
- тепловые потоки от двигателей и бортовой аппаратуры транспортных систем, в том числе автомобилей, морского транспорта, космических аппаратов.

Особенность тепловых выбросов энергоустановок – наличие отличной от окружающей среды температуры, которой, впрочем, не достаточно для организации традиционных паросиловых циклов на водяном паре. Температурный напор, – разница между температурой теплового источника и окружающей средой, – для этих источников лежит в диапазоне 60–200 °С. В зарубежной литературе такие источники получили название низкопотенциальные (low heat). Кроме тепловых выбросов промышленных предприятий к низкопотенциальным тепловым источникам часто относят геотермальную энергию и тепловую энергию солнечного излучения.

На сегодняшний день это направление энергопользования сдерживается отсутствием эффективных энергетических установок, позволяющих утилизиро-

вать тепловую энергию с низкотемпературными параметрами теплоносителя.

При получении электроэнергии наиболее распространенным в тепловой энергетике способом – в цикле силового теплового двигателя, – это обстоятельство обуславливает невозможность перегреть рабочее тело генератора свыше 100 °С.

С использованием традиционных рабочих тел (вода) преобразовать такой потенциал в электроэнергию не представляется возможным.

Перспективными и наиболее распространенными методами трансформации тепловой энергии в механическую и электрическую являются паросиловые циклы на турбомашинках. Такие циклы функционируют по принципу переноса тепла от источника к области теплосброса с выработкой энергии. При указанных температурных напорах паросиловой цикл возможно осуществить только с помощью специфических рабочих тел – органических (этанол, фторхлоруглерод, изобутан и т. д.). В литературе для их обозначения используется аббревиатура ОРТ – органическое рабочее тело.

Исследования в области паротурбинных установок (ПТУ) на ОРТ ведутся большей частью за рубежом.

Актуальность исследования и разработки вышеприведенных энергетических ресурсов заключена в том, что, не смотря на их перспективность, до сих пор отсутствуют адекватные и оптимальные методы их использования. Инженерные разработки подобных паротурбинных установок (ПТУ) на органических рабочих телах (ОРТ), представленные на мировом рынке (Turboden (Italy), Infinity Turbine LLC (USA)), имеют эффективный КПД в диапазоне 10–12 % и ограниченные диапазоны применения. Эффективных методов проектирования и оптимизации подобных установок еще не разработано.

В связи с изложенным выше возрастает потребность в математическом моделировании подобных установок. Разработка и создание инструмента проек-

тирования и оптимизации ПТУ ОРТ на основе математической модели позволит эффективно решить задачу использования низкопотенциальных тепловых источников различных типов.

Перспективным направлением энергосбережения промышленных предприятий за рубежом является применение паротурбинных установок на органическом рабочем теле (ПТУ ОРТ) для утилизации сбросного тепла производственных процессов и охлаждения компрессоров. Известны установки мощностью до 200 кВт, разрабатываемые для газовых турбин (East Hartford, CT), и для поршневых двигателей (Danville, IL) (реализуется бинарный цикл) [2].

В результате проделанной работы было проанализировано современное состояние существующих технологий утилизации тепловых сбросов энергоустановок и степени их внедрения в производство. Было установлено приоритетное направление данных технологий – разработка паротурбинных установок на органических рабочих телах. На сегодняшний день направление утилизации тепловых выбросов энергоустановок сдерживается отсутствием эффективных энергетических установок, позволяющих утилизировать тепловую энергию с низкотемпературными параметрами теплоносителя.

Библиографические ссылки

1. Sotirios Karellas, Andreas Schuster Supercritical Fluid Parameters in Organic Rankine Cycle Applications Int. J. of Thermodynamics Vol. 11 (No. 3), pp. 101–108, September 2008.
2. Brasz Joost J. Power Production from a Moderate - Temperature Geothermal Resource // Joost J. Brasz, Bruce P. Biederman, Gwen Holdmann. Paper presented at the Geothermal Resources Council Annual Meeting September 25–28th, 2005; Reno, NV, USA.

© Мамедли Р. Р., Парфенюк С. И., 2014

УДК 621.5

М. В. Мошенец

Научный руководитель – *Е. В. Черненко*

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

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СКВ ЗАКРЫТЫХ СПОРТИВНЫХ ОБЪЕКТОВ

Рассматриваются особенности проектирования систем кондиционирования и вентиляции закрытых спортивных объектов. Эта тема актуальна, так как во многих странах идет активное развитие спортивных объектов.

Одними из самых сложных спортивных объектов с точки зрения проектирования системы кондиционирования являются ледовые арены и объекты с открытыми водными пространствами (бассейны). На любом подобном спортивном сооружении можно выделить минимум две зоны. Первая — это «чаша» арены с поверхностью льда или воды и трибунами, вторая — подтрибунные помещения. Система климатизации таких арен имеет некоторые особенности. Поверхность

льда, к примеру, имеет обычно околонулевую температуру, то есть является своеобразным «генератором холода». Математическое моделирование с использованием специализированного программного обеспечения дает возможность проектировщикам обеспечить такое взаимное движение масс воздуха, при котором струи с различной температурой не перемешиваются между собой. Над ледовым покрытием образуется своеобразный «воздушный шатер» из доста-

точно прохладного воздуха. Все пространство делится на две зоны: «теплую» зону над зрительскими местами и «холодную» – над ледовым покрытием. При такой организации воздушных потоков нет никаких препятствий к раздаче по периметру ледового покрытия воздуха с относительно низкой температурой.

Одной из основных проблем при проектировании систем вентиляции и кондиционирования воздуха ледовых арен является необходимость поддержания отличающихся значений параметров внутреннего воздуха вблизи ледовой поверхности и на трибунах. Невыполнение требований к параметрам воздуха у ледовой поверхности приведет к неравномерному подтаиванию льда, искривлению его поверхности, что абсолютно недопустимо для олимпийских объектов [1]. Кроме того, параметры воздушной среды непосредственно влияют на эмоциональное и физическое состояние зрителей и спортсменов.

Немаловажной задачей при проектировании данных объектов является обеспечение их современной системой вентиляции и кондиционирования воздуха, позволяющей поддерживать параметры воздушной среды в объеме помещения арены. Интервал таких значений должен соответствовать комфортным и технологическим условиям.

При проектировании СКВ в бассейнах существует основная особенность воздуха, – это повышенная влажность. Если не предпринимать специальных мер по ее снижению, на окнах и стенах образуется конденсат, что приводит к коррозии конструкции бассейна. Кроме того, в помещении должна быть обеспечена комфортная для посетителей атмосфера. Это означает, что необходимо стабильно поддерживать надлежащий уровень температуры и относительной влажности воздуха, достаточно активный воздухообмен (чтобы избежать запотевания поверхностей) при правильном распределении потоков воздуха по помещению, а также исключить сквозняки. Подбор соответствующего вентиляционного оборудования делается на основе точных расчетов количества выделяющейся влаги и параметров помещения. При этом применение специального оборудования в идеале должно решать три задачи: осушение, обогрев и вентиляция воздуха в помещении.

Все характерные для воздуха крытых бассейнов проблемы решаются с помощью системы приточно-вытяжной вентиляции. Параметры соответствующих установок существенно зависят от площади обслуживаемого помещения и поверхности бассейна. В больших общественных бассейнах устанавливают центральные системы вентиляции на базе одного или нескольких кондиционеров и независимой вытяжки либо более экономичные, но не менее масштабные системы приточно-вытяжной вентиляции, обеспечивающие также необходимое осушение и подогрев воздуха. (Вообще говоря, использование наружных кондиционеров в бассейнах нежелательно, поскольку создаваемые ими направленные потоки воздуха создают явный дискомфорт для посетителей.) В неболь-

ших частных бассейнах обычно монтируются децентрализованные системы вентиляции, основанные на компактных моноблочных приточно-вытяжных установках; иногда вентиляция частного бассейна является частью общей климатической системы коттеджа [2].

В любом случае, с поправкой на масштаб, существует два типовых решения приточно-вытяжной вентиляции бассейна. В одном варианте отдельно смонтированные приточная и вытяжная системы работают одновременно. Эта схема менее дорогостоящая и в определенной степени схожа с организацией приточно-вытяжной вентиляции в жилых помещениях. Приточная система в данном случае производит забор и фильтрацию воздуха с улицы, регулирует в соответствии с заданными параметрами его температуру и влажность и с помощью приточного вентилятора обеспечивает приток воздуха в помещение. Для более равномерного распределения свежего воздуха его подача может осуществляться по системе воздуховодов (для помещений большой площади такая схема тем более целесообразна). Вывод воздуха обеспечивается с помощью системы вытяжных каналов, оборудованных вентиляторами.

Другой вариант – это моноблочная приточно-вытяжная система. В этом случае обеспечивается экономия электроэнергии, поскольку нагревание поступающего в помещение воздуха осуществляется частично за счет вытяжного потока (потоки при этом не смешиваются). В небольшом частном бассейне забор и подача воздуха могут осуществляться при помощи клапанов, расположенных непосредственно на установке; общественный бассейн в случае такого решения оборудуется соответствующими системами воздуховодов.

Независимо от способа организации вентиляции в бассейне существует несколько общих рекомендаций. Во-первых, струи воздуха не должны подаваться непосредственно к поверхности воды, поскольку это существенно увеличит скорость испарения. Во-вторых, поток вытяжного воздуха должен быть больше приточного во избежание переноса влаги и запахов в соседние помещения. Наконец, при наличии стеклянной кровли желательно обеспечить ее обдув в качестве дополнительной защиты от запотевания.

Библиографические ссылки

1. Денисихина Д., Колосницын А., Луканина М. Ледовые арены Сочи. Опыт математического моделирования // Здания высоких технологий, 2014 [Электронный ресурс]. URL: http://zvt.abok.ru/articles/98/Ledovie_aren_Sochi_Opit_matematicheskogo_modelirovaniya (дата обращения: 28.03.2014).
2. Системы кондиционирования и вентиляции бассейнов [Электронный ресурс]. URL: <http://www.conditionery.ru/dlja-basseinov> (дата обращения: 28.03.2014).

© Мошенец М. В., 2014

УДК 533.682

А. С. Салтыков, Чан Суан Тхиен
 Научный руководитель – А. С. Салтыков
 ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», Воронеж

УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ СВЕРХЗВУКОВЫМ ВОЗДУХОЗАБОРНИКОМ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ ИСТРЕБИТЕЛЯ НА МАЛЫХ ДОЗВУКОВЫХ СКОРОСТЯХ ПОЛЕТА

Представлены результаты численного моделирования и выполнен расчет характеристик входного устройства самолета МиГ-29 с использованием расчетного комплекса ANSYS.

Усовершенствование устройства дополнительной подпитки воздухом (в виде подвижной панели в канале воздухозаборника (ВЗ)) авиационной силовой установки боевого воздушного судна было выполнено с целью увеличения коэффициента сохранения полного давления ($\sigma_{вх}$) за счет увеличения относительной площади входа ВЗ. Порядок выполнения работы по расчету характеристик входного устройства типа МиГ-29 был задан следующий: создание модели в среде Solid works с заданным масштабом 1:1; построение расчетной сетки в препроцессоре ICFM CFD; задание граничных условий в препроцессоре ANSYS CFX; расчет параметров в расчетном модуле ANSYS CFX; получение данных пост процессор ANSYS CFX; анализ полученных результатов.

Для построения твердотельной модели ВЗ использовалась программа Solid works. Все размеры были сняты с реального входного устройства типа МиГ-29. После создания модели в ICFM CFD была построена расчетная сетка конечных элементов. Моделирование сетки было выполнено таким образом, чтобы она позволяла получить наиболее точные результаты при допустимых требованиях производительности ЭВМ. Конечный вид сетки представлен на рис. 1. Число элементов сетки около $1,5 \cdot 10^6$ ячеек. Для того чтобы повысить точность вычислений, сетка была загущена в районе верхних входов и самой створки дополнительной подпитки воздухом.

На входе в расчетную область (рис. 2) были заданы следующие параметры воздуха: модель газа – реальный газ, температура 288,15 К, давление 101325 Па, набегающий поток 55,5 м/с. Параметр на выходе: расход воздуха $G_v = 77$ кг/с, что соответствует режиму «Номинал» двигателя РД- 33 2С [1].

Для стенок ВЗ и покрытия аэродрома было задано граничное условие непротекания. В ходе расчетов изменялись такие параметры как: расход воздуха G_v и скорость набегающего потока, которые имитируют взлета самолета и его полет на малых дозвуковых скоростях.

В ходе выполнения расчета программа просчитывает параметры потока дискретно в каждом элементарном объеме, уравнений Навье-Стокса (уравнения сохранения массы, импульса и энергии), осредненных по числу Рейнольдса [2].

После завершения решения итерационной задачи были получены и визуализированы результаты расчета, которые представлены на рис. 3. Данные полученные расчетным путем позволяют сравнивать параметры воздухозаборника без створки дополнительной подпитки воздухом и с ее применением. По полученным картинкам поля давлений на входе в двигатель было вычислено значение коэффициента сохранения полного давления ($\sigma_{вх}$) на входе в двигатель и пересчитаны основные параметры двигателя. Результаты расчетов для удобства представления сведены в таблицу.

Изменение основных параметров ГТД с применением створки подпитки

Параметр	Без створки подпитки	Со створкой подпитки	Изменение в %
$\sigma_{вх}$	0,912	0,97	↑ 6
$P_{вд}, Н \cdot с/кг$	611,79	630,25	↑ 2,9
$P, Н$	7 370,96	7 780,86	↑ 5,2
$C_{вд}, кг/(Н \cdot ч)$	0,083	0,081	↓ 2,5

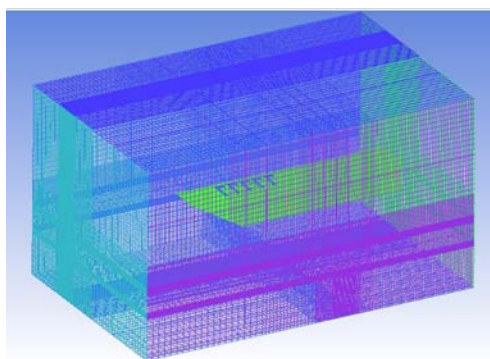


Рис. 1. Расчётная сетка

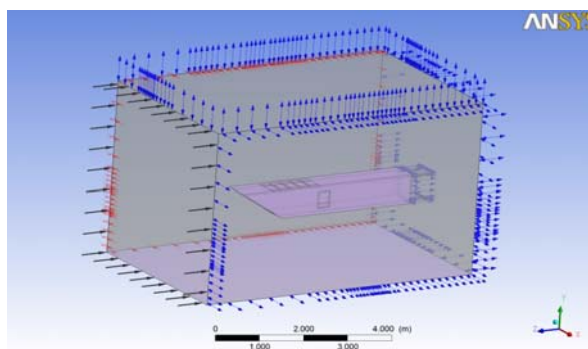


Рис. 2. Приложение граничных условий

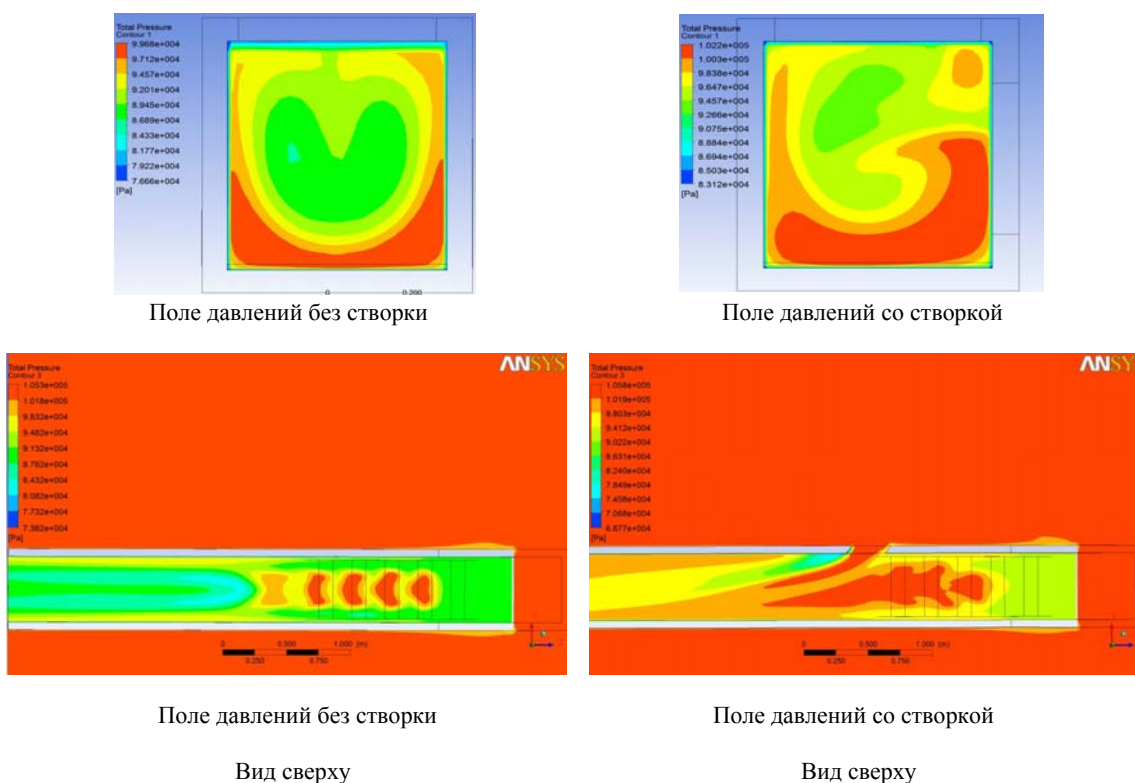


Рис. 3. Визуализация расчётов

Библиографические ссылки

1. Даниленко Н. В., Кривель П. М. Теория авиационных двигателей : учебник. В 2 ч. Ч. 1. Иркутск : ИВВАИУ(ВИ), 2006. 468 с.
 2. Rehby L., MacManus D. G. Jet engine ground vortex studies // School of engineering department of

aerospace sciences MSc aerospace dynamics academic, 2007. 197 p.

© Салтыков А. С., Чан Суан Тхиен, 2014

УДК 621.325.5

М. Ю. Хайцен, Е. В. Кулаков
 Научный руководитель – *А. А. Зуев*
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МЕТОДИКА РАСЧЕТА НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРУНТОВЫХ ВОД И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СКВ РАЗНЫХ ТИПОВ

Предложена схема холодоснабжения на основе низкопотенциальной тепловой энергии грунтовых вод. Также рассматривается предварительная методика расчета данной СКВ и дальнейшая сравнительная экономическая оценка с СКВ, работающих на хладагентах.

В современном обществе для охлаждения и кондиционирования жилых помещений используются системы кондиционирования воздуха, работающие на специальных рабочих агентах - фреонах. Но для целей охлаждения помещений в небольшом диапазоне температур можно использовать низкопотенциальную энергию грунтовых вод. Температура таких вод зависит от глубины и географического месторасположения источника. Средняя температура грунтовых вод – 5–10 °С, чего вполне хватает для обеспечения жилых помещений холодным воздухом [1].

Авторы статьи предлагают схему кондиционирования воздуха с использованием грунтовых вод.

Преимущества:

- экономически привлекательный источник тепла;
- незначительная потребность в технологической площади;

Недостатки:

- открытая система;
- затраты на обслуживание;
- требуется анализ химического состава и геологического залегания грунтовых вод;

– обязательное наличие разрешительной документации.

Использование грунтовых вод путем их отбора через колодезную установку и последующего возврата в водоносные слои грунта является особенно выгодным с энергетической точки зрения. Практически постоянная температура воды в течение всего года позволяет достичь высоких значений коэффициента мощности СКВ.

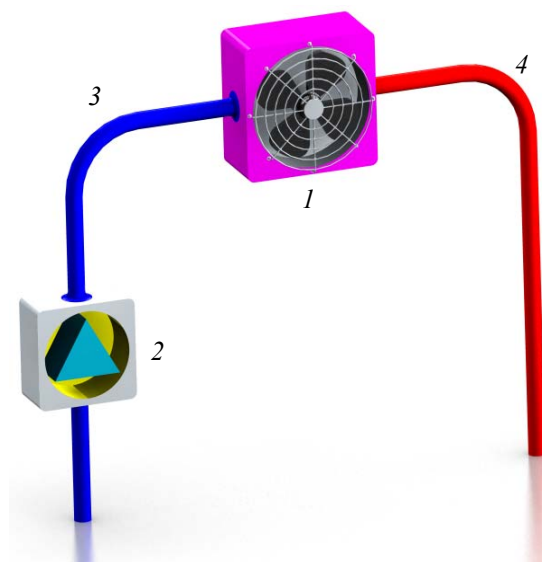
Так как рабочим телом является вода, предложенная схема (представлено на рисунке) имеет преимущество перед СКВ, работающими на холодильных агентах. Принцип работы достаточно прост: при помощи насоса 2 теплоноситель подается по холодной линии 3 в воздухоохладитель 1 и имеет температуру от 5 до 10 °С. Проходя через воздухоохладитель, теплоноситель нагревается до температуры 9–14 °С, и сбрасывается по теплой линии 4 в водоносный слой.

Варианты грунтовых зондов:

- разделенный зонд;
- замкнутый контур подводного типа.

После определения затрат стоимости оборудования, монтажно-строительных работ и затрат на эксплуатационные расходы, необходимо оценить экономическую целесообразность использования предлагаемой схемы кондиционирования воздуха. В качестве сравнения выбираем одноименные воздухоохладители (фанкойлы) фирмы Aerotek. Предполагается провести расчет для разных типоразмеров воздухоохладителей и провести сравнительный анализ.

Представленная схема холодоснабжения показывает энергетическую эффективность по сравнению с СКВ.



Принципиальная 3D схема низкопотенциальной грунтовой СКВ.

1 – воздухоохладитель; 2 – насос;
3 – холодная линия; 4 – теплая линия

Библиографическая ссылка

1. Кулаков Е. В., Мелкозеров М. Г. Охлаждение помещений за счет низкопотенциальной тепловой энергии // Решетневские чтения. 2013. С. 138.

© Хайцен М. Ю., Кулаков Е. В., 2014

УДК 621.56

А. А. Ходенков, А. В. Делков

Научный руководитель – А. А. Кишкин

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОБМЕНА В КОНДЕНСАТОРЕ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Рассматривается тепловой процесс в конденсаторе холодильной установки. Выделяются особенности работы конденсатора, осложняющие его расчет. Приводятся данные экспериментальных исследований.

В данной работе рассматриваются тепловые процессы в одном из основных элементов холодильной установки – конденсаторе.

Эффективность теплообмена и площадь распространения фазового перехода [1]. Оценка эффективности обычно производится на этапе проекторночного расчета. Однако в настоящее время вопрос достоверного расчета таких систем остается открытым. Это обусловлено особенностями работы:

- изменение свойств сред в зависимости от степени фазового перехода по длине канала (рис. 1);
- наличие различных режимов течения в трубах теплообменного аппарата;
- изменение скорости, числа Рейнольдса и коэффициента теплоотдачи по длине фазового перехода.

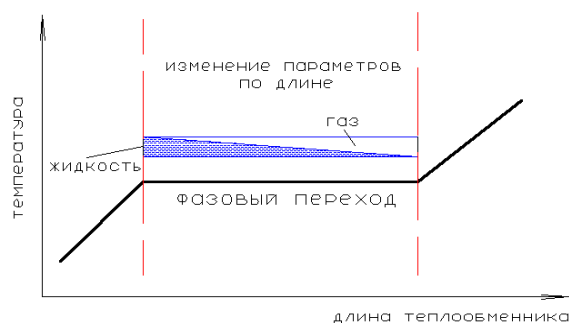


Рис. 1. Картина течения с фазовым переходом в конденсаторе

В настоящем исследовании ставится задача унифицировать расчетный аппарат для создания универ-

сальных алгоритмов, подходящих для произвольного конденсатора, позволяющих существенно повысить энергоэффективность и снизить массо-габаритные и стоимостные параметры.

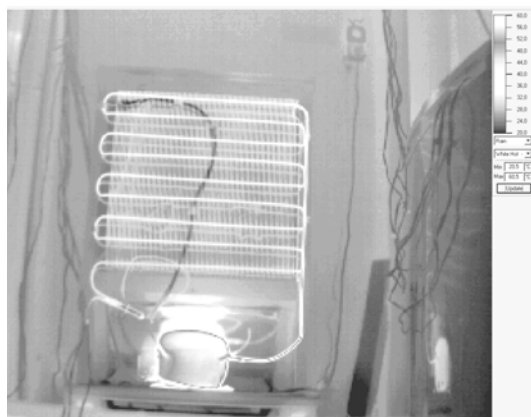


Рис. 2. Температурное поле конденсатора холодильной машины

Была проведена серия экспериментальных исследований с целью определения длины фазового перехода и коэффициентов теплоотдачи. Для проведения

этой серии экспериментов собрана холодильная установка, работающая по обратному циклу, размещенная в климатической камере объемом 10 м³.

В эксперименте измерялась температура по длине конденсатора.

На основе проведенных экспериментов по температурному полю (рис. 2) двухфазного теплообменника можно определить длину фазового перехода без разрыва первого рода.

Обработка экспериментальных данных будет служить основой верификации алгоритма расчета и проектирования теплообменных аппаратов холодильных установок. На основе алгоритма планируется создать эффективный инструмент оптимизации подобных систем.

Библиографическая ссылка

1. Данилова Г. Н., Богданов С. Н., Иванов О. П. и др. Теплообменные аппараты холодильных установок / под ред. Г. Н. Даниловой. 2-е изд., перераб. и доп. Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1986. 303 с. : ил.

© Ходенков А. А., Делков А. В., 2014

УДК 621.5

М. К. Череватенко, А. Е. Какоулин

Научный руководитель – *Е. В. Черненко*

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

ПРОЦЕСС СОЗДАНИЯ ЛЕДОВОГО ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ЗАКРЫТЫХ ЛЕДОВЫХ АРЕН

Рассматривается устройством процесс создания ледового покрытия. Эта тема актуальна, так как во многих странах активно развиваются зимние виды спорта, а климатические условия некоторых стран не позволяют создавать открытые ледовые арены. Создание закрытых ледовых арен дает возможность проводить занятия круглогодично.

В последние годы строительство ледового катка, является не таким сложным как раньше, все благодаря последним строительно-техническим достижениям и накопленному опыту в области климатической техники [1]. Ледовые арены имеют две характерные особенности: во-первых, требуется выполнить два различных требования по температурно-влажностным параметрам – комфортные условия для зрителей и условия нормального функционирования ледового покрытия; во-вторых, требуется обеспечить достаточно существенную холодильную мощность для намораживания этого ледового покрытия; В третьих эффективная система воздухообмена и глубокое осушение воздуха, благодаря которым предотвращается заражение помещений плесенью. Избежать технических ошибок при строительстве крытых ледовых катков позволяют современные методы моделирования процессов, которые происходят внутри помещения ледовой арены.

На любом подобном спортивном сооружении можно выделить минимум две зоны [2]. Первая – это

«чаша» ледовой арены с поверхностью льда и трибунами, вторая – подтрибунные помещения. Система климатизации самих ледовых арен имеет некоторые особенности. Поверхность льда имеет обычно околонулевую температуру, то есть является своеобразным «генератором холода». Математическое моделирование с использованием специализированного программного обеспечения дает возможность проектировщикам обеспечить такое взаимное движение масс воздуха, при котором струи с различной температурой не перемешиваются между собой. Над ледовым покрытием образуется своеобразный «воздушный шатер» из достаточно прохладного воздуха. Все пространство делится на две зоны: «теплую» зону над зрительскими местами и «холодную» – над ледовым покрытием. При такой организации воздушных потоков нет никаких препятствий к раздаче по периметру ледового покрытия воздуха с относительно низкой температурой.

Ледовое покрытие представляет собой систему коллекторов и трубных матов. К холодильной уста-

новке с агрегатированной насосной группой, с помощью гибких рукавов присоединяется данная система. Размеры ледового поля ограничивают трубные маты и коллекторная система, именно поэтому размер одной из сторон не должен превышать 50 метров, а другую сторону можно достраивать до ста метров. Непосредственно для намораживания льда используются охлаждающие змеевики, интегрированные в бетонные основания ледовых покрытий. Змеевики выполняются либо из стальных труб, либо из высокопрочных термостойких полимерных (полиэтиленовых) труб. Змеевики выполняются единым элементом, без каких-либо соединений. По трубам змеевиков циркулирует хладагент. Температура хладагента составляет, в зависимости от назначения ледового покрытия (вида проводимого соревнования), от -8 до -18 °С. Шаг труб по горизонтали составляет 100–600 мм. Особое внимание обращается на точность поддержания вертикального расстояния от трубок до поверхности бетонного основания, составлявшего 30–40 мм. Расположение труб подбирается таким образом, чтобы обеспечить максимально возможную равномерность температуры по всей площади ледового покрытия, от чего зависит качество льда.

Для контроля температуры ледового покрытия используются датчики, которые позволяют контролировать температуру бетонного основания и самого ледового покрытия. Оптимальная температура ледового покрытия для разных видов соревнований (хоккей, фигурное катание, конькобежные дисциплины) отличается. Датчики интегрированы в бетонную плиту основания, кроме того, ряд датчиков интегрируется непосредственно в толщу льда. Еще один тип датчиков, используемых для контроля температуры ледового покрытия, – инфракрасные, которыми измеряется температура поверхности льда.

Ледовое покрытие имеет сложную многослойную структуру. Верхний тончайший слой – сверхмягкий, для улучшения скольжения. Нижние слои – предельно твердые и прочные для предотвращения врезания конька в лед. Для создания такого ледового покрытия используется вода трех типов очистки:

Первая стадия – предварительной очистки воды – для удаления грубых примесей, а также части соединений хлора, растворенного железа и органики.

Вторая стадия – получения очищенной воды – является основной для создания качественного льда.

В ней происходит практически полное очищение воды от всех солей и других соединений.

Третья стадия – глубокая очистка воды – позволяет удалить растворенные газы и оставшиеся примеси.

Затем производится окрашивание поверхности, нанесение разметки, затем заливается основная часть ледового покрытия. Финишная обработка производится специальными машинами – ледовыми комбайнами. Общая толщина ледового покрытия составляет обычно 40–70 мм, но может достигать и больших значений – 100 мм и выше.

Холодильное оборудование, используемое для создания льда катка или арены, работает по тому же принципу, что и обычный кондиционер или холодильник. Однако существенное отличие состоит в том, что хладагент холодильной системы не контактирует с водой (льдом), соответственно, не воздействует на воду (лед) непосредственно. Охлаждению подвергается специальный раствор (пропиленгликоль или этиленгликоль, хлорид кальция), который затем проходит под давлением по системе трубок (матов катка), составляющих основание катка, тем самым создавая и поддерживая лед на арене. Система изготавливается из пластиковых или стальных трубок. Оборудование для катка состоит из 4 главных элементов: холодильная установка, система труб, соединяющая маты ледовой арены и холодильную установку, система матов основания катка, хладагент – рабочий раствор холодильной установки.

Библиографические ссылки

1. Панкратов В. В. Шилкин Н. В. Особенности климатизации ледовых арен // АВОК, 2009. № 9. [Электронный ресурс]. URL: http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=4457 (дата обращения: 28.03.2014).
2. Строительство ледовых катков [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mkproject.ru/index.php?page=ledovye-katki> (дата обращения: 28.03.2014).
3. Ершов С. А. Модернизация системы очистки воды для получения льда в крытых спортивных комплексах [Электронный ресурс]. URL: <http://www.chem-eng.ru/dissertations.htm> (дата обращения: 28.03.2014).

© Череватенко М. К., Какоулин А. Е., 2014

УДК 621.01

Е. С. Дорофеева, Р. А. Мирзаев

Научный руководитель – Н. А. Смирнов

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

МЕХАНИЗМЫ ОРИЕНТАЦИИ АНТЕНН КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Предложено решение задачи по осуществлению поворота антенны космического телескопа при помощи механизмов параллельной структуры. Проанализированы схемы таких механизмов, определена их кинематика при повороте рефлектора.

На сегодняшний день, перед разработчиками стоит ряд проблем связанных с высокими требованиями, предъявляемыми по точности и надежности функционирования механических систем в космосе, т. е. при сверхнизких температурах и колоссальном удалении от Земли. Для решения подобного рода проблем требуется разработка новых эффективных решений, основанных на применении современных интеллектуальных систем, способных, в свою очередь, автономно и длительно функционировать в экстремальных условиях. Так, например, одной из проблем является гравитационная и инерциальная чувствительность. Под гравитационно-инерциальной чувствительностью космических систем понимается недопустимое изменение их тактико-технических характеристик в орбитальном полете под влиянием внешних и внутренних микродинамических воздействий гравитационного и инерционного происхождения. Также одной из проблем, является обеспечение сверхвысокоточного наведения антенны телескопа на исследуемые объекты и периодический контроль геометрии главного зеркала [1].

В работе [2], рассматривающей особенности синтеза механизмов ориентации космического телескопа, предлагается применение параллельных механизмов в космической сфере для ориентации рефлекторов антенн и телескопов.

Традиционно синтез механизмов проводится в несколько этапов: первым является структурный синтез, то есть определение всех возможных схем плоских рычажных шестизвенных механизмов с тремя степенями свободы, пригодных к использованию их по заданному функциональному назначению. Их же в свою очередь можно получить из анализа всех шестизвенных замкнутых кинематических цепей. Цепей, состоящих из пяти подвижных звеньев и шести вращательных пар, можно образовать всего две. Эти шестизвенные замкнутые кинематические цепи могут рассматриваться в качестве исходных вариантов для синтеза шестизвенных механизмов с тремя степенями свободы.

Данные механизмы могут быть построены либо на основе одного кривошипа, одного коромысла и одного двойного маятника, либо на основе одного тройного маятника (см. рисунок). В первом случае к ведущему звену 1 и двойному маятнику с ведущими

звеньями 5 и 4 присоединена структурная группа Ассура второго класса первого вида со звеньями 2 и 3. Во втором случае к тройному маятнику, состоящему из ведущих звеньев 5, 4 и 3, присоединена структурная группа Ассура со звеньями 2 и 1.

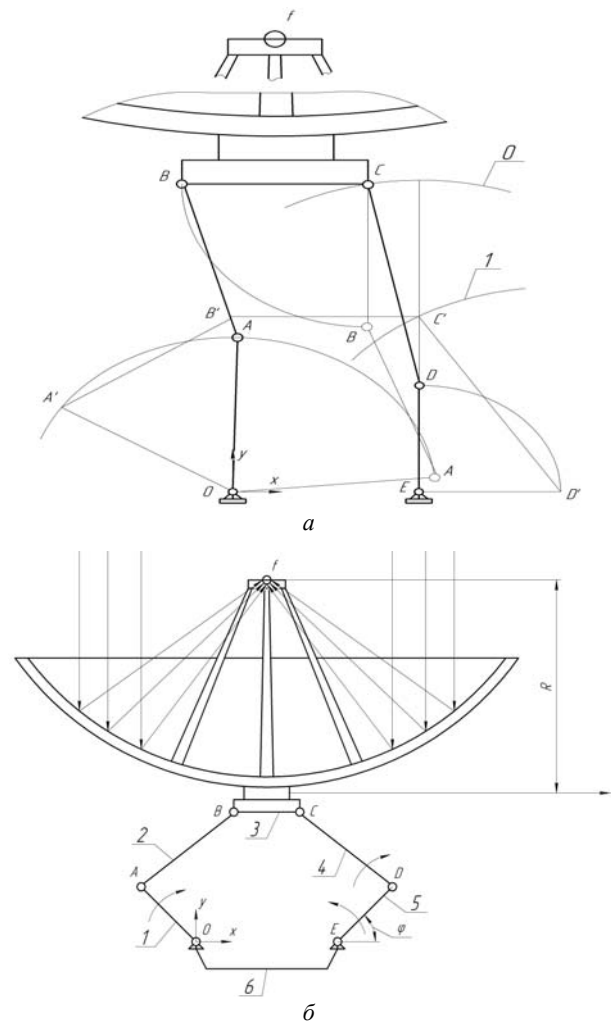


Рис. 1. Плоский шестизвенный механизм с тремя степенями свободы:
а – конструкция; б – расчетная схема
(f – фокус антенны)

Для определения координат центров шарниров механизма вводится система координат OXY с началом в центре шарнира O на левой опоре (рис. б). На втором этапе синтеза необходимо по заданным условиям определить размеры звеньев механизма, предназначенного для поворота звена 3 из его верхнего крайнего (горизонтального) положения в крайнее нижнее (вертикальное).

Для выполнения основного назначения рассматриваемый механизм должен удовлетворять следующим условиям.

1. Для осуществления свободного поворота антенны телескопа, в крайнем вертикальном положении выходного звена должен быть некоторый зазор между опорной линией OE и точкой M . Другими словами, траектория точки не должна пересекаться с опорной линией.

2. Движения звеньев рассматриваемого механизма должны происходить выше опорной линии OE , т. е. координаты центров шарниров A и D должны быть только положительными.

Как для исходного, так и для рабочего положений механизма необходимо определить длины звеньев l и углы их поворота. С этой целью структурную цепь механизма разбиваем на две части: цепь $EDCE$, представляющую собой механизм двойного маятника и цепь $OABCO$, которая является двухкоромысловым механизмом.

Предложенная конструкция механизма параллельной структуры является перспективной для ориентации антенн космических аппаратов. Это обусловлено тем, что данные механизмы обладают высокими функциональными свойствами ввиду их высокой точности, грузоподъемности, наличия возможности установить приводы на основании. А это в свою очередь является важным условием для разработки системы наведения космического радиотелескопа.

Библиографические ссылки

1. Синтез механизмов параллельной структуры для ориентации антенны космического телескопа / Ю. Н. Артеменко, В. А. Глазунов, Э. Е. Сильвестров, В. В. Кореновский, С. М. Демидов // Наука и образование. 2013. № 5.

2. Пестериков А. А. Устройство ориентации лепестков рефлектора космического телескопа «Миллиметр» // Разработка, производство, испытания и эксплуатация космических аппаратов и систем : материалы науч.-техн. конф. // ОАО «ИСС». Железногорск. 2011. С. 211–212.

3. Merlet J.-P. Parallel Robots. Solid mechanics and its applications. Kluwer Academic Publishers, 2000. 394 p.

© Дорофеева Е. С., Мирзаев Р. А., 2014

УДК 629.7.021.6

Д. А. Климовский

Научный руководитель – *Н. А. Смирнов*

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

КОНСТРУКЦИЯ ГРАВИТАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ НАНОСПУТНИКА

Представлена раскрывающаяся конструкция системы гравитационной стабилизации наноспутника на основе актуатора с желобчатой лентой.

В последнее время в мире вырос интерес к созданию малых спутников. Одно из основных направлений, где они демонстрируют свои преимущества, это технологические эксперименты по тестированию миниатюрной элементной базы и отработке новых технологических решений. Другое направление – использование малогабаритных спутников в образовательном процессе. Такое применение обусловлено относительно невысокой стоимостью миссий и коротким временным циклом цепочки «идея – результаты летных испытаний» [1].

Для стабильного и правильного функционирования, наноспутник на орбите должен обладать определенным положением относительно Земли. Для стабилизации ИСЗ применяются два метода: пассивный и активный. Так как у наноспутников имеются высокие требования к массе и компактности, то установка на них активных органов стабилизации приведет к утяжелению конструкции и увеличению габаритов изделия, а так же к установке дополнительных источников энергии. Пассивные методы стабилизации отличаются

тем, что не требуют запасание дополнительной энергии на борту КА. Наиболее распространены следующие пассивные методы стабилизации [2]:

- гравитационный;
- аэродинамический;
- давлением солнечных лучей;
- вращением.

За счет того, что спутник имеет небольшие размеры, воздействие на него со стороны аэродинамических сил и давления солнечных лучей пренебрежимо мало. Стабилизация вращением так же малоэффективна для таких размеров. В основном она используется в сочетании с активными методами.

Гравитационная система стабилизации основана на использовании гравитационного момента и ориентирует одну из осей спутника по местной земной вертикали, причем, одновременно с этим возможна ориентация двух других осей.

В качестве основы конструкции предлагается использовать актуатор на основе желобчатой ленты [3] (рис. 1). За счет формы сечения ленты она обладает

достаточной гибкостью для наматывания на барабан и имеет необходимый запас устойчивости в развернутом состоянии. Вся конструкция состоит из трех таких лент, расположенных на равных расстояниях по окружности с центром в предполагаемой оси стабилизации и соединенных между собой на концах (рис. 2).

В момент вывода аппарата на орбиту ленты наматаны на барабаны, благодаря чему достигается высокая компактность конструкции с одной стороны, а с другой, ленты не воспринимают нагрузок. За счет того, что ленты разворачиваются одновременно, их

длины до места соединения остаются постоянно равными, благодаря чему вершина такой конструкции перемещается вдоль оси предполагаемой стабилизации.

Главные достоинства предлагаемой конструкции системы стабилизации – компактные размеры в неразвернутом состоянии и малая масса за счет тонкой желобчатой ленты, плавное раскрытие на орбите.

Механизмы и конструкции такого рода могут вывести такую категорию космических аппаратов как наноспутники принципиально на новый уровень.

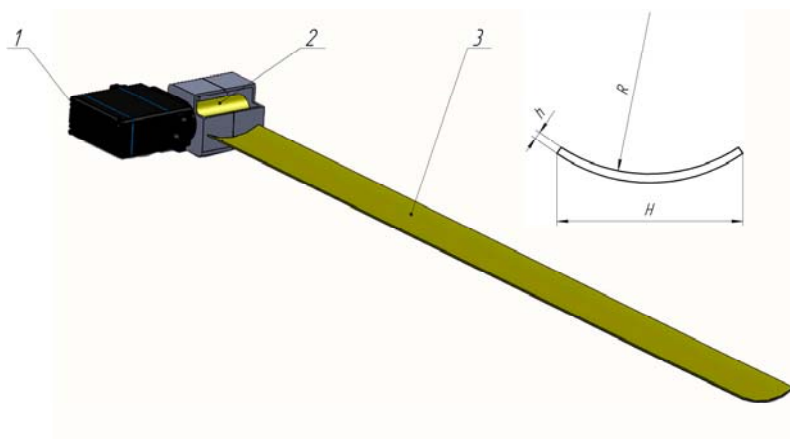


Рис. 1. Компактный актуатор

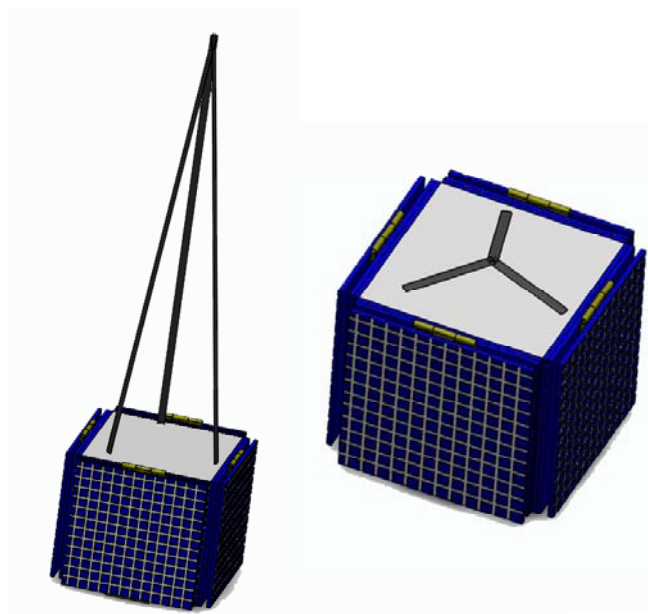


Рис. 2. Конструкция в развернутом и свернутом состоянии

Библиографические ссылки

1. Биндель Д. [и др.] Наноспутник GRESAT. Общее описание // Предпринты ИПМ им. М. В. Келдыша. 2009. № 21. 35 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2009-21> (дата обращения: 12.03.2014).

2. Филагов В. В. Спутники связи : учебное пособие ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2005. 208 с.

3. Klimovskiy D. A. Construction of the compact actuator // European Science and Technology: 7th International scientific conference. Munich, 2014. P. 286–288.

© Климовский Д. А., 2014

УДК 621.865.8

В. И. Нихочин, В. О. Шевчугов
 Научный руководитель – Н. А. Смирнов
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ УРАВНЕНИЙ
 МНОГОЗВЕННОГО МАНИПУЛЯТОРА**

Описана математическая модель, позволяющая производить преобразования системы уравнений многозвеного манипулятора с сокращением степеней свободы, и перевода системы из неопределенной в определенную.

Решение прямой задачи для составления системы уравнений манипулятора является первостепенной задачей при построения высокоточного устройства. Большинство современных манипуляторов для увеличения качества обработки рабочих изделий обладают большим количеством степеней свободы, позволяющие расположить рабочий органа устройства в любую точку пространства относительно обрабатываемого изделия. Однако увеличение кинематических пар в манипуляторе приводит к усложнению системы уравнений, отвечающей за расположение кинематических пар в пространстве, что негативно влияет на разработку системы управления данным манипулятором.

Идеальным манипулятором является система с тремя кинематическими парами, так как такая система является определенной и обладает единственным решением, позволяющим задать точные параметры для манипулятора. Современная индустрия стремится к увеличению рабочих операций манипулятора для большей его унификации. Однако при выполнении некоторых операций манипулятору не требует такое количество кинематических пар и степеней свободы.

Основной идеей математического преобразования системы уравнений для многозвеного манипулятора является сокращение кинематических пар, связанной с заменой их эквивалентными. На рис. 1 представлена схема пятизвеного манипулятора.

Для сокращения кинематических пар необходимо разложить схему на основные части, каждая из которых содержит одно или два кинематических звена. Таким образом решение прямой задачи разбивается на более малые части. Необходимо задать дополнительные промежуточные полюсы, которые позволят использовать преобразования для решения отдельных частей.

На рис. 2 показана схема перехода от двухзвеной к однозвеной системе.

Необходимо определить длину dX эквивалентного звена и углы $\varphi_0, \varphi_1, \text{ang}$. Математическая модель, в зависимости от того, какое звено длиннее d_0 или d_1 , определяет порядок решения. Координаты полюса P могут задаваться вручную, или автоматически.

Система уравнений для первых двух звеньев ($d_0 = 4, d_1 = 3$ – длины звеньев) [1]:

$$\begin{cases} x = 3 \cos(\varphi_0) \cos(\varphi_1) - 3 \sin(\varphi_0) \sin(\varphi_1) + 4 \cos(\varphi_0), \\ y = 3 \sin(\varphi_0) \cos(\varphi_1) - 3 \cos(\varphi_0) \sin(\varphi_1) + 4 \sin(\varphi_0). \end{cases} \quad (1)$$

После того, как дополнительные параметры заданы, необходимо определить угол φ_1 из уравнения, описывающего схему на рис. 2:

$$d_0^2 + d_1^2 - 2 \cdot d_0 \cdot d_1 \cdot \cos\left(\pi + \frac{\pi \cdot \varphi_1}{180}\right) = a_0^2 + a_1^2, \quad (2)$$

$$\varphi_1 = \frac{180 \left(\pi - \arccos\left(\frac{1}{2} \cdot \frac{d_0^2 + d_1^2 - a_0^2 - a_1^2}{a_0 a_1} \right) \right)}{\pi}. \quad (3)$$

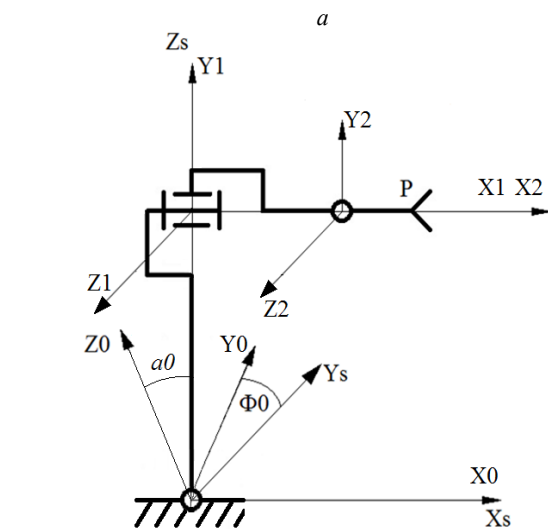
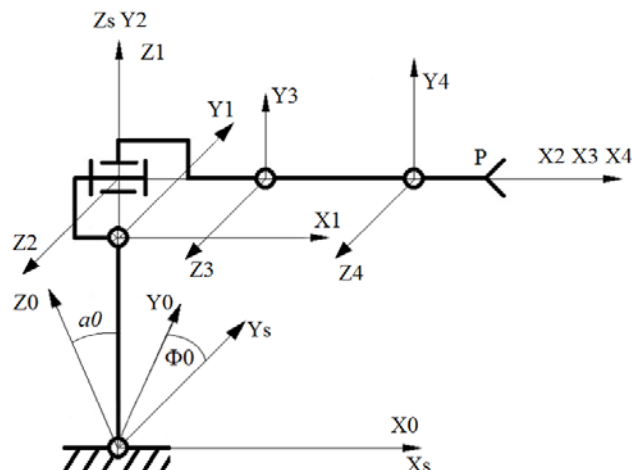


Рис. 1. Кинематическая схема пятизвеного манипулятора: а – до преобразования; б – после преобразования

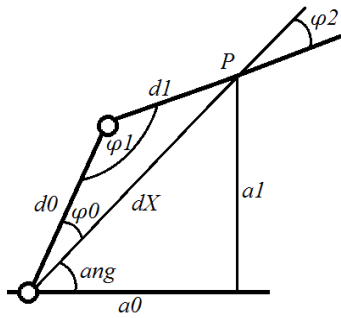


Рис. 2. Кинематическая схема пятизвенного манипулятора

Далее находим угол φ_0 из формулы (1), подставив вычисленное значение угла φ_1 и координату полюса a_0 . Угол φ_2 вычисляется из формулы $180^\circ = \varphi_0 + \varphi_1 + \varphi_2$. Он необходим для дальнейшего учета поворота вокруг оси Z следующей кинематической пары. Находим угол поворота эквивалентного звена из формулы

$$\text{ang} = \frac{180}{\pi} \frac{a_1}{\sqrt{a_0^2 + a_1^2}}. \quad (4)$$

Аналогичные преобразования проводим с двумя крайними кинематическими звеньями. В результате уменьшения кинематических пар и заменой их эквивалентами, получается преобразованная схема, показанная на рис. 1, б.

Данная схема имеет три кинематические пары, а значит система уравнений, описывающая координат полюса манипулятора, является определенной и обладает единственным решением.

Разработанная математическая модель не позволяет её применять для всех манипуляторов, так как обладает определенными ограничениями на ввод дополнительных полюсов и выбора углов поворота, однако, в большинстве случаев, её применение оправдано простотой расчета и применения.

Библиографическая ссылка

1. Зенкевич С. Л., Ющенко А. С. Основы управления манипуляционными роботами. М. : Изд. МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. 480 с.

© Нихочин В. И., Шевчугов В. О., 2014

УДК 629.7.021.6

Е. В. Фалькова, Д. А. Климовский
 Научный руководитель – *Н. А. Смирнов*
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЖЕЛОБЧАТОЙ ЛЕНТЫ АКТУАТОРА

Рассматриваются особенности выбора геометрических параметров желобчатой ленты для актуатора на основе ее прочностных характеристик и условий эксплуатации.

подавляющее большинство электродвигателей являются электродвигателями вращательного движения. В то же время, многие звенья механизмов по технологии своей работы должны совершать поступательное или возвратно-поступательное движение. Преобразование вращательного движения в поступательное осуществляется посредством специальных кинематических звеньев [1].

Актуатор – механизм, преобразующий вращательную энергию электродвигателя в поступательное движение нагрузки. Один из актуаторов (рис. 1) [2]

представляет собой барабан с намотанной на него желобчатой лентой. За счет формы сечения ленты она обладает достаточной гибкостью для наматывания на барабан и обладает устойчивостью в развернутом состоянии. Достоинства такого актуатора большой ход выходного звена при малых размерах в свернутом состоянии. Недостатком актуатора является различие в максимальных усилиях при работе на растяжение и сжатие ленты, поэтому необходим правильный подбор сечения ленты.

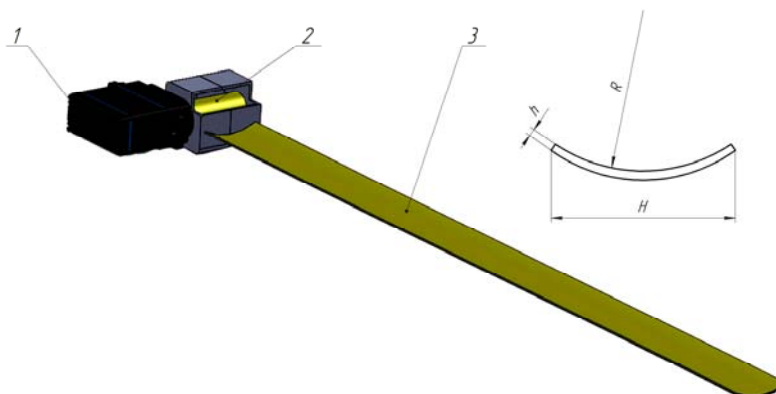


Рис. 1. Компактный актуатор

Сечение ленты представляет собой сектор тонкостенного кольца. Основные параметры, определяющие форму сечения: радиус R , ширина H , толщина h . Основные геометрические характеристики сечения – площадь и моменты инерции [3]:

$$F = 2rh \arcsin\left(\frac{H}{2(r+h)}\right); \quad \alpha = \arcsin\left(\frac{H}{2(r+h)}\right);$$

$$I_x = \frac{hr^3}{2} \left(2\alpha + \sin 2\alpha - \frac{4\sin^2 \alpha}{\alpha} \right);$$

$$I_y = \frac{hr^3}{2} (2\alpha - \sin 2\alpha);$$

При работе на растяжение (тянущее действие) должно выполняться следующее условие:

$$\sigma = \frac{P}{F} \leq \sigma_T, \text{ откуда } F \geq \frac{P}{\sigma_T},$$

где P – тянущая сила; F – площадь сечения; σ_T – предел текучести материала ленты.

При работе ленты на сжатие (толкающее действие) может произойти потеря устойчивости, поэтому действующие напряжения, определяющиеся аналогично случаю растяжения, не должны превышать критические напряжения потери устойчивости, определяемые по формуле Эйлера [4]:

$$\sigma_{кр} = \frac{\pi^2 EI_x^2}{(\mu l)^2 F}; \quad P_{кр} = \frac{\pi^2 EI_x^2}{(\mu l)^2};$$

Как видно из последней формулы, ограничение на работоспособность ленты при толкающем усилии накладывает не только площадь сечения, но и её длина. Поэтому для правильного выбора ленты необходимо учитывать не только требуемую силу, но и величину перемещение ленты.

Наиболее сложный с точки зрения расчета, но перспективный в плане применения вариант использования ленты как поддерживающей балки. Но в этом случае возникает опасность потери устойчивости плоской формы изгиба. Такой вид потери устойчиво-

сти называется опрокидыванием, при котором балка скручивается, а её ось изгибается в плоскости наименьшей жесткости (рис. 2). Известны частные случаи решения такой задачи. В общем случае для проверки потери устойчивости необходимо обращаться к современным пакетам численного моделирования.

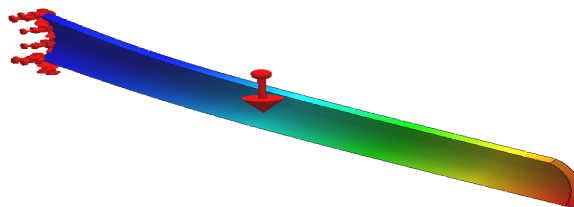


Рис. 2. Потеря устойчивости плоской формы изгиба

Рассматриваемый актуатор дает большие преимущества в механизмах, где нужно получить большой ход выходного звена при относительно небольшом усилии. Перспективное направление использования – исполнительный элемент для развертывания наноспутника на орбите.

Библиографические ссылки

1. Онищенко Г. Б. Электрический привод : учебник для вузов. М. : РАСХН. 2003. 320 с.
2. Klimovskiy D. A. Construction of the compact actuator // European Science and Technology : 7th Intern. Scien. Conf. Munich, 2014. P. 286–288.
3. Писаренко Г. С., Яковлев А. П., Матвеев В. В. Справочник по сопротивлению материалов. Киев : Наукова думка, 1975. 705 с.
4. Горшков А. Г., Трошкин В. Н., Шалашилин В. И. Сопротивление материалов : учеб. пособ. 2-е изд., испр. М. : Физматлит, 2005. 544 с.

© Фалькова Е. В., Климовский Д. А., 2014

УДК 621.3.095.22

В. О. Шевчугов, В. И. Нихочин

Научный руководитель – *Н. А. Смирнов*

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

ОПРЕДЕЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ЗОН ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ

Разработана математическая модель, описывающая потенциально биологически опасные зоны излучающего устройства, в зависимости от диаграммы направленности антенны.

Любое радиоэлектронное средство предназначено для передачи и (или) приема радиоволн и состоит из одного или несколько передающих и (или) приемных устройств, либо их комбинаций. Передающие устройства при работе вызывают большое электромагнитное излучение, и образуют биологически опасную зона вокруг направления луча, на границе которой уровни электромагнитной энергии равны предельно допус-

тимому уровню. В зависимости от мощности передающего устройства необходимо оценить опасную зону для безопасной работы обслуживающего персонала.

Степень воздействия электромагнитного излучения на организм человека в зависимости от плотности потока энергии эквивалентной плоской волне, выражается в мкВт/см². Для частот 30 кГц – 300 ГГц

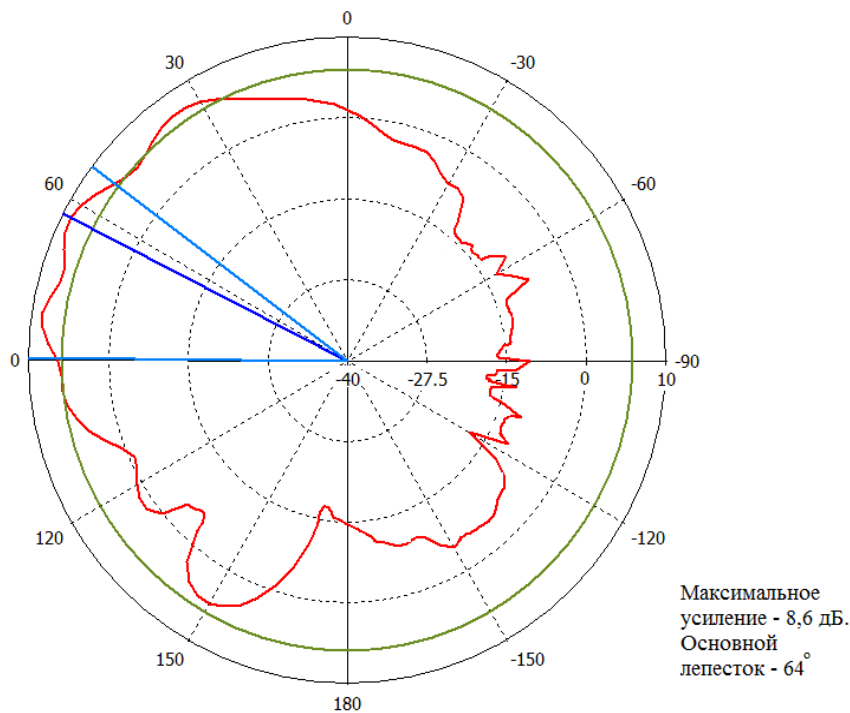


Рис. 1. Диаграмма направленности параболической зеркальной антенны

установлено максимальное допустимое значение равное 100 мкВт/см^2 . Почти все высокочастотные устройства, такие как сотовые аппараты, радиопередатчики, радиоприемники и СВЧ-печи работают именно в этом диапазоне [1].

При работе высокочастотного устройства, запрещается находиться в биологически опасной зоне. Была разработана математическая модель, описывающая потенциально опасную зону, построенную на основе диаграммы направленности антенны.

На рис. 1 приведена диаграмма направленности параболической зеркальной антенны.

Радиус R биологически опасной зоны, описывается формулой [2]

$$R = \sqrt{\frac{P_0 G F^2(\theta, \varphi)}{4\Pi\pi}} \quad (1)$$

где Π – плотность потока энергии ЭМП, Вт/м^2 ; P_0 – мощность передающего устройства; G – коэффициент усиления антенны; $F^2(\theta, \varphi)$ – нормированная диаграмма направленности антенны по мощности; R – расстояние от антенны до точки, в которой определяется значение плотности потока мощности, м.

Основной расчет биологически опасной зоны происходил с помощью формулы (1). На рис. 2 отображена биологически опасная зона для передатчика мощностью в 47 dBm с частотой 10 ГГц , при допустимом значении плотности потока энергии $0,33 \text{ Вт/м}^2$, для диаграммы направленности, представленной на рис. 1.

Видно, что для данной антенны, излучение будет отклоняться на определенный градус, и в связи с неоднородной диаграммой направленности значения радиуса биологически опасной зоны довольно широко

варьируется. Максимальное значение радиуса для вышеперечисленных параметрах достигает $9,5$ метров, однако в 10 градусах значение сразу же падает до 4 . Данная диаграмма неудобна для восприятия и физического построения опасной зоны излучателя.

Разработанная математическая модель позволяет учесть отклонение основного лепестка, и внести дополнительные ограничения по биологически опасной зоне для более удобного человеческого восприятия. В частности, сгладить «впадины» и развернуть основной лепесток в прямом направлении, если это необходимо. На рис. 3 показана биологически опасная зона после преобразования.

Отклонение основного лепестка на 64 градуса от нормали связано с диаграммой направленности антенны, показанной на рис. 1.

Так как высокочастотное излучение невозможно почувствовать, и даже кратковременно нахождение вблизи излучающего устройства может нанести вред здоровью, работа в биологически опасной зоне категорически запрещена. Разработанная математическая модель позволяет не только описать границы этой зоны, но и дополнительно преобразовать ее.

Библиографические ссылки

1. Ротхаммель К. Антенны. Т. 1. М. : Данвел, 2005. 414 с.
2. Григорьев Л. Н. Цифровое формирование диаграммы направленности в фазированных антенных решетках. // Радиотехника, 2010. 114 с.

© Шевчугов В. О., Нихочин В. И., 2014

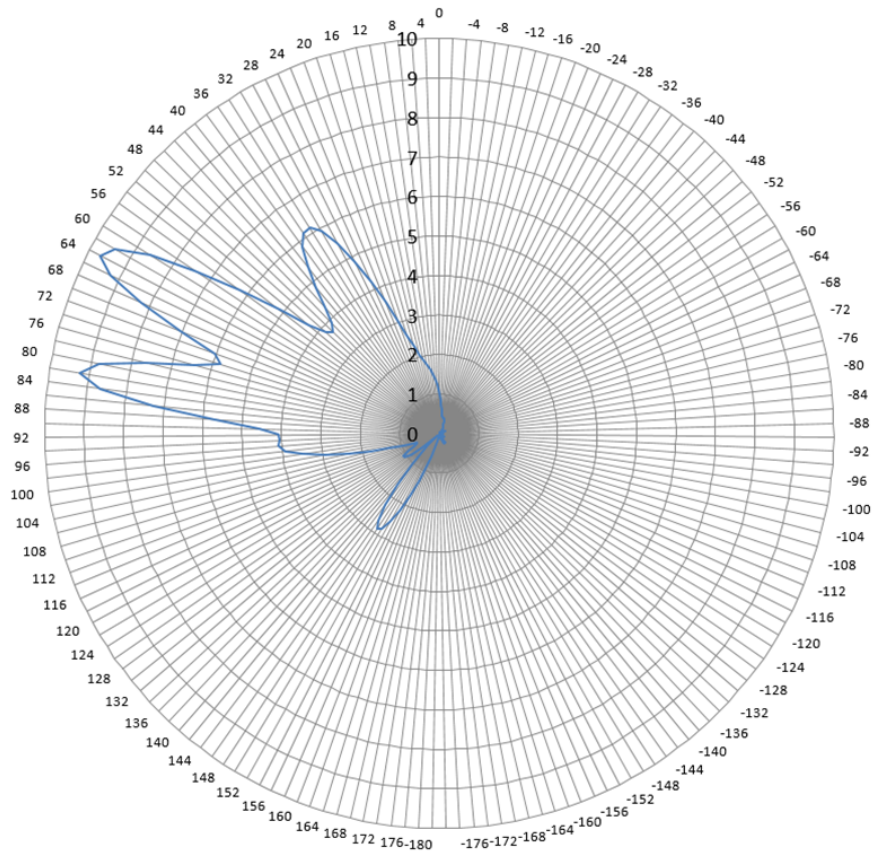


Рис. 2. Диаграмма биологически опасных зон излучения антенны:
 $f = 10$ ГГц; $P_0 = 47$ дВт, $\Pi = 0,33$ Вт/м²

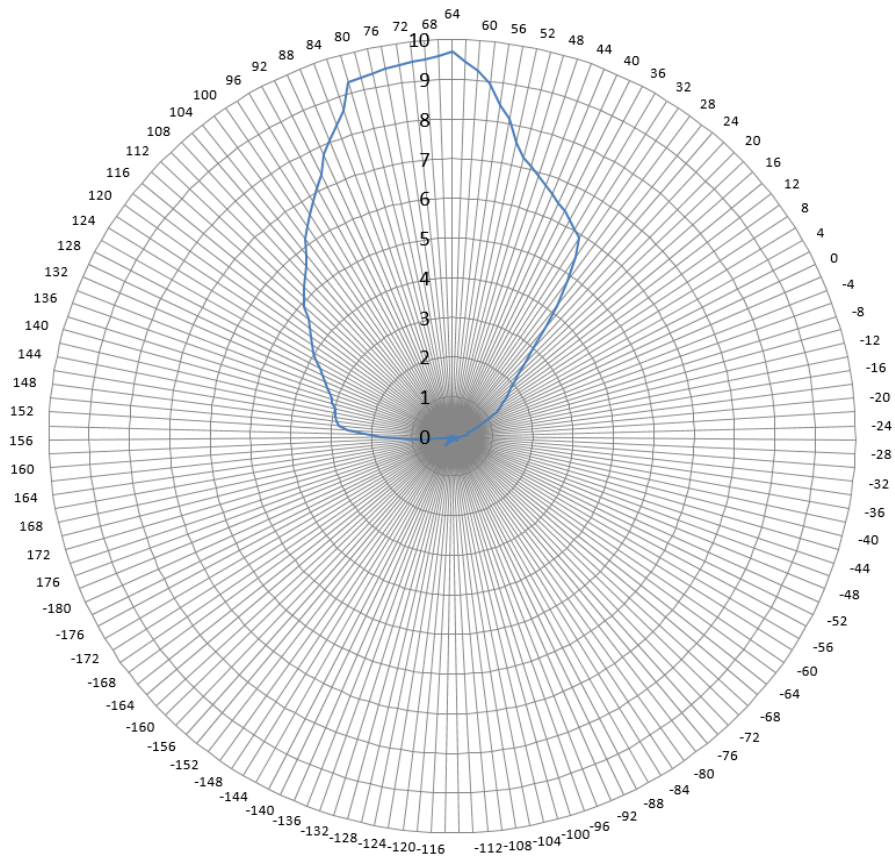


Рис. 3. Диаграмма биологически опасных зон после преобразования

УДК 621.791.722

*Е. А. Болдарев, А. Н. Пашкин*Научный руководитель – *В. В. Богданов*Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск**ИЗГОТОВЛЕНИЕ БУРОВЫХ ДОЛОТ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛС***Рассмотрен способ повышения эксплуатационных характеристик при изготовлении буровых долот, путем модифицирования металла шва при ЭЛС.*

Буровые шарошечные долота являются основным инструментом для высокоскоростного вращательного бурения земных пород. Общий объем шарошечного бурения достигает десятков миллионов метров, поэтому проблема совершенствования существующего породоразрушающего инструмента приобретает актуальное значение.

Шарошечные долота вращательного бурения работают в жестких условиях при разрушении земных пород на больших глубинах в среде высокоабразивной и агрессивной жидкости, подаваемой через долото с избыточным давлением до 300 МПа, при высоких статических и динамических нагрузках. Для работы в таких условиях долота должны соответствовать высоким требованиям, предъявляемым к их эксплуатационным показателям, а также к прочности и герметичности сварных швов [1].

Надежность и работоспособность долота в значительной степени зависят не только от уровня технологических процессов на всех этапах механической и термохимической обработки, сварки, наплавки, но и от химического состава, структуры и физико-механических свойств исходных материалов.

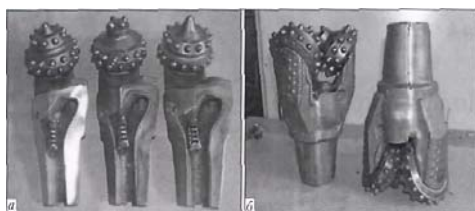


Рис. 1. Внешний вид трех элементов долота до сборки и сварки (а) и долота, сваренного электронным пучком (б)

В современном производстве буровых долот широко используется ЭЛС, которая обеспечивает минимальные деформации долот и минимальное термическое влияние на узлы шарошечных подшипников [1].

Традиционные материалы, в первую очередь, стали 14ХНЗМЛ, 16ХНЗА и 20ХНЗА, применяемые в конструкциях буровых долот, имеют ограниченную свариваемость, а свойства их сварных соединений уже не соответствует уровню, необходимому в условиях высокоскоростного бурения.

С увеличением размеров долот и, следовательно, свариваемых толщин повышается вероятность образования мелких трещин (рис. 2), которые приводят к нарушению гидроплотности сварных соединений и снижению срока их эксплуатации.

Для повышения эксплуатационных характеристик долот нужно либо выбирать другие материалы, либо модифицировать металл шва. Второй путь, более предпочтителен для получения положительных результатов при относительно небольших затратах. Модифицирование можно осуществлять в процессе сварки, подавая в сварочную ванну легированную присадочную проволоку, или до сварки, поместив фольгу из материала-модификатора

Наибольшие трудности с точки зрения качественного формирования представляет участок шва, где электронный луч идет практически параллельно свариваемому металлу. Имеется в виду уступ больше 10 мм при переходе от ниппельной к затылочной части долота (рис. 3). между свариваемыми стыками долота. Из-за конструктивной особенности долота его сварка в направлении снизу вверх ведется электронным пучком, расположенным под углом 23° к горизонту. Такой угол позволяет получить требуемую глубину проплавления в подшарошечной части долота без разрушения шарошек (рис. 2).



Рис. 2. Трещины в металле сварного шва, образующиеся при увеличении размеров долота

Согласно техническим условиям на буровые долота нижняя ниппельная часть должна быть сварена с полным проплавлением и формированием обратного валика. При переходе на затылочную часть глубина проплавления уменьшается и составляет примерно 1/3

толщины свариваемых заготовок. Такое же соотношение глубины проплавления к толщине изделия сохраняется и в подшарошечной части долота.

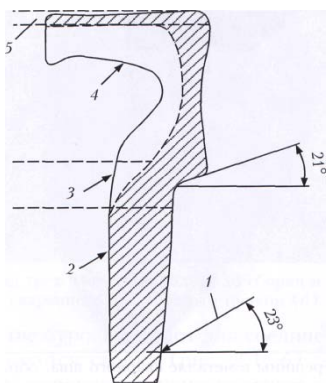


Рис. 3. Свариваемые стыки сегмента бурового долота:
1 – электронный пучок; 2 – ниппельная часть; 3 – уступ;
4 – затылочная часть; 5 – подшарошечная часть

Вместе с тем, наличие уступа при переходе от ниппельной к затылочной части резко ухудшает условия формирования шва. В этой области совпадают направления силы тяжести и динамического напора паров сварочной ванны, что приводит к вытеканию жидкого металла и образованию крупных дефектов в шве [1]. Качественное формирование шва значительно усложняется еще и тем, что на участке от ниппельной части до затылочной глубина проплавления

должна уменьшаться по мере перехода от полного проплавления на всю толщину до частичного на глубину, равную 1/3 толщины заготовки [2].

Если при сквозном проплавлении выход паров происходит в обе стороны парогазового канала, то при частичном он закрывается со стороны корня шва, давление паров в канале повышается и изменяются условия формирования шва. В рассматриваемом случае прохождения электронного пучка и ЭЛС уступа на затылочной части долота парогазовый канал в определенный момент открывается снизу и повышенное давление паров, характерное для несквозного проплавления, способствует вытеканию металла из сварочной ванны. Следовательно, нужно было более детально изучить конструкцию сварного соединения и условия формирования шва при ЭЛС проблемных участков буровых долот для обеспечения стабильности производства и повышения их эксплуатационных характеристик.

Библиографические ссылки

1. Назаренко О. К., Нестеренков В. М., Бондарев А. А., Кравчук Л. А., Архангельский Ю. А. Электронно-лучевая сварка буровых долот. Институт электро-сварки им. Е. О. Патона. НАН Украины, 2012.
2. Нестеренков В. М., Протосей Н. Е., Архангельский Ю. А. Технологические особенности электронно-лучевой сварки буровых долот. 2009.

© Болдарев Е. А., Пашкин А. Н., 2014

УДК 621.791.722

Е. А. Болдарев, А. Н. Пашкин
 Научный руководитель – *В. В. Богданов*
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РЕЗУЛЬТАТЫ МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ, ВЫПОЛНЕННЫХ ЭЛС

Представлен результат экспериментальных исследований механических свойств сварных соединений буровых долот, выполненных ЭЛС, с применением модифицирующих вставок и без них.

Металлографические исследования соединений, сваренных без модификаторов, показали, что при характерном для ЭЛС термическом цикле превращение аустенита металла шва и участка перегрева ЗТВ происходит в бейнитной и мартенситной областях. При этом наблюдается характерное дендритное строение металла шва с направленным от линии сплавления к центру шва ростом кристаллитов. Как известно, именно в этих зонах наиболее часто образуются кристаллизационные трещины длиной 0,5–0,7 мм.

Микроструктуры металла шва и участка перегрева ЗТВ состоят из смеси бейнита и низкоотпущенного мартенсита и имеют одинаковую твердость HV1-4180 (рис. 1), что несколько выше твердости основного металла (HV1-38503960). На участке перегрева происходит незначительный рост зерна по сравнению с основным металлом [1].

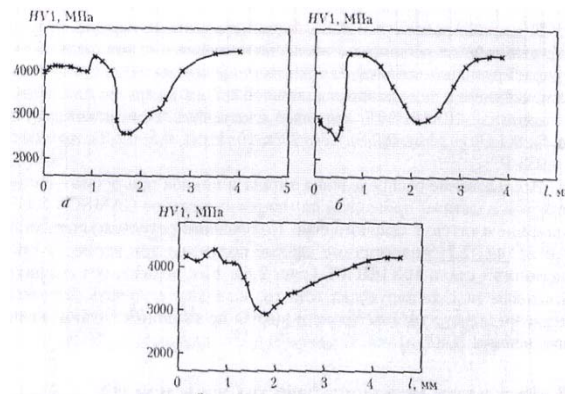


Рис. 1. Твердость сварных соединений долот, выполненных ЭЛС без модифицирующей вставки (а), с модификатором из титана (б) и стали 10X18H10T

Сравнительный анализ структур сварных швов, выполненных без модификаторов и после введения титановых пластин толщиной 0,2 мм показывает, что при кристаллизации металла шва происходит измельчение зерна. При этом твердость металла шва уменьшается до HV1-2800–2500. Твердость околошовной зоны сохраняется на уровне твердости шва, выполненного без модификатора. Следовательно, модифицирующие вставки не оказывали влияния на термический цикл сварки, так как она выполнялась без изменения параметров режима.

Для оценки влияния модификаторов на стойкость к образованию кристаллизационных трещин и прочностные свойства сварных соединений применяли вставки из титана и нержавеющей стали 10X18H10T толщиной 0,1–0,2 мм.

При анализе структуры сварных соединений, выполненных с модифицирующей вставкой из нержавеющей стали 10X18H10T, было отмечено такое же измельчение зерна, как при модифицировании титаном, но трещинообразование при этом не наблюдалось [2].

Проведенные механические испытания сварных соединений буровых долот показали, что при использовании титана в качестве модификатора показатели прочности и особенно ударной вязкости металла шва резко ухудшаются. Это объясняется образованием большого количества карбидов титана в металле шва. При испытаниях все разрывные образцы разрушались по шву, в ударных образцах наблюдалось хрупкое разрушение.

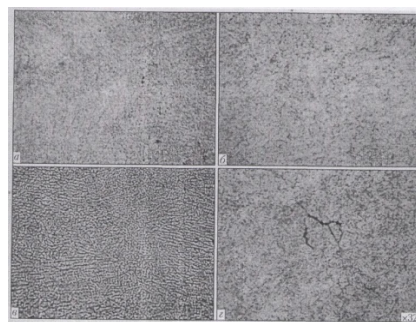


Рис. 2. Микроструктура металла по центру шва, сваренного без модификатора (а), со вставкой из титана (б) и стали 10X18H10T (в), и образование трещины при модифицировании титаном (г)

При изменении модифицирующей фольги из стали 10X18H10T разрыв проходил по ЗТВ, разрушение ударных образцов носило вязкий характер [2].

Механические свойства сварных соединений со вставкой из стали 10X18H10T намного выше уровня значений для соединений с титановой вставкой, а по прочности приближаются к основному металлу.

Библиографические ссылки

1. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М.. Теоретическая физика. Т. 6. Гидродинамика. 1986.
2. Medlar T. Electron beam welding: Pat. 2031319 Great Britain. MKU D23k 15/00. Publ. 23.04.80.

© Болдарев Е. А., Пашкин А. Н., 2014

УДК 621.791.763

Е. А. Борисенко, В. А. Шахматова, Н. Н. Беляков
 Научный руководитель – *С. Н. Козловский*
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАСЧЕТНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ ТОЧЕЧНОЙ КОНТАКТНОЙ СВАРКЕ

Разработан экспериментально-расчетный метод определения температурного поля в зоне точечной сварки, позволяющий рассчитать температуру в любой точке зоны сварки, в любой момент процесса во время действия импульса сварочного тока.

Анализ известных аналитических методик расчетов температуры в зоне сварки [1], показывает, что пытаться удовлетворить требованиям современной технологии ТКС по точности определения температуры в зоне сварки этим путем весьма проблематично. В наиболее точных методиках расчетов, в основе которых лежит решение дифференциальных уравнений распределения потенциалов и теплопроводности в зоне сварки [2], результаты расчетов представляют собой дискретные значения температуры. При этом анализ термомеханических процессов на аналитических моделях становится возможным только в том случае, если математическая модель температурного поля удовлетворяет, по крайней мере, двум условиям: описывается непрерывной функцией; в достаточной степени точно отражает дина-

мику его изменения в процессе формирования соединения.

Поэтому для анализа термомеханических процессов при ТКС был разработан экспериментально-расчетный метод оценки температуры в зоне сварки, основанный на монотонности и подобии изменения параметров термомеханических при точечной сварке. Суть его заключается в следующем.

Температурное поле при конкретных условиях ТКС можно описать функциями, аппроксимированными по экспериментально определенным характеристическим пространственно-временным точкам.

Для нахождения вида аппроксимирующих функций, которые отображали бы изменение температуры в плоскости оси электродов по координатам z и r в любой его момент экспериментально можно опре-

делить значение температуры, по крайней мере, в четырех характерных местах зоны сварки: по координате z (рис. 1, *a*) – температуру $T_{\text{Э}}$ в контакте электрод-деталь (2 точки); температуру плавления $T_{\text{ПЛ}}$ по координатам границы ядра (2 точки); и по координате r (рис. 1, *б*) — температуру плавления $T_{\text{ПЛ}}$ по координатам границы ядра (2 точки); температуру $T_{\text{П}}$ внешнего контура уплотняющего пояса (2 точки).

Установлено, что изменение температуры по координатам z и r , удовлетворительно описывается функцией вида

$$y = b \cdot e^{-(ax^2)} = b \cdot \exp[-(ax^2)], \quad (1)$$

где x – произвольная переменная; a и b – коэффициенты, которые можно определять по имеющимся экспериментальным значениям температуры.

Установлено, что аппроксимировать изменение температуры на стадии нагрева как с точки зрения точности расчетов, так и компактности расчетной зависимости, наиболее рационально степенной зависимостью вида

$$T_t = n \left(t/t_{\text{НП}} \right)^c, \quad (2)$$

где n и c – коэффициенты, которые подлежат идентификации.

Разработка математической модели температурного поля по расчетно-экспериментальному методу, в сущности, сводится к определению и математическому описанию взаимосвязей аппроксимирующих функций (1), описывающих изменение температуры по координатам z и r , и функции (2), описывающей ее изменение по времени t .

После преобразований формулу для расчета изменения температуры в любой точке зоны сварки и в любой момент времени в интервале $0 < t \leq t_{\text{СВ}}$ можно представить в виде

$$T_{(z,r,t)} = \frac{T_{\text{ПЛ}} \left(t/t_{\text{НП}} \right)^c}{\exp \left[\left(a_z z \right)^2 + \left(a_r r \right)^2 \right]},$$

Значения коэффициентов m_1, n_1, m_2 и n_2 для различных условий ТКС

Условия точечной сварки	Значения коэффициентов ^{*)}			
	m_1	n_1	m_2	n_2
Электродом со сферической рабочей поверхностью	1,9...2,1	0,5...0,7	1,4...2,1	0,5...0,7
Электродом с плоской рабочей поверхностью	1,6...1,9	0,35...0,45	1,9...2,1	0,45...0,55
С обжатием периферии сварной точки	1,2...1,8	0,25...0,35	0,05...0,8	0,35...0,45

* Большие значения относятся к более жестким режимам

Таким образом, разработан экспериментально-расчетный метод определения температуры при точечной сварке на стадии нагрева. Расчетная зависимость непрерывна и позволяет производить операции математического анализа при исследованиях термомеханических процессов в зоне точечной сварки и решении технологических задач ТКС.

где t – координата времени; c, a_z и a_r – коэффициенты, характеризующие изменение в процессе сварки градиента температуры по цилиндрическим координатам z и r и времени t :

$$c = \frac{\left(a_z h_{\text{Я}}/2 \right)^2}{\ln \left(t_{\text{СВ}}/t_{\text{НП}} \right)}, \quad a_z = \sqrt{\frac{\ln \left(T_{\text{ПЛ}}/T_{\text{Э}} \right)}{s^2 - \left(h_{\text{Я}}/2 \right)^2}},$$

$$a_r = a_z \left(\frac{h_{\text{Я}}}{d_{\text{Я}}} \right),$$

$$a_{z1} = a_z \left[m_1 - (m_1 - 1) \left(t/t_{\text{СВ}} \right)^{n_1} \right],$$

$$a_{r1} = a_r \left[m_2 - (m_2 - 1) \left(t/t_{\text{СВ}} \right)^{n_2} \right];$$

$T_{\text{Э}}$ – максимальное значение температуры в контакте электрод-деталь; $t_{\text{НП}}$ – время начала плавления металла в контакте деталь-деталь; m_1, n_1, m_2 и n_2 – коэффициенты (табл. 1), учитывающие изменение во времени градиента температуры по координатам z и r .

Установлено, что между максимальным значением температуры в контакте электрод-деталь $T_{\text{Э}}$ и относительным проплавлением деталей $h_{\text{Я}}/2s$ существует корреляционная зависимость, которая удовлетворительно описывается следующей функцией:

$$T_{\text{Э}} = T_{\text{ПЛ}} \left(0,1 + 0,8 \sqrt{h_{\text{Я}}/2s} \right),$$

где $T_{\text{ПЛ}}$ – температура плавления металла; $h_{\text{Я}}$ – высота ядра; s – толщина деталей.

Усредненная для способов ТКС зависимость значений $t_{\text{НП}}$ от параметра $h_{\text{Я}}/2s$, удовлетворительно описывается функцией, интерполированной по полиному Лагранжа:

$$t_{\text{НП}} = t_{\text{СВ}} \left[\frac{1 - 2,776 \left(h_{\text{Я}}/2s \right) + 3,775 \left(h_{\text{Я}}/2s \right)^2 - 1,8 \left(h_{\text{Я}}/2s \right)^3}{1} \right],$$

где $t_{\text{СВ}}$ – время сварки; $h_{\text{Я}}$ – высота ядра; s – толщина детали.

Библиографические ссылки

1. Гельман А. С. Тепловые процессы при точечной сварке // Вопросы теории сварочных процессов. ЦНИИТМАШ. Кн. 14. М. : Машгиз. 1948. С. 281–368.
2. Судник В. А., Ерофеев В. А. Расчеты сварочных процессов на ЭВМ // Тула : ТПИ. 1986. 100 с.

© Борисенко Е. А., Шахматова В. А.,
Беляков Н. Н., 2014

УДК 621.762.016

К. А. Брот, И. А. Сорвачев
Научный руководитель – Л. Г. Семичева
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ СВАРКИ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ

На сегодняшний день существует много способов сварки, которые целесообразно применять в том или ином случае. Однако нельзя сказать, что тот или иной способ хуже или лучше другого. У каждого есть свои недостатки и свои преимущества. Одним из перспективных способов сварки является сварка порошковой проволокой.

Сущность сварки порошковой проволокой. Данный вид сварки применяется достаточно часто, так как имеет множество преимуществ. Например, обычная флюсовая сварка может быть затруднена по причине невозможности точно направить электрод в нужное место (разделку). Кроме того, наблюдать за формированием шва тоже не представляется возможным. Особенно остро эти проблемы встают, если речь идет о полуавтоматическом процессе. Если рассматривать сварку в защитном газе, то и тут не все гладко. Данная защита может постоянно нарушаться из-за сквозняка. Кроме того, сопла, подающие защитный газ, могут забрызгиваться в процессе сварки.

В таких условиях целесообразно будет воспользоваться порошковой проволокой [1]. Она сочетает в себе все такие положительные качества открытых электродов, как легирование и защита, а также раскисление металла, и такие положительные свойства механизированной сварки при помощи обычной цельной проволоки, как высокая производительность.

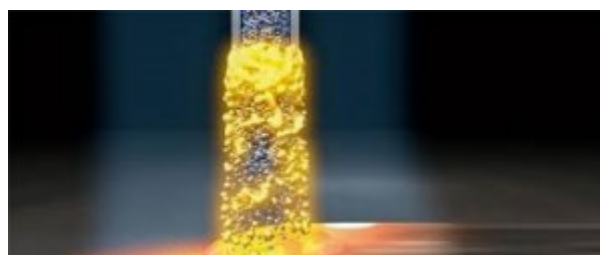
Стоит отметить и то, что порошковая проволока не требует наличие газового баллона, различных шлангов и редукторов, а также флюсовой аппаратуры и самого флюса. На протяжении всего процесса можно легко направлять электрод в разделку, есть возможность следить за формированием сварного шва – это, пожалуй, основные преимущества использования проволоки порошковой для дуговой сварки.

Порошковая проволока расплавляется таким образом, как было заложено в процессе ее производства. Все дело в том, что конструкция проволоки является определяющей для процесса расплавления ее дугой. Внутренняя полость металлической оболочки заполнена неметаллическими материалами примерно на 70 процентов, точнее – от 50 до 70 процентов. Это означает, что сопротивление электрическому току такого сердечника будет в сотни раз больше, чем сопротивление металлической оболочки.

По этой причине металлическая оболочка плавится значительно быстрее. Расплавление же сердечника осуществляется частично за счет теплоизлучения сварочной дуги и частично за счет теплопередачи сильно нагретого металла. Поэтому в процессе сварки внутренний материал проволоки может касаться ванны расплавленного металла и даже попадать в него в не расплавленном виде (см. рисунок).

Основные недостатки. При многослойной сварки перед каждым следующим этапом (слоем), предыду-

щий шов нужно тщательно зачищать, чтобы избавиться от слоя шлака.



Процесс сварки порошковой проволокой

Порошковая проволока обладает малой жесткостью. Это требует применения механизма автоматической подачи проволоки с ограниченным усилием сжатия на подающих роликах.

Стандартная порошковая проволока, имеющая диаметр 2,6 и более миллиметра, требует применение дуги с повышенным током с целью непрерывного горения. Этот факт позволяет использовать такой материал только в нижнем положении, крайне редко – в вертикальном. Объясняется такое ограничение тем, что сварочная ванна имеет достаточно большой объем. Кроме того, на поверхности образуются текучие шлаки. Все это неспособно удержаться в потолочном или даже в вертикальном положении поверхностным натяжением самого материала и давлением, создаваемым сварочной дугой.

Еще одним недостатком можно отметить и то, что в процессе сварки велика вероятность того, что в сварном шве могут образоваться поры, которые являются следствием наличия пустот и неравномерности заполнения пространства внутри металлической оболочки.

Лучшим выходом будет использование проволоки в углекислом газе [2]. В этом случае вероятность возникновения пор в швах в значительной степени снижается. Стоит учесть и то, что от состава наполнителя, которым обладает порошковая проволока, зависит выбор таких параметров используемого тока, как полярность (прямая или обратная) и вид характеристики (крутопадающая или жесткая).

Преимущества. Порошковая проволока для дуговой сварки является тем материалом, который позволяет применять ток очень большой плотности (около 200 ампер на квадратный миллиметр, в сравнении

с обычным электродом – около 20 ампер на единицу площади). Это позволяет плавить большое количество металла, что увеличивает производительность. Эта величина лежит в пределах от 10 до 11 килограмм в час. При этом сила тока равна 400–500 ампер.

Еще одним большим преимуществом порошковой проволоки является то, что в процессе сварки получают материалы с таким химическим составом, повторить который в обычной промышленности практически невозможно. Например, при добавлении в порошок пыли никеля, хрома и молибдена способствуют созданию химического состава, получить который в результате обычных промышленных процессов невозможно [3]. Именно это свойство порошковой

сварки делает ее очень популярной в производстве наплавочных работ.

Библиографические ссылки

1. Мойсов Л. П. Порошковая проволока – сварочный материал XXI века // Монтажные и специальные работы в строительстве. 2002. № 9. С. 7–10.
2. Мустафин Ф. М., Блехерова Н. Г., Быков Л. И. Современные технологии сварки трубопроводов. СПб.: Недра, 2010.
3. Мустафин Ф. М., Блехерова Н. Г., Квитковский О. П., Котельников С. А. Сварка трубопроводов. М.: Недра, 2002.

© Брот К. А., Сорвачев И. А., 2014

УДК 621.762.34

К. А. Брот, И. С. Сорвачев
 Научный руководитель – Л. Г. Семичева
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

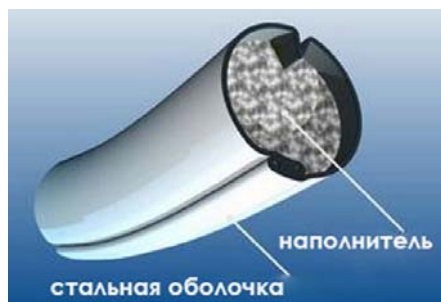
ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКИ

Сварка порошковой проволокой является прогрессивным способом сварки, применение которого обеспечит увеличение производительности и качества сварочных работ. В данном способе сварки очень многое зависит от применяемой порошковой проволоки, рассмотрим в статье технологию ее изготовления.

Порошковая проволока представляет собой трубку (см. рисунок), внутренняя полость которой заполнена флюсом и металлической пылью (порошком). Основой для такой проволоки служит металлическая лента, которая подвергается холодному формованию. Сформованная проволока наполняется порошком и флюсом. Завершающим этапом в изготовлении порошковой проволоки является ее растяжка до нужного размера.

К порошковой проволоке предъявляются следующие требования [1]:

- легкое возбуждение дуги и стабильность ее горения;
- равномерное плавление проволоки при минимальном разбрызгивании;
- для обеспечения защиты, шлак должен равномерно покрывать сварной шов, а после остывания легко удаляться;
- качество сварного шва должно удовлетворять требованиям действующих нормативных и методических документов.



Строение порошковой проволоки

Производство порошковой проволоки состоит из следующих основных операций:

- 1) подготовка ленты и шихты;
- 2) формирование профиля и засыпка его шихтой;
- 3) волочение;
- 4) контроль.

Подготовка ленты заключается в следующем. Рулон ленты шириной 100–150 мм определенной толщины на специальном оборудовании разрезают на полосы шириной, зависящей от конструкции сечения проволоки, и наматывают на кассеты. Одновременно ленту очищают от следов масла и влаги. Подготовленную таким образом ленту подают в кассетах к волочильному стану.

Для изготовления порошковой проволоки применяется мягкая стальная лента толщиной 0,4–0,5 мм и шириной 30–34 мм.

На кромках ленты, предназначенной для изготовления порошковой проволоки, дефекты не допускаются. Допускаются заусенцы, величиной не более половины предельного отклонения по толщине.

Изготовление порошковой проволоки различных сложных сечений позволяет регулировать соотношение массы шихты и оболочки, но при этом трудно обеспечивать равномерность заполнения проволоки шихтой.

Одновременно готовят шихту: взвешивают предварительно обработанные и подготовленные компоненты по заданной рецептуре. Компоненты перемешивают в смесителях до получения однородной массы и подают в емкостях к засыпным устройствам волочильных станков. В формующем устройстве произ-

ходит формирование «корытообразного» профиля, в который специальными устройствами засыпается шихта со скоростью, зависящей от скорости протяжки. Это обеспечивает равномерность заполнения проволоки шихтой по ее длине, что является основным условием для получения качественной проволоки. После заполнения проволоки шихтой в последующих формирующих устройствах происходит закрывание шихты и формование круглого профиля. Сформованный круглый профиль на шести барабанных волочильных станах протягивается с постепенным уменьшением диаметра заготовки до конечного диаметра проволоки на последнем барабане. Волочение происходит на больших скоростях – 300–350 м/мин для увеличения производительности изготовления проволоки и соответственного уменьшения ее стоимости.

Контроль производства порошковой проволоки осуществляется на всех этапах – от поступления сырьевых материалов до съема готовой проволоки и упаковки ее.

Тщательное соблюдение всех требований инструкций, контроль химического и гранулометрического состава сырьевых материалов, влажности порошков, качества дозировки и смешивания шихт, заполнения заготовки проволоки шихтой сводят к минимуму процент брака [2].

Контроль изготовления проволоки, протянутой до заданного диаметра, заключается в определении ко-

эффициента заполнения проволоки, представляющего собой отношение массы шихты на единицу длины проволоки ко всей массе. Коэффициент заполнения задается для каждой марки проволоки. Он измеряется в процентах и составляет 25–40 % в зависимости от марки проволоки.

Контроль готовой проволоки является завершающим этапом производства на заводе-изготовителе. Он играет решающую роль, поскольку определяет пригодность проволоки к практическому использованию. Контроль порошковой проволоки включает два основных этапа:

- 1) оценку по внешним признакам качества изготовления проволоки;
- 2) испытание проволоки при сварке.

Требования по каждому из этапов регламентируются техническими условиями на порошковую проволоку данной марки. Проволока, не удовлетворяющая требованиям на первом этапе испытаний, дальнейшим испытаниям не подвергается, и партия бракуется.

Библиографические ссылки

1. Суптель А. М. Механизированная сварка порошковой проволокой. Киев : Наукова думка, 1976.
2. Шинкарев Б. М. Сварка строительных металлоконструкций порошковой проволокой. Киев : Будивельник, 1978.

© Брот К. А., Сорвачев И. С., 2014

УДК 621.791.18

О. В. Брылева, А. В. Лецковник, А. Г. Папуша, И. С. Фролченков
 Научный руководитель – *Л. Г. Семичева*
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДИФфуЗИИ ПРИ СВАРКЕ МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Исследован процесс диффузии при сварке металлополимерных соединений на основе фторопласта-4. Установлено, что в результате диффузии углерода в сплав алюминия АМгб образуется переходная зона, ширина и состав которой зависят от параметров режима процесса сварки. При ширине диффузионной зоны 40 мкм прочность соединения составляет $\sigma_b = 20$ МПа.

Возможности диффузионной сварки значительно расширились, когда были получены качественные металлополимерные соединения в которых использовался трудносвариваемый полимер – фторопласт-4. Для этого способа характерно получение неразъемного соединения в твердом состоянии, формирующегося вследствие возникновения связей на атомном уровне, появляющихся в результате сближения контактных поверхностей в результате локальной пластической деформации при повышенной температуре, обеспечивающей взаимную диффузию в поверхностных слоях соединяемых материалов с образованием переходной зоны.

Диффузионные процессы, протекающие в зоне контакта соединяемых материалов, во многом определяют структуру и свойства переходной зоны, по-

этому исследование процесса диффузии является важной задачей [1].

Исследование процесса диффузии при сварке фторопласта-4 с алюминиевым сплавом АМгб проводили с помощью металлографического и микрорентгеноспектрального анализов.

Для исследования микроструктуры и элементного состава переходной зоны из сварных соединений на установке Beta Grinder-Polishes (производитель Buehler, Германия) готовили микрошлифы [1].

Методика приготовления микрошлифов включает два этапа: шлифование и полирование на специальных суспензиях. Шлифование проводили на установке Beta Grinder-Polishes на вращающемся с заданной скоростью (100 об/мин) круге, на который наклеивались последовательно 3 типа наждачных бумаг (320,

400 и 800 Grit) с постепенным уменьшением размера абразивных частиц. Шлифование велось с подачей воды, скорость подачи регулировалась вручную. После шлифования образец промывали проточной водой. Полирование осуществлялось на этой же установке на специальных суспензиях: polycrystalline diamond suspension (9, 3F, 1 μm); master prep polishing suspension 40-6377-064 Al_2O_3 (0,05 μm). Подача суспензии осуществлялась с помощью специального дозатора. После полирования образец промывали в среде этилового спирта в ультразвуковой ванне и подвергали сушке. После каждого этапа изготовления шлифа производили контроль поверхности на оптическом микроскопе NIKON ECLIPS LV 100.

Для исследования химического состава переходной соединения методом энергодисперсионного рентгеноспектрального микроанализа на образцы на вакуумной напылительной установке JEOL JEE-420 было нанесено электропроводящее покрытие из золота (Au – 99,99 %), толщина которого составила 20 нм.

Микроструктуру сварного соединения предварительно изучали на оптическом NIKON ECLIPS LV 100 при увеличении от $\times 100$ до $\times 2500$, более подробно исследовали на сканирующем электронном микроскопе JEOL JSM 7001F при увеличениях от $\times 100$ до $\times 50000$.

При проведении электронно-микроскопических исследований использовали следующие режимы: *compo* – композиционный контраст от номера химического элемента *z*, *topo* – топографический контраст от рельефа поверхности, *sei* – изображение микроструктуры во вторичных электронах.

На электронно-микроскопические снимки микроструктур при необходимости наносили дополнительные маркеры, например, оценивали размеры различных компонентов микроструктуры. Снимки структур сохраняли в файлы с расширением *jpg*.

Как показали металлографические исследования, в структуре соединения можно выделить четыре участка. Светлая составляющая характеризует сплав АМгб. Темно-серая полоса соответствует анодной пленке, которая формируется на металлической поверхности при подготовке к сварке. Структура анодной пленки характеризуется наличием пор различного диаметра и глубины. Светло - серый участок соответствует фторопласту-4. Между фторопластом-4 и анодной пленкой наблюдается переходная зона, отличающаяся по цвету от фторопласта-4 и анодной пленки.

Исследования показали, что ее ширина зависит от параметров режима процесса сварки и составляет 10...40 мкм. Значительное влияние на ширину переходной зоны оказывает температура сварки, с повышением которой наблюдается проникновение фторопласта-4 в поры, трещины и микронеровности анодной пленки. При температуре сварки $T_{\text{св}} = 678$ К ширина переходной зоны увеличивается до 40 мкм.

На этих же режимах были сварены образцы и испытаны на растяжение. Результаты испытаний пока-

зали, что прочность соединений также зависит от ширины переходной зоны и при оптимальных значениях параметров составляет $\sigma_{\text{в}} = 20$ МПа.

Распределение элементов в переходной зоне проводили методом энергодисперсионного рентгеноспектрального микроанализа. Метод основан на изменении интенсивности рентгеновского излучения атомов анализируемого вещества, которое возбуждается электронами, ускоренными в электрическом поле и сфокусированными системой электромагнитных линз в зону диаметром несколько десятых долей микрона. Измерением интенсивности спектральных линий можно провести качественный и количественный анализ элементов, входящих в состав переходной зоны [2].

Анализ распределения элементов в зоне соединения сплава АМгб с фторопластом-4 был проведен на Al, Mg, O, C, F, при этом локальность зондирования составляла 0,2 мкм. Сканирование проводили в различных точках в направлении, перпендикулярном зоне контакта свариваемых материалов.

Распределение элементов представлено в виде концентрационных кривых.

Как показали результаты исследования, на концентрационной кривой углерода в переходной зоне присутствует резкий всплеск интенсивности излучения с дальнейшим уменьшением общей интенсивности. Очевидно, это связано с тем, что при температуре сварки $T_{\text{св}} = 678$ К становится возможным отрыв атомов фтора в приповерхностных слоях фторопласта-4 и диффузия углерода в сплав АМгб.

При сканировании луча по поре в анодной пленке всплеск концентрации углерода наблюдается на границе со сплавом АМгб, а при сканировании по анодной пленке — на границе с анодной пленкой. Алюминий, магний и кислород, входящие в состав сплава АМгб и анодной пленки, имеют характерные изменения концентрации от переходной зоны соединения к сплаву АМгб. Таким образом, диффузия углерода в сплав АМгб обеспечивает формирование переходной зоны соединения с образованием металлополимерных комплексов. При оптимальной ширине переходной зоны 40 мкм прочность диффузионного соединения сплава АМгб с фторопластом-4 составляет $\sigma_{\text{в}} = 20$ МПа.

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.

© Брылева О. В., Лецковник А. В., А Папуша. Г., Фролченков И. С., 2014

УДК 621.791.763

Д. П. Ганькин, И. В. Онтужев, С. А. Васильев
 Научный руководитель – С. Н. Козловский
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ПОР, РАКОВИН И ТРЕЩИН В ТОЧЕЧНЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ

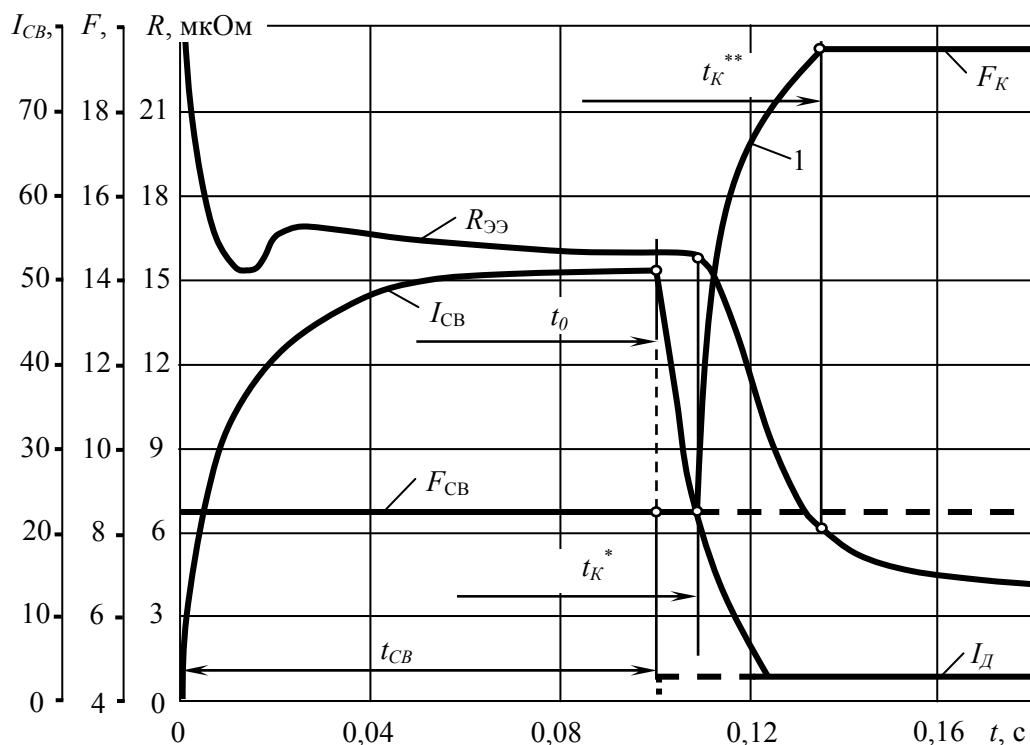
Разработан цикл точечной сварки, в котором ковочное усилие сжатия деталей увеличивают пропорционально увеличению сопротивления пластической деформации металла в зоне сварки и, тем самым, предотвращают образования несплошностей в сварном соединении.

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 усилие сжатия электродов достигает при заданной величине электрического сопротивления на участке электрод–электрод.



Изменение параметров при точечной сварке с приложением ковочного усилия:

АМг6, 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

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.

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 неизменно 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, 2003.

© Ганькин Д. П., Онтужев И. В., Васильев С. А., 2014

УДК 621.791.763

Л. А. Ерыпалов, А. Н. Малахов, Д. С. Вервейко

Научный руководитель – С. Н. Козловский

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

НЕПРОВАРЫ ПРИ ТОЧЕЧНОЙ КОНТАКТНОЙ СВАРКЕ

Проведенные исследования позволили определить сочетания толщины свариваемых деталей, шага между точками и величины зазоров при которых размеры ядра расплавленного металла находятся в допустимых пределах. Регламентирование возмущающих факторов в соответствии с их допускаемыми параметрами и их контроль позволит повысить качество точечных сварных соединений.

Известно, что в настоящее время такие традиционные мероприятия, как повышение стабильности параметров режимов контактной точечной сварки (КТС), рекомендуемые для предупреждения образования непроваров, теряют свое доминирующее положение. Это обусловлено тем, что из-за отклонения тока I_{CB} , усилия $F_{Э}$ или времени сварки t_{CB} непровары образуются редко вследствие высокой надежности современных машин для КТС. В большинстве случаев

современной практики КТС уменьшение размеров ядра и образование непроваров обусловлены влиянием факторов технологических [1].

Проведенные исследования показали, что кроме общеизвестных возмущающих факторов, например, таких как износ электродов и др., приводящих к образованию непроваров, к этому же приводит и искривление поверхностей свариваемых деталей в месте сварки. Оно может являться следствием искривления

ем деталей при их сжатии электродами из-за наличия зазоров δ между свариваемыми деталями, которые в практике КТС всегда имеют место, несмотря на то, что их величина жестко регламентирована. Причем, ограничение величины зазоров было введено с целью предотвращения образования выплесков [2], которые по механизму и причинам образования являются дефектами, противоположными непроварам. Это свидетельствует о том, что влияние зазоров на устойчивость процесса КТС, в частности, против образования непроваров весьма неоднозначно и сложно.

В связи с этим были проведены экспериментальные исследования влияния величины зазоров δ в месте сварки на склонность процесса КТС к образованию непроваров, которая оценивалась по изменению диаметра ядра $d_{\text{я}}$. Определялась зависимость $d_{\text{я}}$ от комплексного влияния ряда технологических факторов КТС:

$$d_{\text{я}} = f(t_{\text{ш}}, t^*, u, \alpha, \delta, s, R_{\text{э}}),$$

где $t_{\text{ш}}$ – шаг между свариваемыми точками; t^* – шаг до соседних точек; u – расстояние от кромки листа до центра точки; α – угол раскрытия зазора в нахлестке; δ – величина зазора; s – толщина деталей.

В процессе исследований проводили сварку образцов из сплавов АМг6 и МА2-1 размером 100×250 мм и толщиной 1...3 мм при различных сочетаниях исследуемых факторов. Моделирование зазоров проводилось по известной методике [2]. Для определения значимости влияния факторов планировались четырех- и трехфакторные эксперименты в пяти уровнях. Значимость влияния факторов определялась по критерию Фишера.

Эксперименты показали, что на размеры ядра значимо влияют величина зазора δ , толщина деталей s , шаг между точками $t_{\text{ш}}$ и расстояние от кромки нахлестки до места сварки u , а влияние шага до соседних

точек t^* , угла раскрытия зазора в нахлестке α и радиуса сферы рабочей поверхности электродов $R_{\text{э}}$ – не значимо.

При сварке деталей из сплавов АМг6 и МА2-1 толщиной 1...3 мм без корректирования режима по току $I_{\text{св}}$, длительности его протекания $t_{\text{св}}$ и сварочному усилию $F_{\text{э}}$ с увеличением величины зазора δ при любых сочетаниях параметров исследуемых технологических факторов значения размеров ядра всегда уменьшаются (см. рисунок).

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 вплоть до непровара. Высота ядра при увеличении зазора вначале уменьшается значительно быстрее его диаметра, при этом уменьшение ее от начальных значений до непровара идет монотонно.

Причем, на отклонение диаметра $d_{\text{я}}$ и высоты $h_{\text{я}}$ ядра значимо влияет не только δ , s , $t_{\text{ш}}$ и u , но и усилие сжатия электродов $F_{\text{э}}$. Так, с увеличением δ , $F_{\text{э}}$ и s , а также с уменьшением $t_{\text{ш}}$ и u отклонения $d_{\text{я}}$ и $h_{\text{я}}$ увеличиваются. Кроме того, с уменьшением сопротивления пластической деформации металла или жесткости режима сварки отклонения $d_{\text{я}}$ и $h_{\text{я}}$, при той же величине δ , также увеличиваются.

Определены сочетания δ , s и t , приведенные в таблице, которые при сварке соединений «лист + лист» приводят к уменьшению $d_{\text{я}}$ на 5 % и 10 % (в скобках). Поскольку в практике КТС настройку режима сварки принято производить для диаметра ядра $d_{\text{я}}$ большего, чем минимально допускаемого диаметр $d_{\text{яmin}}$ по ГОСТ 15878 – 79 ($d_{\text{я}} \approx 1,2d_{\text{яmin}}$), то приведенные в таблице сочетания параметров возмущающих факторов можно считать допускаемыми.

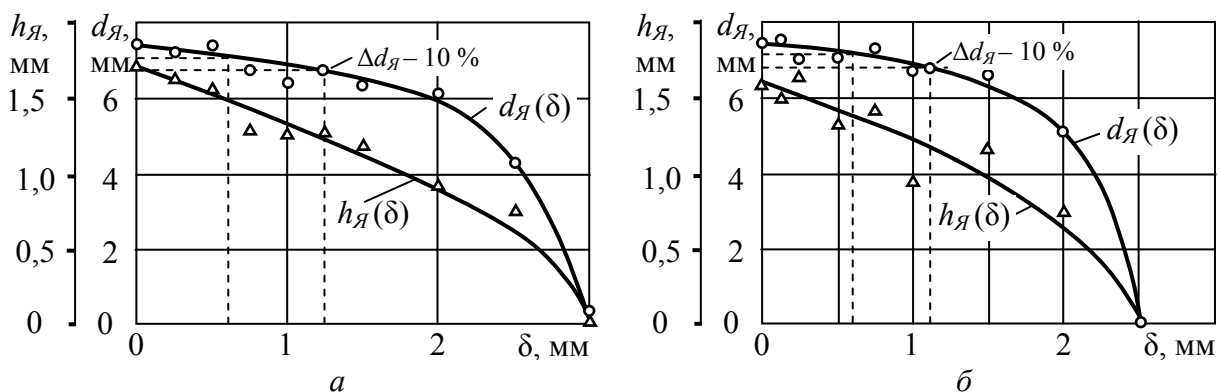


Рис. 1. Зависимость диаметра $d_{\text{я}}$ и высоты $h_{\text{я}}$ ядра от величины зазора δ при сварке деталей из АМг6, 2 + 2 мм ($I_{\text{св}} = 52,3$ кА; $F_{\text{св}} = 9,0$ кН; $t_{\text{св}} = 0,1$ с): а – $t = 50$ мм; б – $t = 100$ мм

Толщина деталей s , мм	Расстояние между точками t , мм					
	30	50	70	100	150	200
0,5... 1,5	1,25 (2,75)	–	1,5 (4,0)	2,2 (4,5)	–	4,5 (8,75)
1,5... 2,5	–	0,6 (1,25)	–	1,25 (2,25)	2,0 (3,9)	3,0 (4,5)
2,5... 3,5	–	–	0,8 (1,2)	1,2 (2,25)	2,0 (2,9)	2,0 (3,5)

Таким образом, определены сочетания толщины свариваемых деталей, шага между точками и величины зазоров при которых размеры ядра находятся в допустимых пределах. Регламентирование возмущающих факторов в соответствии с их параметрами, приведенными в таблице, и их контроль позволит повысить качество сварных соединений.

Библиографические ссылки

1. Козловский С. Н. Основы теории и технологии программированных режимов контактной точечной

сварки ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2006. 260 с.

2. Чулошников П. Л. Точечная и роликовая электросварка легированных сталей и сплавов. М. : Машиностроение. 1974. 232 с.

© Ерыпалов Л. А., Малахов А. Н.,
Вервейко Д. С., 2014

УДК 621.791.722

В. И. Кириллов, Е. С. Марченко

Научный руководитель – *В. В. Богданов*

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

СПОСОБЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ПРИ ЭЛС

Рассмотрены основные способы контроля сварных соединений выполненных ЭЛС, а также рассмотрены особенности этих методов.

В настоящее время для контроля сварных швов выполненных ЭЛС используют два метода неразрушающего контроля. Это ультразвуковая дефектоскопия и рентген контроль. Каждый метод контроля имеет свои плюсы и минусы.

УЗК относится к акустическому виду неразрушающего контроля, применяется при толщине металла шва не менее 4 мм. Он основан на использовании ультразвуковых волн, представляющих собой упругие колебания материальной среды с частотой выше 0,5–0,25 МГц (выше той, которую способны воспринимать слуховые органы человека). В этом методе контроля используется способность ультразвуковых волн отражаться от границы раздела двух сред, обладающих разными акустическими свойствами. Когда при прохождении через сварной шов ультразвуковые волны встречают на своем пути дефекты (трещины, поры, шлаковые включения, расслоения и т. д.), они отражаются от границы раздела металл-дефект и могут быть зафиксированы при помощи специального ультразвукового дефектоскопа.

Для дефектоскопии сварных швов наиболее широко применяются поперечные (колебание частиц среды происходит перпендикулярно направлению распространения волны) и продольные (колебание частиц среды происходит вдоль направления распространения волны) ультразвуковые волны.

Различают три основных метода ультразвуковой дефектоскопии: теневой, зеркально-теневой и эхо-метод. Для контроля сварных соединений наиболее широкое применение получил эхо-метод, при котором признаком обнаружения дефекта является прием искателем эхо-импульса от самого дефекта [1].

Для ввода ультразвука в металл пространство между излучающей плоскостью искателя и поверхностью металла заполняют контактирующей средой – минеральным маслом или водой (эмульсией). В зави-

симости от толщины слоя контактирующей среды различают контактный и иммерсионный способы обеспечения акустического контакта.

Основные параметры контроля эталонируют согласно ГОСТ 14782–86 при помощи комплекта стандартных образцов. Мерой эквивалентной площади выявленной несплошности является амплитуда отраженного от нее сигнала. Оценку эквивалентной площади осуществляют либо прямым сравнением с площадью эквивалентных отражателей, либо с помощью специальных диаграмм.

Ультразвуковой контроль предназначен для выявления в сварных швах и околошовной зоне трещин, непроваров, несплавлений, пор, шлаковых включений и других дефектов без расшифровки их характера, но указанием координат, условных размеров и числа обнаруженных дефектов [1].

УЗК более надежно, чем просвечивание выявляет плоскостные дефекты (трещины, непровары кромок) ориентированные параллельно оси шва.

Наружные дефекты должны быть исправлены до проведения УЗК.

Радиографический метод контроля сварных соединений предусматривает использование рентгеновского гамма-излучения и радиографической пленки для выявления различных дефектов. Данный метод, обладая определенными достоинствами и недостатками, нашел широкое применение в промышленности.

Источником рентгеновских лучей служит рентгеновская трубка. Пучок лучей направляется на сварное соединение перпендикулярно оси шва. С другой стороны шва устанавливают светонепроницаемую кассету, в которой находятся рентгеновская пленка и два экрана, усиливающие изображение. Дефектные места шва – газовые поры, шлаковые включения, трещины и другие – в меньшей степени снижают интенсивность проникающих лучей, чем сплошной металл. Степень

засвечивания пленки будет больше в местах расположения дефектов.

Время просвечивания (экспозиция) зависит от толщины проверяемого металла, фокусного расстояния, интенсивности излучения и чувствительности пленки. После просвечивания пленку проявляют, как это обычно делается в фотографии. На полученном негативе будут видны отдельные, более темные участки, по которым можно судить о наличии и размерах дефектов в сварном шве или околошовной зоне.

Перед просвечиванием шов должен быть очищен от шлака, брызг металла, окалины и других загрязнений. Наружные дефекты (подрезы, наружные поры, незаплавленные кратеры и др.) должны быть исправлены. Просвечивание швов с видимыми дефектами категорически запрещается, поскольку на рентгеновской пленке должны фиксироваться только скрытые дефекты.

Радиографическим контролем выявляются согласно ГОСТ 7512–92 следующие внутренние дефекты сварных соединений: трещины, непровары, поры, металлические и неметаллические включения и некоторые наружные дефекты, которые недоступны для

внешнего осмотра (увеличение или уменьшение размеров шва и др.). Радиографический контроль не обеспечивает выявления некоторых дефектов: непроваров и трещин с раскрытием менее 0,1 мм при толщине контролируемого соединения до 40 мм, а при толщине более 40 мм с раскрытием менее 0,25 % и др. Поэтому при наличии течей в сосудах и емкостях для их выявления необходимо применять и другие методы проверки на плотность.

Для получения качественной информации о состоянии сварного шва необходимо объединять эти два метода. При этом при проведении РК обязателен контроль расположения сварного шва относительно источника излучения. В таком случае можно получить достоверную информацию о шве.

Библиографическая ссылка

1. Назаренко О. К., Кайдалов А. А., Ковбасенко С. Н. Электронно-лучевая сварка / под ред. Б. Е. Патона, 1987.

© Кириллов В. И., Марченко Е. С., 2014

УДК 621.791.722

В. И. Кириллов, Д. В. Муниров

Научный руководитель – *В. В. Богданов*

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

ХАРАКТЕРНЫЕ ДЕФЕКТЫ ПРИ ЭЛС

Рассмотрены основные дефекты, возникающие при ЭЛС, а также рассмотрены причины их возникновения и способы устранения.

Электронно-лучевая сварка относится к методу сварки плавлением высококонцентрированным источником нагрев места сварки в связи с этим она обладает особенностями формирования шва. От этого зависит качество свариваемых швов, методы оценки качества и способы контроля качества. Поскольку ЭЛС относится к сварке плавлением, поэтому и швы ЭЛС оцениваются по схожим критериям, хотя швы очень сильно отличаются по масштабности, структуре, прочностным характеристикам, внешнему виду, условиям формирования и назначению сварных швов.

Дефекты сварных соединений:

Непровар – как наложение шва мимо стыка, так и в результате недостатка энергии луча, для провара на полную глубину шва.

Пористость – шарообразные пустоты внутри шва. Они характерны любого для вида сварки плавлением и почти всегда имеют одинаковую природу – качество металла, насыщенность его водородом, углеродом, органическими элементами, расслоением и закатами по толщине свариваемых кромок. Пористость энергетически возникает и вырастает по объему тем легче, чем меньше давление на поверхность жидкого металла, т. е. вакуум способствует образованию пористости, если к этому есть причины, так как на поверхности шва давление на 1 атм меньше чем на швы других методов

сварки плавлением. Вакуум при ЭЛС необходим и используется для обеспечения работы электроннолучевой пушки от высоковольтных пробоев, и защиты жидкого металла шва от контакта с воздухом и окисления.

Занижение шва – это явление свойственно ЭЛС, так как сварка сквозным проплавлением с формированием проплава с внешней стороны формирует занижение и чем больше проплав, тем больше занижение, поэтому величина проплава, и следовательно, величина тепловложения контролируется током коллектора. Что бы гарантировать отсутствие занижения, сверху предусматривается припуск по толщине кромок или их особому конструктиву.

Трещины – возникают в металле или сочетании металлов, которые свойственны при любом виде сварки плавлением.

Пробои с выключением источника питания ЭЛС или остановки перемещения свариваемых деталей. При данном виде нарушения возникает сквозное отверстие по форме и величине равное пароголовому каналу при ЭЛС. Если изделие во время сварки резко останавливается и оператор не отреагировал должным образом (немедленное отключение луча) то образуется отверстие в стыке диаметром до 12 мм.

Сплошная пористость диаметром до 0,5 мм не поддается подсчету количественно. Это явление воз-

никает при резком вбросе в парогазовый канал при ЭЛС жидкой фазы и происходит вскипание этой жидкой фазы с образованием наполнения пор парами самого свариваемого металла. Борьбой с этим дефектом является изменение конструкции свариваемых кромок. Например, такой стык когда шов выполняется через бурт [1].

Если зазор по бурту равен 0 или существует натяг, то сварка проходит нормально. Если зазор больше миллиметра, то теплоотвод в сопрягаемую деталь отсутствует и бурт расплавляется, резко наполняет сварочную ванну жидкой фазой. Оператор отслеживает режим по току коллектора, для обеспечения проплавления добавляет ток сварки и перегревает жидкий металл, который как бы вскипает в парогазовом канале, создавая огромное количество пор. То есть происходит нарушение технологии сборки.

Окисная пленка – в сварных швах ЭЛС отсутствует, так как в процессе сварки происходит бурное перемешивание жидкого металла в вертикальной плоскости и по кругу всего парогазового канала. Если окисная пленка находится в избытке, то она разламывается лучом и может служить только центрами порообразования.

Корневые дефекты – присущи только электроннолучевой сварке и исключаются системой управления распределением энергии в пятне нагрева луча. Образуется корневой дефект следующим образом: все свариваемые металлы являются кристаллическими структурами и в процессе перехода от твердого со-

стояния в жидкое и обратно, претерпевают аллотропическое превращение, т. е смену кристаллической решетки. Это приводит к раскачиванию процесса проплавления, к этому примешивается импульсное выделение пара металла в канале проплавления. В результате корневая часть шва выглядит как хаотично зубчатое проплавление и когда с передней кромки шва металл перемещается в зону корня шва, то острую часть шва он не заполняет и не сплавляет [1].

Этот дефект на сегодняшний день не допускается и является самым худшим дефектом. На обычном оборудовании с источниками питания У-250, ЭЛА 60-15, ЭЛА-30 В избежать такое формирование не удастся. Чтобы этот дефект был управляемым необходимо формировать шов по форме в поперечном разрезе.

Со скруглением в нижней части шва не менее 1,5–2 мм. Для этого применяется технология с управлением тепловложения в пятно нагрева за счет высокочастотного расщепления луча, за счет управления через отклоняющую систему и блока управления позволяющего программировать размеры формы сканирования.

Библиографическая ссылка

1. Зорин Ю. Н. Электронно-лучевая сварка с повышенной частотой модуляции тока луча сталей толщиной до 254 мм. 1993.

© Кириллов В. И., Муниров Д. В., 2014

УДК 621.791.722

Д. С. Ковалёв, В. Н. Шахов
 Научный руководитель – *В. В. Богданов*
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М.Ф. Решетнева, Красноярск

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ 1201 И 01570

Исследование и сравнение технологических особенностей при электронно-лучевой сварке алюминиевых сплавов 1201 и 01570 с АМгб в ракетно-космической технике.

Наиболее важные области применения алюминиевых сплавов в настоящее время – авиационная и ракетная техника. Высокие удельные характеристики, технологичность, ценовая доступность, изначально определившие выбор авиаинженеров. Для работы узлов в реальных условиях эксплуатации в космосе необходима также стойкость материалов к воздействию факторов космического пространства: высокого вакуума, перепадов температур, радиации и пр. В настоящий момент этим требованиям максимально отвечают алюминиевые деформируемые сплавы, которые и используются наиболее активно. Наглядные примеры – материалы конструкции планеров и топливные баки ракетносителей отечественного орбитального корабля «Буран» и американского космического корабля «Space Shuttle» [1].

До «Энергии» все ракетные баки изготавливались в СССР из пластичного алюминиевого сплава средней

прочности, содержащего 6 % магния, сплав АМгб. Однако было известно, что американцы применили для баков «Шаттла» новый, более прочный, но менее пластичный алюминиевый сплав 2219, содержащий около 6 % меди. В ВИАМе были выполнены лабораторные плавки, которые показали, что сплав, обозначенный 1201, действительно прочнее АМгб. С понижением температуры он не только не охрупчивается, как, например, сталь, а наоборот, приобретает удивительную способность к повышению и пластичности, и прочности (криогенное упрочнение), при неоднократных повторных охлаждениях до температуры жидкого водорода сплав АМгб расслаивается, поэтому он не годился для материала ракеты, работающей на жидком водороде.

Разработан ряд отечественных термически упрочняемых сплавов на основе алюминия обладающих удовлетворительной свариваемостью. Сплавы 1201 и

01570, относятся к термически упрочняемым свариваемым сплавам, значительно превосходящим по прочности свариваемые сплавы, не упрочняемые термообработкой (например, АМг5, АМг6). После упрочняющей термической обработки предел прочности сплава 1201 составляет не менее 390 МПа.

При температуре $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ (жидкий азот) дается 1 000 нагружений, затем нагрев до $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ и повторение нагрузок при $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$. Это реальный температурно-динамический график полета ракеты «Энергия» ($200\text{ }^{\circ}\text{C}$ соответствует разогреву ракеты при прохождении атмосферы). Сплав АМг6 выдержал 500 циклов, сплав 1 201–20 000 циклов.

Для алюминия и его сплавов применяют практически все промышленные способы сварки плавлением и давлением. Газовую и а также сварку в ручную покрытыми электродами в настоящее время используют редко. Наиболее широкое распространение для изготовления конструкций, особенно ответственных, приобрела сварка в среде инертных газов. При ЭЛС алюминия и некоторых его сплавов получают швы, обладающие высокими механическими свойствами.

Специфические теплофизические свойства алюминия и его сплавов (высокая теплоемкость, теплопроводность и скрытая теплота плавления при сравнительно низкой температуре плавления) определяют оптимальные параметры процесса сварки. Так, при сварке алюминия плавлением необходим сварочный ток, превосходящий в 1,2–1,5 раза ток для стали, несмотря на то что температура плавления алюминия значительно ниже, чем стали.

Затруднение при сварке вызывает также большая склонность металла шва к образованию пор и кристаллизационных трещин (особенно характерных для сплавов на основе алюминия). При сварке сплавов повышенной прочности (например, легированных цинком и магнием) наблюдается появление холодных трещин. Значительная усадка при кристаллизации сварного шва, а также высокий коэффициент линейного расширения приводят к существенным остаточным деформациям. При сварке нагартованного алюминия и термически упрочненных алюминиевых сплавов снижается прочность сварного соединения по сравнению с прочностью основного металла, что создает определенные трудности.

Существенные затруднения при сварке возникают вследствие легкой окисляемости алюминия в твердом и расплавленном состояниях. Образующаяся тугоплавкая пленка оксида алюминия Al_2O_3 препятствует формированию шва и является источником неметаллических включений в металле шва. Для получения качественных соединений при сварке плавлением необходимы защита шва от насыщения газами атмосфе-

ры и принятие специальных мер для удаления или разрушения пленки оксидов.

ЭЛС является эффективным способом соединения деталей и узлов из алюминиевых сплавов. КПД электронно-лучевого нагрева, зависящий от порядкового номера элемента в периодической системе, для алюминия ($\eta = 0,89$) выше, чем для других цветных металлов (например, по сравнению с медью – на 16 %, с ниобием – на 22 %).

При ЭЛС в вакууме успешно решается вопрос разрушения и удаления оксидной пленки на поверхности свариваемых кромок. Это достигается вследствие механического воздействия на пленку паров металла, а также в вакууме создаются благоприятные условия для удаления из металла шва водорода и азота (благодаря диссоциации нитридов алюминия в вакууме). Этот процесс положительный с точки зрения снижения склонности к образованию пор в шве.

ЭЛС по сравнению с другими способами сварки плавлением имеет значительное преимущество: твердожидкое состояние металла при сварке соответствует весьма короткому промежутку времени, поэтому временные внутренние напряжения не успевают воздействовать на кристаллизующийся металл, т. е. не успевают возникнуть кристаллизационные трещины. Для высокопрочных алюминиевых сплавов можно избежать разупрочнения металла в околошовной зоне при высоких скоростях сварки, обеспечивающих минимальное термическое воздействие на основной металл.

После сварки коэффициент прочности соединений из высокопрочных алюминиевых сплавов составляет примерно 0,7–0,8. Так, при ЭЛС плит ($t = 40\text{ мм}$) из сплава 1 201 коэффициент прочности достигал 0,75–0,80, в то время как при аргонодуговой многослойной сварке он не превышал 0,5–0,6. Закалка с последующим искусственным старением позволяет довести этот показатель для ряда сплавов до 0,9–1,0.

В условия производства выполнялась ЭЛС шпангоутов корпусов ракет, сварка выполнялась на образцах толщиной 100 мм без разделки кромок с сдвижением луча снизу вверх что облегчало условие проплавления на полную глубину. Сварные швы соответствовали техническим условиям.

Библиографическая ссылка

1. Материалы конструкции орбитального корабля «Буран» (11Ф35) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.buran.ru/htm/inside.htm><http://mir-politika.ru/1702-nasa-gigantskie-proekty-i-ekonomiya-namelochah.html> (дата обращения: 01.04.2014).

© Ковалёв Д. С., Шахов В. Н., 2014

УДК 621.791.763

А. Л. Колесников, И. А. Бусовцев, И. А. Токмашова
 Научный руководитель – С. Н. Козловский
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ТОЧЕЧНАЯ СВАРКА ЗАКАЛИВАЮЩЕЙСЯ АРМАТУРЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

Проведенные исследования показали возможность точечной сварки высокопрочной арматуры из закаливающих сталей с термической обработкой сварных соединений в электродах сварочной машины для получения требуемых показателей их пластичности. На прочность сварных соединений наиболее значимо влияет время паузы между сварочным и подогревающим импульсами тока, а также длительность подогревающего импульса тока.

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 (см. рисунок), 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 $\sim 40\%$): $F_{CB} = 450$ 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.

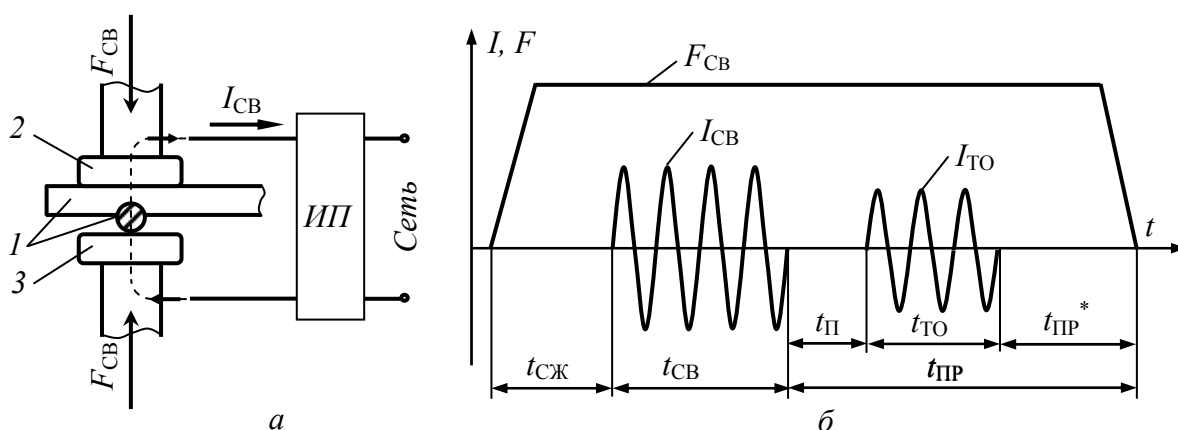


Схема (а) и цикл параметров режима (б) контактной точечной сварки арматуры вкрест:

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 $I_{ТО}$; времени термообработки $t_{ТО}$ и — времени паузы $t_{П}$ между импульсами $I_{СВ}$ и $I_{ТО}$ 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. При этом параметры сварочного импульса оставались неизменными: $F_{СВ} = 450$ даН; $t_{СЖ} = 1,0$ с; $I_{СВ} = 14,4$ кА; $t_{СВ} = 1,48$ с; $t_{ПР}^* = 0,4$ с. Параметры дополнительного термообрабатывающего импульса в соответствии с планом эксперимента изменялись в следующих пределах: силы тока термообработки $I_{ТО} = 0,2...1,0 I_{СВ}$; времени паузы $t_{П}$ между импульсами $t_{П} = 0,8...4,0$ с; длительности импульса термообработки $t_{ТО} = 0,8...4,0$ с; $t_{ПР} = t_{СЖ} + t_{СВ} + t_{П} + t_{ТО} + t_{ПР}^*$. При каждом сочетании факторов производили сварку трех образцов.

Анализ полученных результатов показал следующее.

Наиболее значимо на прочность сварных соединений влияет время паузы $t_{П}$ между сварочным $I_{СВ}$ и термообрабатывающим $I_{ТО}$ импульсами тока, а также длительность $t_{ТО}$ термообрабатывающего импульса тока. Сила термообрабатывающего импульса тока $I_{ТО}$ влияет на прочность сварных соединений в меньшей мере.

Определены сочетания параметров режима термообработки сварных соединений арматуры в электродах сварочной машины, при которых соединения получают наиболее пластичными и по прочности на срез удовлетворяют предъявляемым требованиям:

- время паузы $t_{П}$ между сварочным $I_{СВ}$ и термообрабатывающим $I_{ТО}$ импульсами тока $t_{П} \approx 1,4...1,8$ с;
- длительность термообрабатывающего импульса тока $I_{ТО} \approx 1,4...1,8$ с;
- сила термообрабатывающего импульса тока $I_{ТО} \approx 0,4 I_{СВ}$.

Таким образом, проведенными исследованиями показана возможность термообработки сварных соединений арматуры в электродах сварочной машины. Установлено, что на прочность сварных соединений наиболее значимо влияет время паузы между сварочным и подогревающим импульсами тока, а также длительность подогревающего импульса тока. Определены наиболее оптимальные параметры режима термообработки сварных соединений арматуры класса А-III из стали 35ГС диаметрами 12+12 мм в электродах сварочной машины, при которых соединения получают наиболее пластичными и по прочности на срез удовлетворяют предъявляемым требованиям.

Библиографическая ссылка

1. Бродский А. Я. Сварка арматуры железобетонных конструкций. М. : Госстройиздат, 1981.

© Колесников А. Л., Бусовцев И. А.,
Токмашова И. А., 2014

УДК 621.791.18

А. В. Лецковник, О. В. Брылева, А. И. Кабанков

Научный руководитель – Л. Г. Семичева

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

МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ МИКРОШЛИФОВ ДЛЯ МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКОГО И МИКРОРЕНТГЕНСПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗОВ МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Разработана методика подготовки микрошлифов металлополимерных соединений для проведения металлографического и микрорентгеноспектрального анализов с применением травления в плазме безэлектродного высокочастотного разряда и ультратонких срезов.

В электронной, космической, авиационной, приборостроительной, электротехнической и других отраслях современной науки и техники решаются многочисленные проблемы, связанные с разработкой и изготовлением металлополимерных узлов для достижения самых разнообразных целей и задач.

Качественные неразъемные соединения металлов с фторопластом-4 были получены диффузионной сваркой.

Основные задачи металлографического анализа состоят в том, чтобы изучить микроструктуру сварного шва и прилегающих к нему зон, а также кинетику формирования диффузионных соединений, выбрать оптимальный технологический режим сварки, гаран-

тирующий длительную эксплуатационную надежность сварного соединения.

Однако в настоящее время отсутствуют хорошо отработанные методы препарирования металлополимерных соединений для металлографических исследований.

Поэтому впервые при исследовании микроструктуры сварного соединения сплава алюминия АМг6 с фторопластом-4 была разработана новая методика подготовки микрошлифов и ультратонких срезов для их анализа на оптических микроскопах.

От каждой партии сваренных образцов изготавливались шлифы перпендикулярно плоскости сварки.

В связи с тем, что фторопласт-4 значительно мягче сплава АМг6 и при механической обработке трудно обеспечить получение плоской поверхности, после вырезки заготовки шлиф заливают термореактивной смолой.

Для получения чистой поверхности заготовки сначала подвергают шлифовке на абразивных бумагах с последовательно уменьшенным размером зерен абразива, а затем полировке с применением алмазных паст и водной суспензии окиси хрома.

После полировки остается механически искаженный (размазанный) слой полимера, без полного удаления которого микроструктура шва не может быть выявлена.

Известные методы травления жидкими растворителями не могут быть рекомендованы для этой цели, так как фторопласт-4 не растворяется ни в одном из растворителей, и химически стоек ко всем агрессивным жидкостям.

Поэтому исследование структуры переходной зоны соединения металлов с фторопластом-4 применили единственно приемлемый способ травления в плазме безэлектродного высокочастотного газового разряда [1].

Суть способа заключается в том, что при обработке поверхности шлифа плазмой вследствие избирательного действия частиц плазмы на области с различной плотностью, степенью кристалличности и молекулярной ориентацией обнажается рельеф и происходит улучшение оптического контраста. Активными частицами плазмы являются электроны, энергия которых не превышает 10 ЭВ, концентрация в плазме составляет $3 \cdot 10^7 \text{ см}^{-3}$. Под их действием происходит разрыв ковалентных связей, и сублимация частиц идет в первую очередь с аморфных и дефектных областей поверхности. Травление осуществляли следующим образом: шлифы помещали в разрядную камеру, в которой создавали разрежение $1,33 \cdot 10^{-3} \text{ Па}$. Через игольчатый натекаль подавали газ (кислород) под давлением 0,1...0,2 МПа. Затем включали генератор электромагнитных колебаний, который с помощью наружных электродов возбуждает электроны в разрядном промежутке, а они в свою очередь ионизируют рабочий газ. Появляется интенсивное свечение плазмы в разрядной камере. Цвет разряда колеблется от малинового (80...13 Па) до светло-голубого при более низких давлениях. Наиболее эффективно давление 66...13 Па при частоте электромагнитных колебаний 5,8 МГц. Давление в разрядной камере измеряли вакуумметром ВИТ-2, давление газа контролировали манометром.

В качестве генератора использовали блок высокой частоты радиостанции РСБ-5, работающей в диапазоне от 3,6 до 12 МГц. Питание блока осуществляется с помощью ульформера РУК-300 Б и выпрямителя 26 В и 24 А. Время травления составляло 6 часов.

Известно также, что для исследования структуры полимерных материалов используют тонкие и ультратонкие срезы, которые приготавливают с помощью специальных приборов (микротомов и ультрамикротомов). Метод позволяет достаточно быстро изготовить препарат для анализа, однако технология полу-

чения срезов с металлополимерных образцов не отрабатана. Срезы получали с фторопластовой подложки, покрытой окисной пленкой, которая осталась после испытаний образца на растяжение, на микротоме фирмы ЛКБ (Швеция).

Так как твердость окисной пленки высока по сравнению с фторопластом-4, то для получения срезов были изготовлены специальные ножи из твердого сплава ВК8. Готовые срезы толщиной 20 мкм наклеивались на предметные стекла. Микроструктура переходной зоны сварного соединения сплава АМг6+фторопласт-4 изучалась с помощью оптических микроскопов Versamet-2 (Япония) и МБИ-15. В результате металлографических исследований была выявлена переходная зона диффузионного соединения, установлена зависимость прочности соединения от ее ширины и определены оптимальные значения параметров режима сварки, обеспечивающие прочность соединения $\sigma_b = 20 \text{ МПа}$.

Определение химического состава переходной зоны производят микрорентгеноспектральным анализом. Метод основан на изменении интенсивности рентгеновского излучения атомов анализируемого вещества, которое возбуждается электронами, ускоренными в электрическом поле и сфокусированными системой электромагнитных линз в зону диаметром несколько десятых долей микрона. Измерением интенсивности спектральных линий можно провести качественный и количественный анализ элементов, входящих в состав переходной зоны.

Важным условием для получения достоверных результатов является высокое качество подготовки поверхностей исследуемых образцов.

Для проведения микроанализа сварных соединений были изготовлены косые микрошлифы диффузионных соединений АМг6 + Ф-4 размерами $3 \times 2 \times 3 \text{ мм}$ под углом 15° , обеспечивающие протяженность исследуемой зоны до 1 500 мкм.

Подготовка микрошлифов проводили аналогично, как для металлографических исследований, кроме травления. Так как фторопласт-4 является изолятором, на поверхность шлифа наносят тонкий слой токопроводящего металла, в данном случае золота.

Исследование переходной зоны проводили на установке «САМЕВАХ» и сканирующим электронном микроскопе PSEM-500X с рентгеновскими микроанализаторами: энергодисперсионным «Edax 711» и волнодисперсионным «Microspes» (для анализа легких элементов).

Библиографическая ссылка

1. Липатов Ю. С., Безрук Л. И. Экспериментальная морфология полимерных материалов в условиях жесткого контроля за изменением основных структурных параметров в ходе препарирования и наблюдений методами ПЭМ // Материалы Междунар. микросимпозиума по морфологии полимеров. София, 1981. С 122–123.

© Лецковник А. В., Брылева О. В., Кабанков А. И., 2014

УДК 621.791.722

Е. С. Марченко, Д. В. Муниров
 Научный руководитель – Н. В. Успенский
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПРИРОДА КОРНЕВЫХ ДЕФЕКТОВ ПРИ ЭЛС И МЕТОДЫ БОРЬБЫ С НИМИ

Рассматривается природа появления корневых дефектов при электронно-лучевой сварке и способы и методы их предотвращения.

Качество шва при ЭЛС, как и при любом способе сварки плавлением, определяется совокупностью технологических и энергетических параметров процесса. Поддержание на требуемом уровне энергетических параметров процесса сварки обеспечивает при неизменных технологических условиях постоянство эксплуатационных параметров сварного соединения, геометрических размеров, структурных, прочностных и других показателей. Однако возможность формирования проплавления уникальной «кинжальной» формы с минимальной металлоемкостью ванны вступает в противоречие с достижением стабильных эксплуатационных параметров сварного соединения. Нарушение оптимального режима ЭЛС зачастую ведет к появлению в швах дефектов, причем даже на хорошо свариваемых материалах. Они встречаются при любых способах сварки плавлением и хорошо известны [1]: непровары, подрезы, провисание шва, а также повышенное разбрызгивание. Однако возникают и другие специфические дефекты, в частности – корневые дефекты. Корневые дефекты шва – один из наиболее распространенных видов дефектов, они могут иметь место при сварке любых материалов обычно в режиме несквозного проплавления в любом пространственном положении.

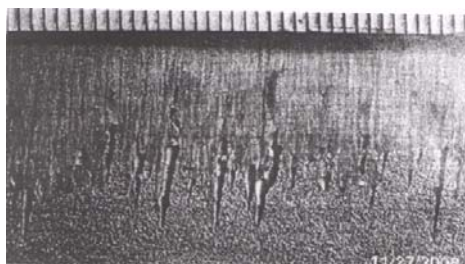


Рис. 1. Микршлиф продольного сечения корневой части шва

Они заключаются в непостоянстве глубины проплавления (корневая часть шва имеет пиковую структуру) и в наличии полостей или несплавлений в корневых пиках (рис. 1). Корневые дефекты имеют гидродинамическую природу образования и обусловлены особенностями переноса металла в сварочной ванне (рис. 2).

Для предотвращения корневых дефектов необходимо формировать пародинамический канал с достаточно широкой нижней частью и закругленным дном.

Изменение формы канала осуществляется изменением формы распределения плотности мощности электронного пучка в зоне сварки.

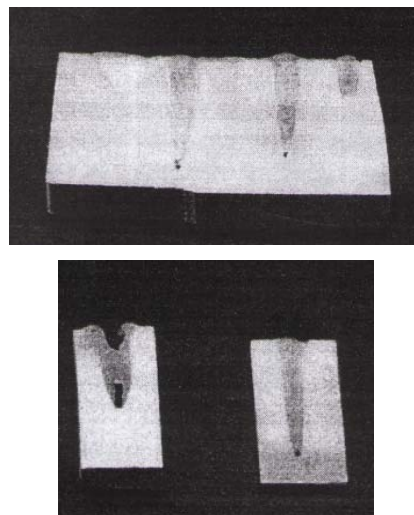


Рис. 2. Образцы с корневыми дефектами

Выбором уровня фокусировки пучка не удастся полностью подавить корневые дефекты: вероятность образования несплавлений остается довольно высокой. При использовании электронного пучка, имеющего распределение плотности мощности с «провалом» в приосевой области (рис. 3), удастся существенно снизить вероятность образования корневых дефектов. Такую форму распределения можно получить с помощью кругового сканирования пучка.

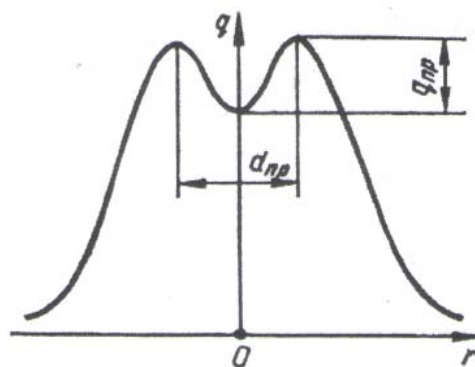


Рис. 3. Форма распределения плотности мощности электронного пучка для подавления корневых дефектов ($d_{пр}$ – диаметр провала; $g_{пр}$ – спад плотности мощности пучка в провале)

Расширение корня шва позволяет уменьшить опасность несплавлений свариваемых деталей из-за проявления остаточных или наведенных магнитных полей.

При круговой развертке усредненное распределение плотности мощности пучка имеет провал в приосевой части. Диаметр этого провала (фактически диаметр окружности, описываемой осью сканирующего пучка) и определяет ширину корневой части шва.

При радиусе корня 1–1,5 мм вероятность появления корневых дефектов минимальна. Заслуживает внимания гипотеза о появлении вращательного движения жидкого металла при круговом сканировании пучка с оптимальной частотой. Возникающие при этом центробежные силы препятствуют развитию волновых возмущений сварочной ванны.

Трудноуправляемым в настоящее время дефектом при ЭЛС толщин более 10 мм является коневой дефект, который формируется в конце шва как пустоты различной абстрактной формы. При рентген-контроле данный дефект смотрится как цепь пор различной формы с наложением и соприкосновением. Это явление не имеет ничего общего с привычным нам порообразованием и зависит только от распределения энергии в пятне нагрева. Некачественное формирование луча с искаженным пятном нагрева, как правило, приводит к формированию корневого дефекта и чем хуже пятно нагрева, тем меньше свариваемая толщина, которая поражается данным дефектом. Сварка толщин свыше 12 мм. Не гарантируется от поражения

этим дефектом различной интенсивности. Для устранения этого дефекта необходимо управлять законом распределения энергии в пятне нагрева луча и формировать форму шва таким образом, чтобы в корне шва было притупление с радиусом не менее 1...2 мм, правильное перемешивание жидкой фазы шва как по вертикали, так и по горизонтали.

Один из приемов борьбы с корневыми дефектами – полное проплавление свариваемого стыка. Это наиболее надежный и простой способ, позволяющий исключить корневые дефекты, свести к минимуму угловые деформации, уменьшить вероятность образования пор и раковин благодаря улучшению условий дегазации металла сварочной ванны. При сварке в нижнем положении данный прием применяется для соединения металлов с $\delta_m < 40$ мм, а при сварке горизонтальным электронным пучком – с $\delta_m \leq 400$ мм.

Библиографическая ссылка

1. Назаренко О. К., Нестеренков В. М., Бондарев А. А., Кравчук Л. А., Архангельский Ю. А. Электронно-лучевая сварка буровых долот. Институт электро-сварки им. Е. О. Патона НАН Украины, 2012.

© Марченко Е. С., Муниров Д. В., 2014

УДК 621.762.079

И. И. Моцаренко

Научный руководитель – *В. В. Богданов*

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

ИЗНОСОСТОЙКАЯ НАПЛАВКА В ЦЕМЕНТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Предложены новые способы защиты от комбинированного вида износа в цементной промышленности, которые позволяют увеличить ресурс оборудования и сократить издержки на производстве.

Цементная промышленность – это значительный сегмент в отрасли производства строительных материалов, имеющий важное место в развитии экономики страны, особенно на фоне наблюдающегося строительного «бума». Производство цемента включает в себя различные технологические процессы, от добычи сырья до упаковки готовой продукции, и на каждом этапе этой цепочки возникают проблемы износа оборудования, которые сказываются как на себестоимости конечного продукта, так и на объемах производства.

Износ в цементной промышленности проявляется как комбинированное воздействие таких факторов, как абразия, эрозия, коррозия, трение, давление, температурное воздействие, вследствие чего меняется форма, размеры и состояние частей оборудования. Решить задачи износа можно разными способами – от замены узлов до изменения технологических параметров на участке. Но, в большинстве случаев, наиболее технологичным и экономически обоснованным способом является восстановление оборудования и профилактическая наплавка материалами, устойчивыми к проявляющимся факторам износа.

В отдельных случаях экономически оправданным может быть полное изготовление новых узлов из износостойких плит. Так, на одном из цементных заводов Евроцемента, после замены двигателя на сепараторе на более мощный, возросла скорость подачи сырья, однако вследствие резко увеличившегося износа и участвовавших простоев на ремонты, ожидаемого роста производительности достигнуто не было. После изготовления корпуса сепаратора из износостойких плит простои сократились до уровня прежде принятых профилактических норм, а стоимость ремонтных работ снизилась в несколько раз по сравнению с прежними.

Износостойкие листы, из которых был изготовлен корпус сепаратора, представляют собой биметаллические плиты, основой которых является низкоуглеродистая сталь с нанесенным защитным покрытием, которое может быть выполнено:

- роботизированной наплавкой порошковой самозащитной проволокой;
- порошковым напылением с последующим проплавлением.

При роботизированной наплавке осуществляется контроль скорости охлаждения, позволяющий получить заданную кристаллическую структуру и форму кристаллов. Именно контроль скорости охлаждения позволяет добиться роста кристаллов, в хромоникелевой матрице, перпендикулярно основе и направлению вектора износа.

Вследствие сильной анизотропии кристаллической решетки, вершины кристаллов карбидов максимально устойчивы к абразивному износу. Неравномерное распределение карбидов при неконтролируемой температуре нагрева-охлаждения, вдобавок ко всему, ведет к неравномерному распределению кристаллов карбидов, хаотично ориентированных в матрице, имеющих непостоянные размеры, что в свою очередь приводит к их быстрому выкрашиванию из матрицы, снижая устойчивость к абразивному износу. Специальная волнообразная форма наплавки, как показала практика, даёт дополнительную устойчивость примерно на 35 % [2].

Существуют задачи, которые решить при помощи готовых специально наплавленных листов не возможно, из за геометрически сложных форм, небольших участков, подвергающихся износу и т. д. Для этих случаев российскими и зарубежными производителями выпускаются проволоки для наплавки, электроды для наплавки и шнуровые припои, устойчивые к различным видам износа.

Данные технологии позволяют производить наплавку на многие узлы цементного производства: зубья валковой дробилки, молотки, пластины, зубья шестеренок и конструктивные элементы питателей. Прежние разработки, не учитывавшие таких факто-

ров, как потери металла на шлакообразования, перемешивание в сварочной ванне основного и наплавленного материала, высокого тепловложения, приводящего к охрупчиванию материала основы, теряют сегодня свою актуальность. Развитие нанотехнологий на основе взаимодействия разных научных отраслей (металловедения, кристаллографии, физической и коллоидной химии и пр.) предлагают новые решения, которые при их умелом внедрении, позволяют значительно сократить простои оборудования на время ремонтов, сократить затраты на закупку новых узлов, продлив срок службы старых, в кооперации с новыми системами АСУТП произвести модернизацию устаревшего производства до современных стандартов, решая еще одну проблему износа оборудования, но уже не физического, а морального [3].

Сварочные технологии сегодняшнего дня – это не только путь к снижению издержек производства, а еще и один из ключей в модернизации не только цементной промышленности, но и многих отраслей промышленности России [1].

Библиографические ссылки

1. Родин К. М. Практическая кристаллография. МИСИС, 2005. 488 с.
2. Балакаев А. А. Плиты CDP – надежный метод увеличения межсервисного периода работы оборудования составных цехов. Castolin Eutectic, 2013.
3. Литвинов А. А. Применение технологий Castolin в цементной промышленности // Мир Цемент.

© Моцаренко И. И., 2014

УДК 621.791.722

Д. В. Муниров, Е. С. Марченко

Научный руководитель – *Н. В. Успенский*

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

НОВЫЕ ИНВЕРТОРНЫЕ ЭНЕРГОКОМПЛЕКСЫ ЭЛС НА 30 кВт

Дается краткое описание структуры построения инертных энергокомплексов для ЭЛС, их параметры и преимущества по сравнению с ламповой аппаратурой.

Развитие электронной, преобразовательной, вычислительной техники и систем управления позволяет создать электронно-лучевую аппаратуру нового поколения, имеющую на порядок меньшие габаритные размеры, массу, более высокий КПД, расширенные функциональные возможности по обеспечению качества сварных соединений. В этой аппаратуре удастся добиться высокой стабильности технологических параметров процесса и реализовать прецизионную сварку изделий малых (от 0,2 мм) и больших толщин, характерных для технологии электронно-лучевой сварки.

В Сибирском государственном аэрокосмическом университете (г. Красноярск) разработан параметрический ряд электронно-лучевой аппаратуры с ускоряющим напряжением до 30 КВ.

Технические параметры разработанной аппаратуры представлены в таблице.

Источник ускоряющего напряжения представляет собой высокочастотный инверторный преобразователь напряжения с высоковольтным трансформатором и выпрямителем. Высоковольтный трансформатор с выпрямительным блоком помещен в металлический заземленный корпус, наполненный трансформаторным маслом.

Для снижения массогабаритных показателей высоковольтный трансформатор выполнен в виде двух изолированных друг от друга секций, соединенных последовательно. Напряжения каждой секции выпрямляется отдельным диодным мостом. Каждая секция рассчитана на напряжение 15 КВ, что значительно снижает трудоемкость и сроки изготовления трансформатора и существенно повышает его масштабируемость при переходе на более высокие напряжения [2].

Наименование параметра	Наименование аппаратуры		
	АЭЛА 30/2,5	АЭЛА 30/5	АЭЛА 30/10
Ускоряющее напряжение, кВ	20÷30	20÷30	20÷30
Нестабильность ускоряющего напряжения, %	0,1	0,1	0,1
Ток электронного пучка, мА	1÷100	1÷200	1÷400
Нестабильность тока пучка, %	0,5	0,5	0,5
Ток фокусировки, А	0,7÷1,5	0,7÷1,5	0,7÷1,5
Нестабильность тока фокусировки, %	0,1	0,1	0,1
Погрешность слежения по стыку, мм	0,1	0,1	0,1
Амплитуда сканирования, мм			
по X	0÷5	0÷5	0÷5
по Y	0÷2,5	0÷2,5	0÷2,5
Время нарастания тока сварки, с	0÷10	0÷10	0÷10
Время спада тока сварки, с	0÷10	0÷10	0÷10
Габаритные характеристика, мм			
шкаф управления	600×800×1930	600×800×1930	600×800×1930
высоковольтный блок	300×500×1000	300×500×1000	300×500×1000
Потребляемая мощность, кВт	3,5	6,5	12

Для питания трансформатора используется мостовой преобразователь напряжения с параллельным резонансным контуром, где подключение нагрузки осуществляется к конденсатору резонансного контура, а переключение силовых ключей происходит при нулевом значении напряжения. Выбор данной топологии преобразователя связан с большим коэффициентом передачи высоковольтного повышающего трансформатора, которому свойственны большие значения паразитных межвитковых, межслойных и межобмоточных емкостей вторичной обмотки, а значительный диаметр вторичных обмоток повышает индуктивность рассеяния.

Использование высоких частот (более 50 кГц) позволяет снизить емкость сглаживающих конденсаторов при низком уровне пульсаций ускоряющего напряжения, которые не превышают 0,2 %. Малая накопленная энергия источника ускоряющего напряжения способствует устранению влияния пробоев в электронно-лучевых пушках на качество сварных соединений.

Источник бомбардировки, блок управления накалом и блок управления током луча имеют аналогичное принципиальное исполнение в маломощном варианте. Для управления ими также используется частотный метод 3 – максимальная нагрузка.

Исследования по оптимизации технологии электронно-лучевой сварки выявили возможность повышения качества сварных соединений за счет управления распределением энергии электронного пучка по пятну нагрева. Для реализации такой возможности в состав аппаратуры включен микропроцессорный блок функционального сканирования (БФС) [1].

Распределение энергии электронного луча по пятну нагрева осуществляется за счет применения различных траекторий сканирования. Сами траектории сканирования хранят в памяти микроконтроллера в виде массивов координат по осям X и Y. Выбор траек-

тории сканирования осуществляется кодом, поступающим в порт А микроконтроллера.

Автоматизированная система управления процессом электронно-лучевой сварки построена на базе промышленного компьютера. В ней реализованы функции слежения по стыку сварного соединения, программного управления режимом сварки настройки фокусировки, контроля и регистрации параметров процесса.

Слежение по стыку сварного соединения осуществляется путем записи траектории стыка в режиме малого тока с последующим воспроизведением траектории режиме технологического тока сварки.

Функции АСУ ЭЛС в аппаратуре реализованы на программном и аппаратном уровнях.

Промышленные образцы аппаратуры прошли производственные испытания. И внедрение на предприятиях г. Красноярск.

Библиографические ссылки

1. Серегин Ю. Н., Лаптенко В. Д., Успенский Н. В., Ниткин В. П. Экспериментальные исследования по оптимизации технологии электронно-лучевой сварки алюминиевых сплавов // Технологии и оборудование электронно-лучевой сварки : II Междунар. науч.-техн. конф. (ЭЛС-2011). Санкт-Петербург : ОАО «Центральный научно-исследовательский институт материалов» (ЦНИИМ). 2011.
2. Лаптенко В. Д., Мурыгин А. В., Серегин Ю. Н., Бочаров А. Н., Волощук М. Н., Суковатенко С. В., Успенский Н. В. Параметрический ряд автоматизированной электронно-лучевой аппаратуры АЭЛА 30 // Технологии и оборудование электронно-лучевой сварки : II Междунар. науч.-техн. конф. (ЭЛС-2011). Санкт-Петербург : ОАО «Центральный научно-исследовательский институт материалов» (ЦНИИМ). 2011.

УДК 621.791.722

А. Н. Пашкин, Е. А. Болдарев
 Научный руководитель – В. В. Богданов
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ВИДЫ КАТОДОВ СВАРОЧНЫХ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫХ ПУШЕК

Рассмотрены виды катодов, применяемые в сварочных электронно-лучевых пушках, выявлены преимущества и недостатки различных катодов в разных вариантах нагрева катода

К катоду сварочной пушки предъявляются чрезвычайно жесткие требования, определяемых неблагоприятными условиями его работы.

Процесс электроннолучевой сварки сопровождается значительными испарениями металла из сварочной ванны. Металлы с низкой температурой плавления – медь, алюминий и другие, попадая на поверхность катода, образуют при определенных условиях легкоплавкие летучие эвтектики. Испарение последних приводит к возникновению на катоде углублений и к нарушению начальной поверхности катода, из-за чего изменяются оптимальные условия фокусировки электронного луча. Если рабочая температура катода ниже температуры плавления свариваемого металла, то эмиссия катода будет падать во времени. Недостаточно высокий вакуум в процессе сварки – обычно порядка 10^{-4} мм рт. ст. – ведет к интенсивному разрушению поверхности катода ионной бомбардировкой.

Частая разгерметизация сварочной камеры приводит к интенсивному разрушению поверхности катода. В таких условиях работы не могут быть использованы оксидные катоды, наиболее широко применяемые в электровакуумном приспособлении.

Для сварочных пушек непригодны и другие эффективные термокатоды: оксидно-ториевые (на основе двуокиси тория ThO_2), синтезированные (спеченная смесь никелевого порошка и углекислых бария и стронция) и особый тип эффективных катодов, полученных путем усовершенствования оксидно-бариевых катодов, так называемые L-катоды.

Во многих сварочных пушках применяются металлические катоды. Для получения больших плотностей тока выбираются металлы с небольшой работой выхода, допускающие нагрев до высоких температур при сравнительно малой скорости испарения металла. Наиболее широко распространенные металлы, отвечающие этим требованиям, – вольфрам и тантал.

В некоторых типах сварочных пушек применяются металлоподобные лантанборидные катоды (LaB_6), обладающие лучшими эмиссионными характеристиками по сравнению с металлическими катодами. На лантанборидные катоды металлизуются парами металлов с температурой плавления, равной рабочей температуре катода или выше ее.

Особый интерес для сварочных электронных пушек представляют отличные от термоэмиссионных – холодные и газоразрядные катоды.

Перспективна эмиссионная система с полым катодом. Внутри полого цилиндра с перфорированными стенками расположен перфорированный диск, играющий роль управляющей сетки. Поверхность поло-

го катода самоочищается в процессе работы за счет бомбардировки газовыми ионами, благодаря чему на работе катода не сказывается попадание паров свариваемых металлов [1].

Конструктивно катоды сварочных электронных пушек выполняются прямокальными и с косвенным подогревом.

Прямонакальные катоды более просты в изготовлении, но имеют ряд существенных недостатков. В первую очередь, в прямокальном катоде трудно обеспечить правильную геометрическую форму эмитирующей поверхности. Кроме того, ток, разогревающий прямокальный катод, создает значительное магнитное поле, отклоняющее эмитированные электроны от оси прожектора. В связи с этим при разогреве катода постоянным током наблюдается сдвиг оси пучка относительно геометрической оси прожектора, а при разогреве катода переменным током вследствие изменения величины и направления магнитного поля круглое магнитное сечение пучка вырождается в линию. Преимущество катодов с косвенным подогревом перед прямокальными в том, что они имеют более равномерную по поверхности плотность эмиссии и являются эквипотенциальными.

Прямонакальные катоды рационально применять в аппаратуре с небольшими плотностями тока (1–2 а/см) или с небольшими циклами работы.

Основное преимущество лантанборидных катодов по сравнению с металлическими – высокая эмиссионная способность $\left(10 \frac{\text{аc}}{\text{см}^2}\right)$ при относительно низкой рабочей температуре (1 600 °С). Но на работу лантанборидного катода оказывают влияние пары свариваемых материалов. При сварке материалов с температурой плавления ниже 1 500–1 900 °С не наблюдается металлизация лантанборидного катода парами свариваемых материалов. Время работы катода и стабильность его параметров определяются в этом случае степенью разрушения поверхности катода ионной бомбардировкой и уносом материала катода в составе легкоплавких эвтектик, образующихся на его поверхности в результате взаимодействия с парами свариваемых металлов.

Более стабильные параметры пучка обеспечивают массивные (толщиной 1–1,5 мм) металлические катоды, подогреваемые путем электронной бомбардировки.

Нагрев катодов излучением вольфрамовой спирали, хотя и отличается своей простотой, оказывается неэкономическим при необходимости достижения температуры эмитирующей поверхности катода свыше 1 600–1 700 °С. Такой способ нагрева не обеспечивает пара-

метров электронного пучка в случае использования лантанборидных катодов, если свариваются материалы, имеющие в своем составе тугоплавкие элементы, и вообще не применим для нагрева массивных высокотемпературных катодов (Ta, ZrC, W).

Следует отметить, что при любом способе подогрева катода необходимо обеспечить его работу в режиме ограничения тока пространственным зарядом для получения стабильных параметров электронного пучка. Поэтому с целью исключения влияния возможных случайных колебаний температуры катода на ток пучка рабочую температуру катода выбирают на 5–10 % большей, чем это необходимо для получения заданного тока пучка.

При подогреве катода электронной бомбардировкой предъявляются особые требования к источнику тока накала и источнику тока бомбардировки. Из условий экономичности подогрева и уменьшения напряжения бомбардировки расстояние между подогреваемым катодом и спиралью (источником электронов) выполняется минимальным (0,5–1,5 мм). При этом во время разогрева эмиттера возникает эффект положительной обратной связи между нитью накала и эмит-

тером. Если не принять соответствующих мер, лавинообразное повышение электронного тока подогрева приводит к перегреву и даже расплавлению эмиттера. К таким же последствиям приводит активирование вольфрамовой спирали продуктами испарения LaB₆ или ZrC. Поэтому для обеспечения стабильности подогрева катода в источнике питания цепей электронного подогрева должна быть исключена возможность самопроизвольного увеличения тока бомбардировки.

Несмотря на большое количество конструкций катодов сварочных пушек, этот узел пушек не удовлетворяет требованиям производства, как по стабильности параметров, так и по своей долговечности. Поэтому работы по созданию пушек с надежными катодными узлами ведутся в настоящее время во многих исследовательских организациях.

Библиографическая ссылка

1. Назаренко О. К., Истомина Е. И., Лопшин В. Е. Электронно-лучевая сварка. Харьков, 1985.

© Пашкин А. Н., Болдарев Е. А., 2014

УДК 621.791.722

А. Н. Пашкин, Е. А. Болдарев

Научный руководитель – *В. В. Богданов*

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

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СВАРОЧНЫХ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫХ ПУШЕК

Рассмотрены конструктивные особенности, принципиальный поузловой состав пушек и выявлены определённые преимущества и недостатки существующих сварочных электронно-лучевых пушек.

Сварочная электронная пушка – достаточно сложный и совершенный электронный прибор. В процессе создания сварочных пушек был решен ряд принципиальных вопросов, не возникавших до начала применения пучков ускоренных электронов в целях сварки и плавки металлов.

В первых пушках для электронно-лучевой сварки пучок электронов формировался только с помощью прикатодного электрода, без применения дополнительных фокусирующих систем. Анодом пушки являлось само изделие. Так как фокусное расстояние электростатического прожектора мало меняется при пропорциональном изменении потенциалов на его электродах, то такая пушка может питаться малостабильным выпрямленным напряжением.

Наряду с простотой такой пушки следует отметить следующие значительные ее недостатки [1].

1. Однокаскадная электростатическая система фокусировки, особенно в сочетании с низким ускоряющим напряжением, не может обеспечить формирование интенсивного электронного пучка с высокой плотностью энергии. Поэтому с ее помощью невозможно соединение тугоплавких металлов толщиной более 1–2 мм.

2. В пушке для облегчения формирования острофокусного пучка максимально уменьшается поверх-

ность эмитера, что приводит к перенапряженному режиму его работы при значительных токах. Вследствие этого вольфрамовая спираль, обычно используемая в качестве эмитера, выходит из строя уже через несколько часов работы.

Технологические и электронно-оптические характеристики пушки с однокаскадной электростатической фокусировкой повышаются при введении в конструкцию ускоряющего электрода, находящегося под потенциалом изделия.

В пушках с однокаскадной электростатической фокусировкой обычно используются ускоряющие напряжения не выше 20 кВ. Такие пушки уже в начале шестидесятых годов были вытеснены из сферы промышленного применения пушками с более надежными электронно-оптическими системами.

Наиболее широко в сварочных пушках применяется комбинированная (электростатическая и электромагнитная) фокусировка. В пушках с такой фокусировкой пучка прожектор, состоящий из катода, прикатодного электрода и ускоряющего электрода – анода, формирует сходящийся пучок электронов. Минимальное сечение пучка – кроссовер – проектируется (обычно с уменьшением) на свариваемое изделие с помощью электромагнитной фокусирующей системы.

Специфические свойства вакуумного зазора как изолятора, снижение и неустойчивость изоляционных свойств вакуумного промежутка анод – катод являются основными принципиальными ограничениями, препятствующими повышению ускоряющего напряжения электронно-лучевых сварочных установок.

При напряжении выше 30–50 кВ пробойная напряженность поля снижается даже в случае увеличения вакуумного промежутка и электрические пробои между анодом и катодом неизбежны. Получать электронные пучки высоких энергий целесообразно с помощью электронно-оптической системы, в основу которой положен принцип ускорения заряженных частиц в ускорительной трубке с однородным электрическим полем, распределенным вдоль ее оси. Вышедший из прожектора пучок электронов малой энергии формируется и затем постепенно ускоряется внутри трубки, достигая на ее выходе полной энергии. Работа градиентной пушки основана на этом принципе, причем ускорительную трубку в данном случае можно рассматривать как электростатическую фокусирующую систему с малой оптической силой.

Основные узлы электронно-оптической системы пушки – прожектор, система магнитной фокусировки и система электромагнитного отклонения пучка электронов.

Катодный узел крепится на высоковольтном проходном изоляторе. Через бронированный высоковольтный кабель подается питание к прожектору пушки. Изменение тока пучка осуществляется подачей отрицательного управляющего напряжения на прикатодный электрод прожектора или, реже, изменением тока накала катода. В случае импульсно-модулированного режима электронно-лучевой сварки на прикатодный электрод пушки подаются отрицательные прямоугольные импульсы модулирующего напряжения. В некоторых пушках под вакуумом можно изменять расстояние между элементами прожектора, благодаря чему удается изменять параметры формируемых пучков (угол сходимости, максимальный ток и т. д.).

Разрежение катодного пространства пушки производится через каналы в анодном блоке или с помощью специальной вакуумной системы (в случае малого канала в фокусирующих системах).

Фокусировка пучка обычно осуществляется одной или двумя магнитными линзами. В пушках с одной линзой для уменьшения диаметра пучка на изделии линза располагается далеко от анода и близко к изделию. При этом увеличивается угол сходимости пучка на выходе из линзы.

В пушках с двухлинзовой фокусировкой первая линза располагается близко к аноду, благодаря чему уменьшается сечение пучка во второй линзе, ее сферическая аберрация, а следовательно, меньше сечение пучка и угол сходимости пучка на изделии.

Корректировка положения пучка относительно кромок свариваемого металла осуществляется с помощью магнитных отклоняющих систем.

Магнитная фокусирующая и отклоняющая системы в мощных сварочных пушках размещаются в водоохлаждаемом стакане, закрепляемом, в нижней части корпуса пушки. Канал для подачи воды соединяется последовательно с системой охлаждения корпуса пушки.

Наряду со стационарными пушками получили применение подвижные пушки, перемещаемые внутри вакуумной камеры относительно неподвижного свариваемого изделия. Применение перемещаемых в вакууме сварочных пушек позволяет в ряде случаев уменьшить габариты вакуумной камеры и упростить механизмы внутри камеры, выполнять швы в любом пространственном положении, сваривать неповоротные стыки и т. д.

Хотя развитие электронно-лучевой сварки приняло широкий размах, использование той или иной сварочной пушки с соответствующими параметрами электронного луча зачастую обуславливается не исходными теоретическими данными или опытными результатами, а наличием на данном производстве определенной конструкции пушки. Высокая стоимость оборудования, фирменные интересы часто заставляют использовать готовую разработку, иногда слишком сложную или недостаточно хорошую.

Библиографическая ссылка

1. Назаренко О. К., Истомина Е. И., Лопшин В. Е. Электронно-лучевая сварка. Харьков, 1985.

© Пашкин А. Н., Болдарев Е. А., 2014

УДК 621.22-185

И. С. Сорвачев, К. А. Брот

Научный руководитель – *Ю. И. Коновалов*

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

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ ДЛЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Рассмотрены наиболее используемые технологии сварки для магистральных трубопроводов.

Для изготовления магистральных трубопроводов наибольшее распространение получили дуговые методы сварки. Более 60 % всех стыков на магистралях свариваются автоматической дуговой сваркой под

флюсом. Дуговая сварка под флюсом используется только в тех случаях, когда существует возможность вращения стыка. Сварку трубопроводов под флюсом в основном автоматизированным способом применя-

ют при изготовлении двух- и трехтрубных секций диаметром 219...1 420 мм [1]. Когда применение механизированных методов невозможно, используется ручная дуговая сварка. Ручную дуговую сварку выполняют при различных пространственных положениях стыка – нижнем, вертикальном и потолочном. В процессе сварки вручную перемещают электрод по периметру стыка со скоростью 8–20 м/ч.

Сварка в защитном газе имеет разновидности: по типу защитного газа – сварка в инертных газах (аргон, гелий, их смесь), в активных газах (СО₂, азот, водород), сварка в смеси инертного и активного газов (Ag + СО₂; Ag + СО₂ + О₂); по типу электрода – плавящимся и неплавящимся (вольфрамовым) электродом; по степени механизации ручная, механизированная и автоматизированная сварка. Дугую сварку в защитных газах применяют для сварки трубопроводов в различных пространственных положениях. Скорость ручной сварки 8...30 м/ч, механизированной и автоматизированной 20–60 м/ч.

Для сварки трубопроводом применяют метод механизированной сварки порошковой проволокой с принудительным формированием шва, при котором функции защиты выполняют порошкообразные компоненты, заполняющие металлическую оболочку проволоки. По мере кристаллизации сварочной ванны наружное формирующее устройство и сварочная головка перемещаются по периметру стыка снизу вверх со скоростью 10...20 м/ч.

Перспективна лазерная сварка трубопровода, при которой носителем энергии служит лазерный луч. Скорость лазерной сварки – до 300 м/ч. При стыковой контактной сварке непрерывным оплавлением процесс происходит автоматически по заданной программе. Продолжительность сварки одного стыка труб диаметром 1 420 мм составляет 3–4 мин, цикл сварки одного стыка при строительстве трубопроводов 10–15 мин. Автоматическая сварка магнитоуправляемой дугой (или дугоконтактная сварка) отличается от стыковой контактной сварки способом нагрева кромок. При дугоконтактной сварке нагрев выполняется дугой, вращаемой магнитным полем по кромкам свариваемых труб с большой скоростью. Этот способ сварки применяют для сооружения трубопроводов малого (пока до 114 мм) диаметра.

Автоматическую сварку под флюсом поворотных стыков труб диаметром от 325 до 1 220 мм выполняют на трубосварочных базах оснащенных специализированным оборудованием для подготовки и ведения процесса сварки [2].

Механизированная сварка проволокой сплошного сечения в среде углекислого газа с управляемым переносом капель через дуговой промежуток (СТТ, УКП, ВКЗ) реализуется с помощью специализированных источников сварочного тока, обеспечивающих изменение сварочного тока и напряжения по определенному алгоритму и предназначена для сварки корневого слоя сварных соединений труб диаметром от 325 до 1 220 мм с толщинами стенок от 6 до 32 мм.

Способ механизированной сварки самозащитной порошковой проволокой при применении труб как с заводской разделкой кромок, так и со специализированной разделкой кромок и предназначен для сварки корневого, заполняющих и облицовочного слоев шва стыков труб диаметром от 325 до 1 220 мм с толщинами стенок от 6 до 22 мм. Сварка труб с толщиной стенки свыше 19 выполняется только в специальную (узкую) разделку кромок.

При строительстве и ремонте трубопроводов следует отдавать предпочтение технологиям автоматической, механизированной сварки.

Ручную дуговую сварку покрытыми электродами разрешается применять для ремонта стыков трубопровода и при экономической нецелесообразности применения автоматической или механизированной сварки

При выборе способа сварки, при наличии технической возможности, следует применять сварку поворотных стыков.

При выборе сварочных материалов среди типов, допущенных для данного класса прочности, следует отдавать предпочтение материалам, относящимся к типу с более высокими прочностными свойствами.

Для исключения или уменьшения влияния человеческого фактора на стабильность воспроизведения технологии сварки и качество соединений следует рассматривать возможности применения технологий сварки в следующем порядке [3]:

- автоматическая сварка;
- механизированная сварка;
- ручная сварка.

Библиографические ссылки

1. Гаген Ю. Г. Сварка магистральных трубопроводов. 1976.
2. Мазель А. Г. Современные способы сварки магистральных трубопроводов плавлением. 1979.
3. РД-25(1).160.00-КТН-011-10 «Сварка при строительстве и ремонте нефтепроводов», утв. 30.12.2009 ОАО «АК «Транснефть».

© Сорвачев И. С., Брот К. А., 2014

И. С. Сорвачев, К. А. Брот
 Научный руководитель – Ю. И. Коновалов
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МАГИСТРАЛЬНЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ: ЦЕЛИ, НАЗНАЧЕНИЯ, МАТЕРИАЛЫ, ДИАМЕТРЫ

Рассмотрены цели, материалы и классификация магистральных трубопроводов.

Трубопровод – сооружение, состоящее из плотно соединенных между собой труб, деталей трубопроводов, запорно-регулирующей аппаратуры, контрольно-измерительных приборов, средств автоматики, опор и подвесок, крепежных деталей, прокладок, материалов и деталей тепловой и противокоррозионной изоляции и предназначенное для транспортировки сред различного агрегатного состояния, состава и назначения.

Трубопроводы могут выполнять функции транспортировки как газообразных, так жидких и даже твердых сред различной консистенции.

Магистральные трубопроводы – характеризуются большой протяженностью, высокой пропускной способностью и соединяют поставщика нефтегазопродуктов с потребителем. В связи с большой протяженностью перекачка ведется не одной, а несколькими станциями, расположенными по трассе. Режим работы магистральных трубопроводов – непрерывный (кратковременные остановки носят случайный характер или связаны с ремонтно-восстановительными работами).

К магистральным трубопроводам относятся трубопроводы и ответвления (отводы) от них диаметром от 219 до 1 420 мм и протяженностью обычно свыше 50 км, с избыточным давлением транспортируемого продукта от 1,2 до 10 МПа, характеризующиеся высокой пропускной способностью.

Пропускная способность действующих однониточных магистральных газопроводов зависит от их диаметра и составляет 10...50 млрд м³ газа в год.

В общем случае магистральный трубопровод может быть определен как инженерно-техническое сооружение, эксплуатирующее сложное и дорогостоящее оборудование и предназначенное для непрерывного регулируемого транспорта на значительные расстояния больших количеств газа, нефти, нефтепродуктов и пр. [1]. Трубопроводы промышленного назначения как в нашей стране, так и за рубежом начали сооружать в 60–80-х годах XIX века.

Магистральные трубопроводы предназначены для транспортировки [2]:

– нефти, нефтепродуктов, природного и попутного, естественного и искусственного углеводородных газов из районов их добычи (от головных перекачивающих насосных и компрессорных станций), производства или хранения до мест потребления (нефтебаз, перевалочных баз, пунктов налива, нефтеперерабатывающих заводов или нефтехимических комплексов, газораспределительных станций городов и населенных пунктов, отдельных промышленных и сельскохозяйственных предприятий и портов);

– искусственного углеводородного газа от мест его производства (заводов по производству искусст-

венного углеводородного газа) до мест его потребления (газораспределительных станций городов и населенных пунктов);

– сжиженных углеводородных газов (пропана, бутана и их смесей), а также нестабильного бензина и нестабильного конденсата и других сжиженных углеводородов с упругостью насыщенных паров не выше 1,6 МПа при температуре +45 °С из районов их добычи или производства (заводов по сжижению природных и искусственных углеводородных газов) до мест потребления (нефтебаз, перевалочных баз, пунктов налива, промышленных и сельскохозяйственных предприятий, портов, газораздаточных станций, кузовных баз);

– товарной продукции в пределах головных и промежуточных газокomppressorных, нефте- и нефтепродуктоперекачивающих насосных, станций, замерных пунктов.

Согласно СНиП 2.05.06-85* **магистральные газопроводы** в зависимости от рабочего давления в трубопроводе подразделяются на два класса:

I – при рабочем давлении свыше 2,5 до 10,0 МПа включительно;

II – при рабочем давлении свыше 1,2 до 2,5 МПа включительно.

Магистральные нефтепроводы и нефтепродуктопроводы в зависимости от диаметра трубопровода подразделяются на четыре класса, мм [3]:

I – при условном диаметре свыше 1 000 до 1 200 включительно;

II – то же, свыше 500 до 1 000 включительно;

III – то же, свыше 300 до 500 включительно;

IV – 300 и менее.

Категории магистральных трубопроводов

Назначение трубопровода	Категория трубопровода при прокладке	
	Подземной	Наземной и надземной
Для транспортирования природного газа:		
а) диаметром менее 1 200 мм	IV	III
б) диаметром 1 200 мм и более	III	III
в) в северной строительноклиматической зоне	III	III
Для транспортирования нефти и нефтепродуктов		
а) диаметром менее 700 мм	IV	III
б) диаметром 700 мм и более	III	III
в) в северной строительноклиматической зоне	III	III

Наряду с этой классификацией СНиП 2.05.06-85* устанавливает для магистральных трубопроводов категории которые требуют обеспечения соответствующих прочностных характеристик на любом участке трубопровода.

Приведенная классификация и категории трубопроводов определяют в основном требования, связанные с обеспечением прочности или неразрушимости труб. В северной природно-климатической зоне все трубопроводы относятся к категории III. Исходя из этих же требований в СНиП 2.05.06-85* – определены также и категории, к которым следует относить не только трубопровод в целом, но и отдельные его участки. Необходимость в такой классификации объясняется различием условий, в которых будет находиться трубопровод на тех или иных участках местности, и возможными последствиями в случае разрушения трубопровода на них. Отдельные участки нефтепроводов могут относиться к высшей категории В, категории I или II. К высшей категории В относятся трубопроводные переходы через судо- и несудоходные реки с шириной зеркала воды более 25 метров, а также через болота III категории при диаметре трубопро-

вода 1 000 мм и более; газопроводы, расположенные внутри зданий и территорий компрессорных станций. К участкам к категории I относятся под- и надводные переходы через реки, болота типов II III, горные участки, вечномёрзлые грунты. К участкам категории II относятся под- и надводные переходы через реки, болота типа II, косогорные участки, переходы под дорогами и т. д.

Библиографические ссылки

1. Демченко В. Г., Демченко Г. В. Магистральные трубопроводы. Надежность. Условия работы и разрушений, 2007.
2. Дерцакяна А. К. Справочник по проектированию магистральных трубопроводов. 1977.
3. Свод правил СП 86.13330.2012 «СНиП III-42-80*. Магистральные трубопроводы» (утв. приказом Федерального агентства по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству от 25 дек. 2012 г. № 107/ГС).

© Сорвачев И. С., Брот К. А., 2014

УДК 621.791.18

П. В. Тимошев, В. В. Шеллер, А. В. Яковлев

Научный руководитель – С. В. Прокопьев

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

ОСОБЕННОСТИ ДИФфуЗИОННОЙ СВАРКИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОРОШКОВЫХ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ СЛОЕВ

Рассмотрены особенности диффузионной сварки керамики с металлами с применением порошковых промежуточных слоев и промежуточных слоев из пористых лент.

Трудно представить себе конструкцию изделия без детали или узла из керамики, стекла, ситалла, поликора и других неметаллических материалов. Эти материалы, обладающие особыми физико-химическими и механическими свойствами, в сочетании с металлами позволяют решать большинство конструктивных и технологических проблем при создании новой техники.

Клеевые соединения, пайка и сварка плавлением не приемлемы для соединения металлов с неметаллами в виду их технологических особенностей, таких как выделение газообразных продуктов, наличие жидкой фазы между соединяемыми поверхностями, металлургической несовместимости и др. [1].

Только сварка в твердой фазе имеет реальную перспективу использования для получения металлокерамических узлов. Эта технология позволяет оптимизировать технологический цикл, минимизировать напряжения в сварном шве, а также исключить применение припоев на основе драгоценных металлов.

Диффузионная сварка керамики с металлами проводится без расплавления металлической детали при

температурах, обеспечивающих сохранение исходных свойств керамических материалов.

Свариваемые поверхности любых деталей, подлежащих сварке, должны быть обработаны спиртобензиновой смесью с целью удаления загрязнений.

Для металлов применяется дополнительная очистка металлических деталей, перед сваркой обеспечивается токарной, фрезерной или шлифовальной обработкой (шероховатость поверхности, подлежащей сварке, не хуже $Rz = 1,32$ мкм).

Для керамики механическая обработка неприемлема, так как после нее на поверхности остается тонкий слой дефектов в виде сетки мелких трещин, которая является причиной низкого качества сварного соединения. Поэтому единственным способом подготовки керамики под сварку является ее химическая очистка, которая сводится к трем основным способам обработки: обезжириванию в органических растворителях и растворах солей, щелочей, поверхностно-активных веществ и т. п., удалению механических загрязнений с применением ультразвуковых ванн или термообработкой в вакууме и травлению.

Диффузионная сварка керамики с металлами имеет ряд особенностей, зависящих от физико-химических и механических свойств керамических материалов. В частности, основными параметрами процесса диффузионной сварки являются температура, сварочное давление, изотермическая выдержка, а также скорости нагрева и охлаждения деталей.

Учитывая повышенную активность стеклофазы в керамике по сравнению с кристаллической фазой, а также ограниченную деформационную способность всех неметаллических материалов, для получения прочного соединения неметаллов их нагревают приблизительно до температуры размягчения. Вследствие этого образцы деформируются даже без воздействия нагружающего усилия.

Разрешить проблему соединения неметаллических материалов удалось с помощью металлических промежуточных слоев.

Диффузионная сварка неметаллических материалов с металлическими осуществляется при микропластических деформациях промежуточного слоя либо металлической детали. Образование надежной связи между неметаллом и металлом возможно благодаря взаимодействию между низшими оксидами металлов и оксидной системой неметалла. Поэтому разработка технологии диффузионного соединения неметалла с металлом сводится к выбору вида металлического промежуточного слоя, на поверхности которого имеется оксидный слой значительной толщины, и режима сварки.

При соединении материалов диффузионной сваркой через порошковые промежуточные слои происходит спекание под давлением частиц порошка друг с другом и с соединяемыми поверхностями.

Наибольшее влияние на интенсификацию процессов усадки и спекания оказывают физические свойства металлических порошков. При уменьшении размеров частиц возрастает удельная поверхность порошка. С повышением дисперсности порошка снижается температура начала его усадки, последняя же увеличивается, равно как и прочность спрессованных образцов.

Скорости процессов взаимного спекания частиц и припекания их к плоской поверхности увеличиваются с уменьшением линейных размеров частиц.

Качество сварного соединения, полученного через порошковый промежуточный слой, определяется в равной степени процессами, происходящими при спекании этого слоя и сопровождающими его припекание к поверхности основного материала.

При нагреве и выдержке образца при повышенной температуре на границе раздела промежуточного слоя и основного металла протекают процессы, влияющие на прочность их сцепления: восстановление оксидов и разложение химических соединений, релаксация напряжений, образование контактов с химической связью, перестройка структуры, диффузия, рекристаллизация, рост зерен, формирование твердых растворов и химических соединений, рост существующих и вновь возникающих контактов.

Припекание промежуточного слоя к основному материалу зависит от их химического состава и параметров режима сварки. Компоненты слоя, усиливающие диффузию и снижающие температуру процесса, улучшают припекаемость, а компоненты, образующие на поверхности трудно восстанавливаемые оксиды и ослабляющие диффузию, ухудшают ее.

Существенное влияние на припекание промежуточного слоя к поверхности основного материала оказывает величина приложенного сварочного давления. Небольшое давление (до 3 МПа) активизирует спекание порошка, причем с ростом давления его усадка увеличивается, что может быть объяснено повышением эффективного коэффициента диффузии.

Операция нанесения порошка на свариваемые поверхности не технологична. Эти особенности промежуточного слоя могут стать причиной нестабильной структуры и свойств сварных соединений, а также их низкого качества. Наиболее приемлемым видом такого слоя, лишенным указанных недостатков, является пористая лента, получаемая прокаткой ультрадисперсных порошков (размер частиц менее 0,1 мкм).

Использование промежуточных слоев из пористых лент УДП позволяет осуществлять процессы при относительно низких температурах, снижать химическую неоднородность в зоне соединения, снимать остаточное напряжение и устранять влияние различия в значениях коэффициента линейного теплового расширения свариваемых материалов, предотвращать их пластическую деформацию.

Библиографическая ссылка

1. Люшинский А. В. Диффузионная сварка : учеб. пособие. М. : Академия, 2006. 208 с.

© Тимошев П. В., Шеллер В. В.,
Яковлев А. В., 2014

УДК 620.186.82

В. Н. Шахов

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

ОЦЕНКА БАЛЛА ЗЕРНА МЕТОДОМ ФРАКТАЛЬНОГО АНАЛИЗА

О возможности использования фрактальной размерности для оценки величины зерна поликристаллического материала.

Зерна металлов – это отдельные кристаллы поликристаллического конгломерата, разделенные между собой смежными поверхностями, называемыми границами зерен. Зерна могут быть равноосными и неравноосными. Стандартом ГОСТ 5639–82 «Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна» предусмотрены следующие методы определения величины зерна:

- визуального сравнения видимых под микроскопом зерен с эталонами шкал с определением номера зерна;

- подсчета количества зерен, приходящихся на единицу поверхности шлифа, с определением среднего диаметра и средней площади зерна;

- подсчета пересечений границ зерен отрезками прямых с определением среднего условного диаметра в случае равноосных зерен, количества зерен в 1 мм^3 в случае неравноосных зерен;

- измерения длин хорд под микроскопом или с использованием микрофотографий с определением относительной доли зерен определенного размера;

- ультразвуковой.

Указанные методы применяют для оценки величины зерна, имеющего форму, близкую к равноосной.

Метод подсчета пересечений границ зерен применяется для оценки величины зерна удлиненной формы.

Некоторые структуры, а именно двухфазные, в состав которых входят обособленные структурные составляющие (например, феррит + перлит) можно описывать с помощью фрактальных моделей, основным параметром которых является фрактальная размерность объекта. Фракталом называется множество, размерность D которого (размерность Хаусдорфа-Безиковича) строго больше его топологической размерности [1].

Изображение фрактального агрегата двухфазного материала было получено на оптическом микроскопе с увеличением $250\times$ (рис. 1). Фрактальная размерность плоской кривой, которая является контуром фрактального агрегата, определялась геометрическим методом. Для этого изображение покрывалось сеткой, состоящей из квадратов со стороной l . Затем подсчитывалось число квадратов, которые пересекает линия, $N(l)$. Путем изменения масштаба сетки и, следовательно, сторон квадратов (l_2, l_3, \dots, l_n), каждый раз подсчитывалось число квадратов, пересекаемых линией, – $N(l_2), N(l_3) \dots N(l_n)$. Далее в двойных логарифмических координатах строилась зависимость $N(l)$ (рис. 2). По тангенсу угла наклона регрессионной кривой определялась фрактальная размерность, которая составила $D = 1,88$.

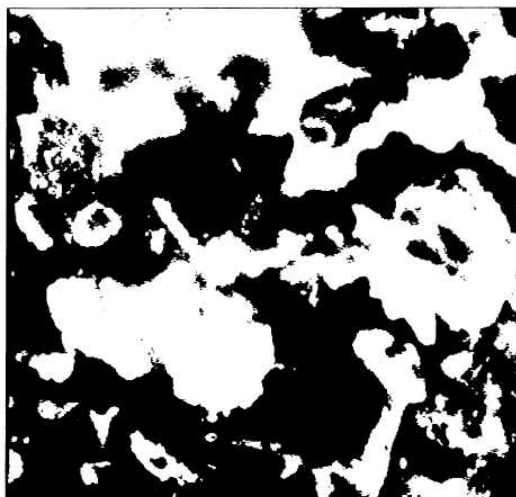


Рис. 1. Микроструктура двухфазного материала ($250\times$)

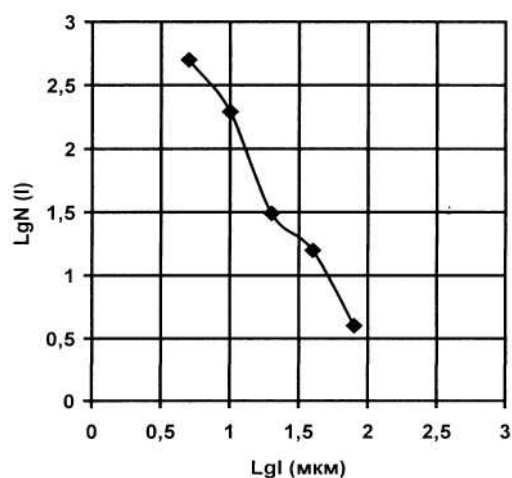


Рис. 2. Зависимость длины фрактальной кривой от шага покрывающей квадратной сетки

Фрактальная размерность как характеристика изрезанности поверхности позволяет установить более тесную связь между структурой материала и его свойствами. Так же очевидным представляется, что между фрактальной размерностью и баллом зерна существует взаимосвязь, которая может быть установлена как эмпирически, так и математически.

Библиографическая ссылка

1. Новые материалы / под науч. ред. Ю. С. Карасова. М. : Мисис, 2002. 738 с.

УДК 537.86

А. О. Афонин, А. В. Угрюмов

Научный руководитель – А. А. Лексиков

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОПОЛОСКОВЫХ ДИПЛЕКСЕРОВ**

Разработаны и исследованы микрополосковые диплексеры на основе двух конструкций: 1) оба канала выполнены на регулярных резонаторах и 2) оба канала выполнены на шпильковых резонаторах. Установлено, что, используя в конструкции фильтры на шпильковых резонаторах, можно добиться более широкой относительной полосы пропускания в каналах.

Развитие современных систем связи, радиолокации и радионавигации невозможно без создания новых и совершенствования известных СВЧ-устройств. Важной задачей радиотехники является разделение широкополосного радиочастотного канала на несколько узкополосных. Для разделения одного частотного канала на два применяются диплексеры. Диплексеры также являются важнейшими устройствами, служащими для согласования блоков в двухполосных системах, например, радиолокаторах различного назначения.

Существуют различные варианты конструкций диплексеров. Одним из вариантов исполнения является диплексер на основе диэлектрических резонаторов. Такая конструкция обладает высокими электрическими характеристиками, но имеет и ряд серьезных недостатков. Во-первых, она имеет сравнительно большие габариты, во-вторых, сложна в настройке для массового производства таких устройств. Использование в таких диплексерах многомодовых диэлектрических резонаторов хоть и существенно уменьшает их размеры, но практически не упрощает процесс изготовления и настройку [1].

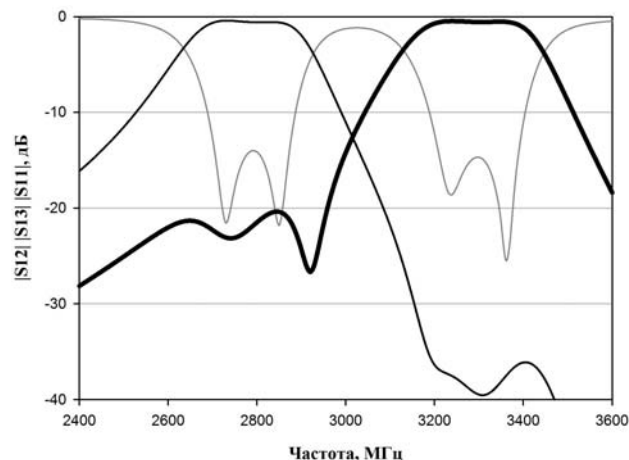
Очень перспективными являются конструкции ди-

плексеров на основе микрополосковых резонаторов (МПР) – микрополосковые диплексеры (МПД): они являются наиболее миниатюрными и простыми в изготовлении и настройке. Несмотря на сравнительно невысокие электрические характеристики, МПД находят широкое применение в радиотехнике в дециметровом диапазоне длин волн [2].

Целью работы является компьютерное моделирование микрополосковых диплексеров на основе двух конструкций: 1) оба канала выполнены на регулярных резонаторах (МПД-1) и 2) оба канала выполнены на шпильковых резонаторах (МПД-2) на подложке из поликора толщиной 1 мм и исследование их характеристик (потерь в полосах пропускания, максимально возможных относительных ширин полос пропускания). Фильтры обоих каналов двухзвенные.

Моделирование и исследование МПД осуществлялось в программном продукте AWR DESIGN ENVIRONMENT 2009 (AWRDE 2009). В качестве иллюстрации на рисунке представлена амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) МПД-1.

В таблице приведены характеристики МПД-1 и МПД-2.



АЧХ МПД-1, полученная по результатам моделирования. Коэффициент прохождения низкочастотного канала (S12 – тонкая темная линия), коэффициент прохождения высокочастотного канала (S13 – толстая темная линия) и коэффициент отражения (S11 – светлая линия)

Характеристики МПД-1 и МПД-2

	МПД-1	МПД-2
Центральная частота низкочастотного канала f_1 , МГц	2785	2763
Относительная ширина полосы пропускания низкочастотного канала Δf_1 , %	10,52	11,91
Минимальные потери в полосе пропускания низкочастотного канала L_1 , дБ	0,58	0,52
Центральная частота высокочастотного канала f_2 , МГц	3304	3287
Относительная ширина полосы пропускания высокочастотного канала Δf_2 , %	9,53	9,04
Минимальные потери в полосе пропускания высокочастотного канала L_2 , дБ	0,57	0,70
Максимальная относительная ширина полосы пропускания низкочастотного канала Δf_{1max} , %	14,73	20,39
Максимальная относительная ширина полосы пропускания высокочастотного канала Δf_{2max} , %	12,70	17,10

Анализ результатов показал, что, используя в конструкции диплексера фильтры на шпильковых резонаторах, можно добиться более широкой относительной полосы пропускания в каналах. Кроме того, такие конструкции допускают проектирование на их основе диплексеров со смежными каналами.

Библиографические ссылки

1. СВЧ-диплексер на четвертьволновых резонаторах / Б. А. Беляев и др. // Препринт № 774Ф ИФ СО РАН, Красноярск. 1997. 51 с.
2. Исследование микрополосковых резонаторов и устройств СВЧ на их основе. Ч. I / Б. А. Беляев и др. // Препринт № 415Ф ИФ СО АН СССР, Красноярск. 1987. 55 с.

© Афонин А. О., Угрюмов А. В., 2014

УДК 621.91.014

А. А. Верховская, Т. Г. Светлова, И. С. Потапов
 Научный руководитель – *А. В. Балашов*

Алтайский государственный технический университет имени И. И. Ползунова, Барнаул

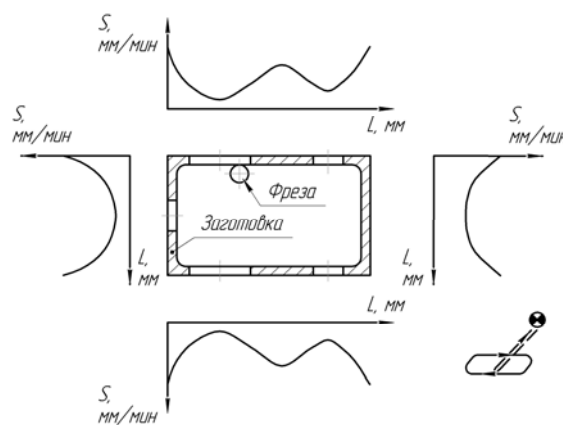
УПРАВЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ТОЧНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НЕЖЕСТКИХ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Приведены способы управления показателями точности фрезерования плоских поверхностей нежестких корпусных деталей.

Существующая тенденция к снижению материалоемкости выпускаемых изделий, возрастающие потребности промышленности в упругих устройствах обусловили непрерывный рост объема производства нежестких корпусных деталей высокой точности. Наиболее известные области применения нежестких деталей – авиа- и ракетостроение. Здесь, наряду с показателями скорости, долговечности и КПД, большое внимание уделяется коэффициенту легковесности машин, который выражает отношение несущей способности конструкции к её массе.

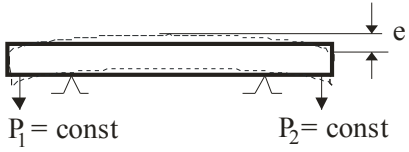
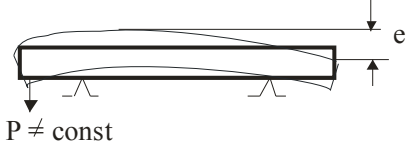
С точки зрения обработки, нежесткие корпусные детали являются сложными для изготовления объектами. Высокие упругие свойства материалов, из которых изготавливают нежесткие детали обуславливают особые требования к технологическим процессам их производства. Среди нежестких корпусных деталей наибольшие трудности в обработке создают детали типа пластин, плит, корпусов, а среди поверхностей, подвергаемых обработке – плоские поверхности. Анализ литературных источников, рабочих чертежей нежестких корпусных деталей позволил выявить наиболее характерные требования по точности, предъявляемые к данным поверхностям: отклонения формы и

взаимного расположения главных поверхностей – от 5 мкм до 50 мкм; точность линейных размеров (толщина стенки) – 7–10 квалитеты; параметр шероховатости, Ra – 0,32 – 2,5 мкм. Достижение данных требований без использования специально разработанных способов достижения требуемой точности весьма затруднительно.



Способ управления точностью фрезерования с помощью подачи

Способы управления точностью фрезерования за счет изменения физико-механического состояния заготовки

Обозначение	Обеспечиваемый показатель точности	Принципиальная схема реализации технического решения
ТР-1	Толщина стенки Волнистость Плоскостность	 The diagram shows a rectangular workpiece with a thickness e . Two downward forces, $P_1 = \text{const}$ and $P_2 = \text{const}$, are applied to the top surface. The workpiece is supported from below by two points. The top surface is shown as a straight line, indicating uniform thickness and flatness.
ТР-2	Толщина стенки Волнистость Плоскостность	 The diagram shows a rectangular workpiece with a thickness e . A single downward force $P \neq \text{const}$ is applied to the top surface. The workpiece is supported from below by two points. The top surface is shown as a curved line, indicating a non-uniform thickness and waviness.

На рисунке приведена принципиальная схема фрезерования нежесткой корпусной детали, в котором обеспечение заданных показателей волнистости, плоскостности и толщины стенки осуществляется автоматически, за счет изменения режима резания в процессе обработки.

Техническое решение предусматривают возможность управление показателями точности нежесткой детали посредством управления подачей инструмента или заготовки в зависимости от положения фрезы.

В таблице приведены принципиальные схемы реализации двух способов фрезерования плоскостей нежестких корпусных деталей, в котором обеспечение заданных показателей волнистости, плоскостности и толщины стенки осуществляется автоматически, за счет изменения физико-механического состояния заготовки перед обработкой или в процессе обработки.

Представленное в таблице первое техническое решение (ТР-1) предусматривает возможность управле-

ния показателями точности нежесткой детали посредством предискажения обрабатываемой поверхности заготовки изгибом при помощи двух внешних сил P_1 и P_2 до обработки. Предискажение заготовки осуществляется на величину упругих отжатый заготовки «е», возникающих во время обработки, тем самым, компенсируя их и позволяя выдержать исследуемый линейный размер (толщину стенки) в пределах поля допуска.

Техническое решение ТР-2 позволяет управлять показателями точности мало жесткой детали при помощи изгиба обрабатываемой поверхности заготовки одной внешней силой P во время обработки, причем величина силы P изменяется в зависимости от положения фрезы в ходе резания. Данное техническое решение также позволяет выдержать необходимый размер в пределах поля допуска.

© Верховская А. А., Светлова Т. Г.,
Потапов И. С., 2014

УДК 621.762

Г. В. Двирный¹, Е. С. Сидорова², М. В. Елфимова³, В. В. Голованова⁴
Научный руководитель – В. В. Двирный¹

¹ОАО «Информационные спутниковые системы»
имени академика М. Ф. Решетнева», Железногорск

²Сибирский федеральный университет, Красноярск

³Сибирская пожарно-спасательная академия –

филиал Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России, Железногорск

⁴Федеральное государственное унитарное предприятие

Конструкторское бюро «Арсенал» имени М. В. Фрунзе, Санкт-Петербург

ПУСТОТЕЛЫЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПОРОШКОВ

Актуальность разработок новых процессов пористых материалов, способы изготовления пористых материалов на основе порошков, свойства материалов на основе порошков и на основе волокон.

За последнее время, в результате развития порошковой металлургии, получены многообразные виды материалов, изготавливаемые методами порошковой металлургии. Особое место занимают пористые проницаемые спеченные материалы (ППСМ). Опубликован ряд работ [1; 2], посвященных изготовлению, свойствам и применению ППСМ. Их анализ показывает, что полученные пористые материалы можно

разделить на два класса: материалы на основе порошков и на основе волокон.

Пористые материалы на основе порошков в настоящее время ППСМ изготавливают практически из всех видов порошков: металлических (включая алюминий), керамических (на оксидной и нитридной основе), органических (включая фторопласт и полиэтилен).

Известные способы изготовления ППСМ из металлических порошков довольно однообразны и сводятся к измерению гранулометрического состава матричного порошка и выгорающего порообразователя, подбору требуемого давления прессования, и на завершающей стадии, к спеканию в защитной среде. С использованием выше перечисленных средств получены ППСМ с широким спектром требуемых рабочих параметров. Варьируя размеры частиц порообразователя в пределах от 600 до 160 мкм, давление прессования от 5 до 20 КПа можно из порошка меди получить материалы, меняющие свою пористость в пределах от 20 до 60 %, а средний диаметр пор от 10 до 280 мкм [1]. По этой технологии изготовлен теплообменник (см. рисунок).



Пример теплообменника из меди

Разработка новых теплопередающих устройств с повышенной производительностью и уменьшенной металлоемкостью во многих случаях не возможна без значительной интенсификации процессов тепло- и массопереноса. Одним из путей решения этих задач является разработка новых проницаемых пористых

материалов с заданными значениями механических, капиллярных и гидродинамических свойств. Не менее важной является задача изготовления на основе этих материалов композиционных структур. В настоящее время известные способы соединения пористых материалов между собой и с компактными материалами не удовлетворяют требованиям, предъявляемым к ним конструкторами, так как эти способы оказывают значительное влияние на поровую структуру используемых материалов. Поэтому изготовление пористых материалов из никеля, меди, железа, керамики с заданным комплексом свойств и разработка новых технологических процессов их соединения представляется весьма актуальным.

Широта изменения структурных параметров материала из других порошков меньше. Достоинства пористых материалов из порошков в простоте и технологичности изготовления, в широком диапазоне размеров получающихся пор, а основной недостаток в невысокой пористости до 60–65 %. Пористые волокновые материалы вредны экологически и для здоровья человека из-за возможности волокон проникать в кровь, имеют широкий диапазон изменения пористости от 20–80 %.

Библиографические ссылки

1. Пористые проницаемые материалы : справочное изд. / под ред. С. В. Белова, М. : Металлургия, 1987. 335 с.
2. Шибряев Б. Ф. Пористые проницаемые спеченные материалы. М. : Металлургия, 1982. 168 с.

© Двирный Г. В., Сидорова Е. С., Елфимова М. В., Голованова В. В., 2014

УДК 621.396.67:629.78

И. С. Додорин, И. В. Матлак
 Научный руководитель – *Н. А. Смирнов*
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск
 ОАО «Информационные спутниковые системы»
 имени академика М. Ф. Решетнева», Железногорск

МЕТОДИКА НАСТРОЙКИ АНТЕНН КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Рассматривается методика позиционирования рефлектора антенны космического аппарата в пространстве, разработанная в САПР.

Одной из важнейших характеристик космического аппарата (КА) являются радиотехнические характеристики (РТХ) его антенн. Взаимное позиционирование рефлектора и излучателя реализуется с использованием механизма с параллельной кинематикой с шестью степенями свободы (гексапод). В их замкнутой кинематической цепи обеспечивается высокая жёсткость всей конструкции, соответственно повышается точность позиционирования.

Для достижения наилучшего позиционирования потребовалось разработать методику для прецизионной настройки антенн космического аппарата, с использо-

ванием механизма параллельной структуры, в условиях применения интегрированных систем автоматизированного проектирования (САПР), позволяющих снизить трудоёмкость и сократить длительность технологической операции производства и способствующих повышению качества проектных решений.

Анализ пользовательской документации гексапода позволил построить его модель со всеми кинематическими связями и ограничениями для прецизионной настройки антенн КА. Используя эту модель, есть возможность визуального контроля перемещений в САПР до осуществления позиционирования реф-

лктора в пространстве, и что очень важно нахождение наилучшего приближения исходных координат контрольных точек к их же координатам в КД.

Рассмотрим пример перемещения рефлектора в САПР. Вместо группы контрольных точек и их координат по КД, для наглядности, выберем первую, начальную точку, лежащую на поверхности рефлектора, и вторую, конечную точку, расположенную таким образом, чтобы вращение осуществилось только вокруг оси X (рис. 1, а).

Затем перемещаем рефлектор и всю конструкцию, выполнив операцию «совпадение» этих точек. Так как рефлектор связан определёнными ограничениями с

платформой гексапода, на которой лежит исходная система координат, то переместившись, он сдвигает эту платформу и тем самым образует новую систему координат, переход в которую и необходимо совершить гексаподу (рис. 1, б).

Используя инструменты САПР выполняем измерение положения результирующей системы координат к исходной, получаем матрицу поворота и смещения её в пространстве (рис. 2 а). Если же поворот осуществляется вокруг нескольких осей, то матрица поворота будет иметь следующий вид (рис. 2, б).

Полученные матрицы проверяем аналитически (1) и (2) [1].

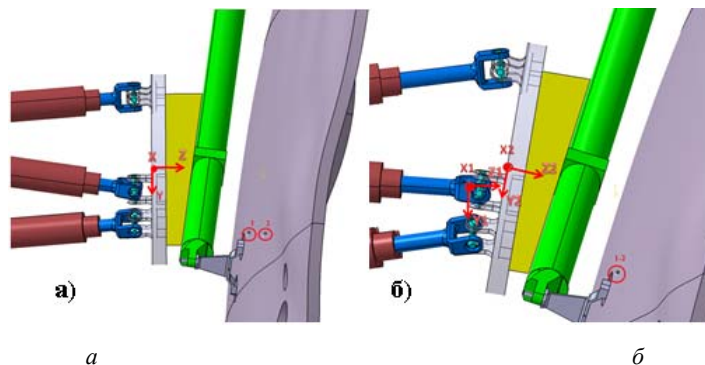


Рис. 1. а – исходное положение системы координат гексапода: 1 – начальная точка; 2 – конечная точка; б – конечное положение системы координат гексапода: 1–2 – конечная точка

OxA	29,83mm	OyA	-23,085mm	OzA	47,236mm
UxA	1	UyA	0	UzA	0
VxA	0	VyA	0,985206	VzA	-0,171375
WxA	0	WyA	0,171375	WzA	0,985206

а

OxA	29,83mm	OyA	-23,085mm	OzA	47,236mm
UxA	0,952155	UyA	0,305616	UzA	0
VxA	-0,301095	VyA	0,938068	VzA	-0,171375
WxA	-0,052375	WyA	0,163175	WzA	0,985206

б

Рис. 2. а – матрица поворота вокруг оси X от результирующей системы координат к исходной и смещения по осям; б – матрица поворота вокруг оси X и Z от результирующей системы координат к исходной и смещения по осям

$$M_x(\alpha) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \alpha & -\sin \alpha \\ 0 & \sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0.9852 & -0.1713 \\ 0 & 0.1713 & 0.9852 \end{pmatrix}, \quad (1)$$

где $\alpha = 9.8677^\circ$

$$M_{xz}(\alpha, \beta) = M_x(\alpha) \times M_z(\beta) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \alpha & -\sin \alpha \\ 0 & \sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \cos \beta & -\sin \beta & 0 \\ \sin \beta & \cos \beta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \beta & -\sin \beta & 0 \\ -\cos \alpha \sin \beta & \cos \alpha \cos \beta & -\sin \alpha \\ \sin \alpha \sin \beta & \sin \alpha \cos \beta & \cos \alpha \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.9521 & 0.3056 & 0 \\ -0.3010 & 0.9380 & -0.1713 \\ -0.0523 & 0.1631 & 0.9852 \end{pmatrix}, \quad (2)$$

где $\alpha = 9.8677^\circ$; $\beta = -17.795^\circ$

Значения из полученных матриц переносим в программное обеспечение гексапода. Гексапод в свою очередь совершает перемещение в результирующую систему координат.

Благодаря данной методике и использованию САПР, появилась возможность, при помощи гексапода, добиться совпадения контрольных точек на рефлекторе с точками указанными в КД и существенно

снизить количество и трудоёмкость выполняемых операций прецизионной настройки антенн КА.

Библиографическая ссылка

1. Лурье А. И. Аналитическая механика. М. : Физматлит, 1961. 824 с.

© Додорин И. С., Матлак И. В., 2014

УДК 550.388

К. А. Древин

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИОНОСФЕРЫ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПСЕВДОДАЛЬНОСТИ НКА СРНС В ПОЛЯРНЫХ РАЙОНАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАП ГЛОНАСС/GPS

Представлены результаты исследования влияния ионосферной задержки на определение псевдодальности НКА СРНС полученной в ходе проведения эксперимента в северных широтах (п. Хатанга). Также произведен расчет полного электронного содержания (в английской транскрипции Total Electron Content TEC) вдоль пути распространения радиосигнала НКА. Полученные результаты и двухчастотный метод определения ионосферной задержки позволят произвести оценку степени влияния ионосферы на распространения радиосигнала НКА в северных широтах.

В последние годы усилия большого числа исследователей разных стран направлены на повышение точности измерений координат, осуществляемых с использованием глобальных навигационных спутниковых систем. К подобным системам относятся, в частности, разработанная в США спутниковая навигационная система GPS, российская спутниковая навигационная система ГЛОНАСС и европейская спутниковая навигационная система GALILEO, находящаяся на стадии разработки. Интерес к проблеме точности СРНС объясняется широким применением таких систем в геодезии, геофизике, навигации, при мониторинге окружающей среды.

Одним из основных факторов, ограничивающих точность СРНС, является влияние земной атмосферы на характеристики распространения радиосигналов. Главными источниками погрешности измерения в данном случае оказываются дополнительная задержка сигнала в ионосфере и рефракционное искривление траектории, по которой он распространяется. Влияние ионосферы может быть скомпенсировано либо введе-

нием соответствующих поправок при обработке результатов измерений, либо аппаратным путем – с использованием измерительной информации, получаемой непосредственно в процессе измерений [1].

Ионосферная задержка является одной из составляющей погрешностей определения псевдодальности НКА, а также измерений СРНС. Она оказывает наибольшее влияние на погрешность измерения псевдодальности по сигналам систем ГЛОНАСС и GPS. Одним из методов, позволяющим определять задержку сигнала в ионосфере, является двухчастотный метод определения задержки сигнала систем ГЛОНАСС и GPS в ионосфере по разности приращений псевдодальностей, измеренных по дальномерному коду несущих частот L1 и L2 НКА.

Целью работы является исследование влияния ионосферной задержки в северных широтах на определение псевдодальности НКА системы ГЛОНАСС/GPS, для повышения точности двухчастотной НАП ГЛОНАСС/GPS.

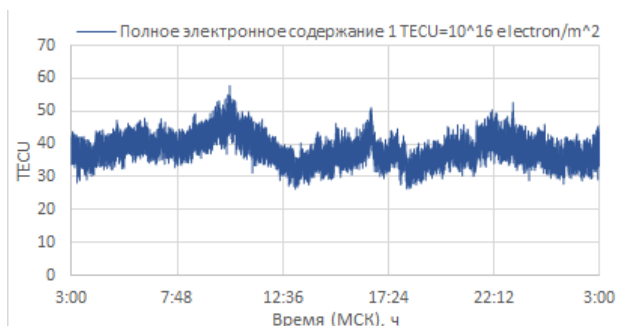


Рис. 1. Суточный ход полного электронного содержания ТЕС в ионосфере, результаты с навигационного приемника JAVAD 05–06 декабря 2013 г.



Рис. 2. Суточный ход полного электронного содержания ТЕС в ионосфере, результаты с навигационного приемника МРК-33 17 ноября 2012 г.

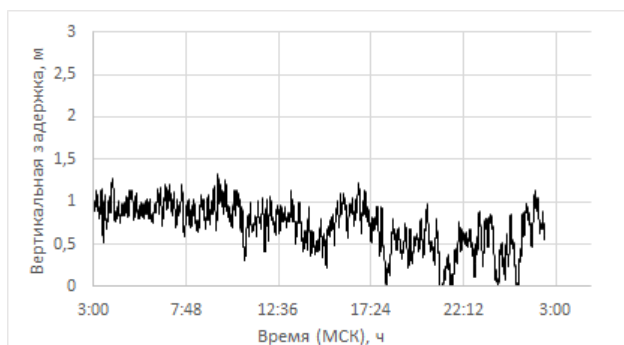


Рис. 3. Оценка погрешности измерения псевдодальности, обусловленной вертикальной задержкой сигнала в ионосфере, результаты с навигационного приемника JAVAD 05–06 декабря 2013 г.

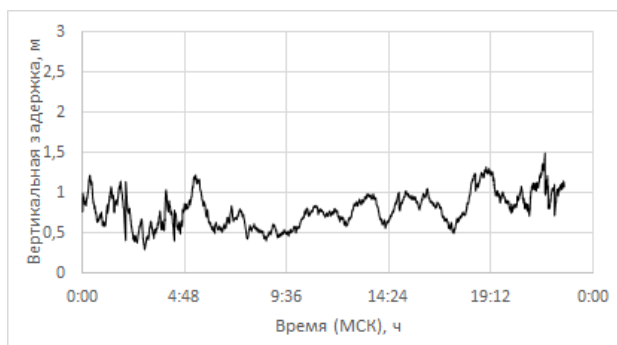


Рис. 4. Оценка погрешности измерения псевдодальности, обусловленной вертикальной задержкой сигнала в ионосфере, результаты с навигационного приемника МРК-33 17 ноября 2012 г.

Для проведения исследования были использованы результаты с экспедиций проведенных в поселке Хатанга КНЦ СО РАН 03-06 декабря 2013 г. и 14–20 ноября 2012 г [2]. Наблюдение и запись параметров осуществлялось при помощи двухчастотного навигационного приемника МРК-33 и американского навигационного приемника JAVAD Delta. Затем на основе записанной информации, определялась вертикальная задержка сигналов НКА в ионосфере и суточный ход полного электронного содержания (ТЕС) вдоль пути распространения радиосигнала НКА в ионосфере. Полное электронное содержание ТЕС измеряется в единицах TECU, $1 \text{ TECU} = 10^{16} \text{ electron/m}^{-2}$ [3].

Эксперименты проходили в условиях полярной ночи в спокойной геомагнитной обстановки индекс $K < 4$ [4]. На рис. 1 и 2 видно отсутствие четко выраженного суточного хода ионосферы, что свойственно для полярных районов для периода полярного дня и ночи, соответственно вертикальная задержка сигнала в ионосфере (рис. 1, 2) варьируется незначительно и соответствует значениям погрешности заявленных

в интерфейсно контрольном документе ГЛОНАСС [5]. Полученные результаты и двухчастотный метод определения ионосферной задержки позволили произвести оценку степени влияния ионосферы на распространения радиосигнала НКА в северных широтах.

Библиографические ссылки

1. Перов А. И., Харисов В. . ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования. 4-е изд. перераб. и доп. М. : Радиотехника, 2010. 800 с.
2. Отчет экспедиции по исследованию ионосферы в полярных районах // Сборник отчетов экспедиций КНЦ СО РАН, 2012–2013. 80 с.
3. Прогноз магнитных бурь и солнечной активности [Электронный ресурс]. URL: http://www.thesis.lebedev.ru/forecast_activity.html
4. Интерфейсный контрольный документ ГЛОНАСС. М. : Редакция 5.1, 2008. 74 с.

© Древин К. А., 2014

УДК 669.713.7

М. Ю. Есин¹, В. А. Тимофеев²

Научный руководитель – А. И. Никифоров²

¹Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск,

²Институт физики полупроводников имени академика А. В. Ржанова СО РАН, Новосибирск

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТИЧЕСКОЙ ТОЛЩИНЫ 2D-3D И Huts-Domes ПЕРЕХОДОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ РОСТА Ge НА ПОВЕРХНОСТИ GeSi

Установлено, что упругая деформация квантово-размерных слоев Ge в гетероструктурах сильно изменяет спектр мелких акцепторов, смещая спектр в длинноволновую область дальнего инфракрасного диапазона. Возможность контролировать величину деформации и толщину квантовых ям, а так же возможность селективного легирования ям и барьеров в гетероструктуре открывает новые перспективы для производства твердотельных детекторов для дальнего ИК диапазона Si. Изменение морфологии поверхности и состава nanoостровков Ge/Si и Ge/GeSi в процессе роста оказались весьма сложными и до конца не изучены, несмотря на большое количество работ [1–3].

Синтез проводился методом молекулярно-лучевой эпитаксии в сверхвысоком вакууме при давлении 10^{-7} Па. Контроль структуры и морфологии пленок осуществлялась с помощью дифракции быстрых электронов

на отражения (ДБЭ), скорость роста измерялась кварцевым датчиком толщины. Источниками напыления служили электронно-лучевые испарители (ЭЛИ).

На рис. 1 представлены схемы поперечного сечения полученных структур в одном цикле. Образцы состоят из следующих слоев: 1 – подложка Si(100), 2 – буферный слой кремния, 3 – слой $\text{Ge}_{0,3}\text{Si}_{0,7}$, 4 – слой Ge. Таким образом, были получены структуры с разной температурой осаждения верхнего слоя Ge.

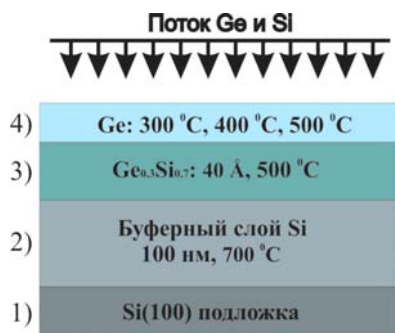


Рис. 1. Схема поперечного сечения образца

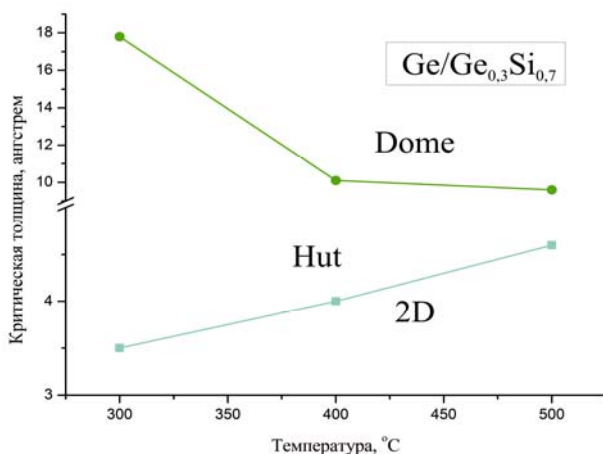


Рис. 2. График зависимости критической толщины от температуры (квадратные точки – huts островки, круглые точки – domes островков)

По картинкам ДБЭ анализировалось поверхностное состояние, на которой в результате осаждения Ge были определены переходные моменты 2D–3D и huts – domes островков. На рис. 2 показан график зависимости критической толщины от температуры (квадратные точки – huts островки, круглые точки – domes островков).

Первая фаза 2D означает послойный рост метастабильного, псевдоморфного, смачивающего слоя, при котором пленка Ge испытывает сжатие в плоскости поверхности и растяжение в направлении роста. Вторая фаза Hut означает появления граненых островков с фасетками {105}, которые имеют средний размер в основании 15 нм, а в высоту 1,5 нм. Третью фазу Dome означает появления островков с более сложной огранкой, и имеют размер в основании около 100 нм и в высоту 10 нм. С увеличением температуры от 300 °C до 500 °C толщина перехода 2D – huts увеличивается в обоих случаях. И с увеличением температуры от 300 °C до 500 °C толщина перехода huts – domes уменьшается.

Библиографические ссылки

1. Shallow acceptors in Ge/GeSi strained multilayer heterostructures with quantum wells / V. I. Gavrilenko, I. V. Erofeeva, A. L. Korotkov et al. // JETP Letters. 1997. Vol. 65. No. 2.
2. Мелкие акцепторы в ненапряженных гетероструктурах $\text{Ge}/\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x$ с квантовыми ямами / В. Я. Алешкин, Б. А. Андреев, В. И. Гавриленко и др. // Физика и техника полупроводников. 2000. Т. 34. Вып. 5.
3. Фотоэлектрические свойства наноструктур GeSi/Si : учеб. пособие / Д. О. Филатов, М. А. Исаков и др. 2010.

© Есин М. Ю., Тимофеев В. А., 2014

УДК 6-022.532

М. О. Заев, А. Ю. Игуменов
 Научный руководитель – Г. А. Александрова
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОВОДЯЩИХ И ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ОБРАЗЦОВ МЕТОДАМИ СКАНИРУЮЩЕЙ ЗОНДОВОЙ МИКРОСКОПИИ

Исследована поверхность образцов высокоориентированного пиролитического графита (ВОПГ) и Si(111) методом атомно-силовой микроскопии (АСМ), определены высоты кристаллографических ступеней. На исследуемых образцах продемонстрирована возможность определения типа материала с помощью метода туннельной спектроскопии.

Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ) – один из распространенных методов исследования рельефа и физических свойств поверхности твердых тел с высоким пространственным разрешением [1].

В рамках данной работы исследован образец ВОПГ, применяющийся в качестве гидрофобной или проводящей подложки, калибровочной решетки в

СЗМ [2–4] и образец Si(111), как распространенный материал современной полупроводниковой микро- и нанoeлектроники [5].

С помощью метода АСМ были получены изображения рельефа поверхности образцов ВОПГ и Si(111) (рис. 1), отображающие кристаллографические ступени.

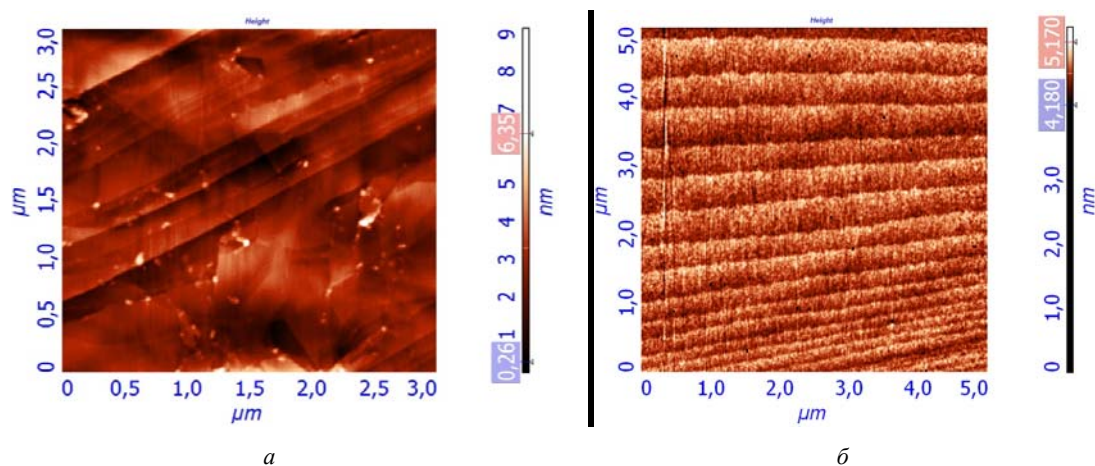
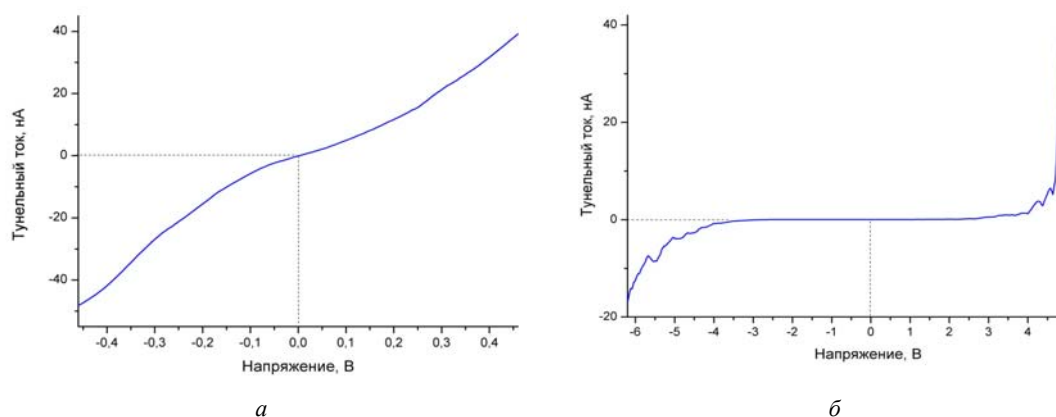

 Рис. 1. АСМ изображения ВОПГ площадью 3×3 мкм (а) и Si(111) площадью 5×5 мкм (б)


Рис. 2. Туннельные вольт-амперные характеристики (ВАХ) для образцов ВОПГ (а) и Si(111) (б)

Высота кристаллографических ступеней была измерена в нескольких точках и для образца ВОПГ составила от 0,22 нм (что соответствует литературным данным [3; 4]) до 2,97 нм (что может быть вызвано неравномерным снятием верхнего слоя при подготовке образца). Для образца Si(111) ($0,24 \pm 0,07$) нм, что соответствует литературным данным [5].

Так же были получены зависимости туннельного тока от напряжения для данных образцов, с помощью туннельной спектроскопии (рис. 2). Туннельный спектр для образца ВОПГ является характерным для проводящих образцов [1; 6], для образца Si(111) – для полупроводниковых [7–10]. Для полупроводниковых образцов ширина запрещенной зоны определяется по диапазону напряжения, в котором туннельный ток равен нулю, из графика на рис. 2, б видно, что ширина запрещенной зоны для данного образца составляет около 8 эВ, что близко к литературному значению для диоксида кремния 9 эВ [11]. Это может быть вызвано образованием слоя естественного окисла на поверхности образца.

Таким образом, методом АСМ исследован рельеф поверхности образцов ВОПГ и Si(111), измерена высота кристаллографических ступеней, которая согласуется с литературными данными. Получены туннельные спектры характерные для проводящего образца ВОПГ и полупроводникового Si(111). По спек-

тру, полученному на образце Si(111), определена ширина запрещенной зоны, величина которой свидетельствует об образовании слоя естественного окисла.

Библиографические ссылки

1. Миронов В. Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии : учеб. пособие. М. : Техносфера, 2005. 144 с.
2. Сеницына О., Яминский И. Высокоориентированный пиролитический графит // Наноиндустрия. 2011. Вып. 6.
3. Аномальная проводимость террас на поверхности графита / Г. Мешков, О. Сеницына, В. Швец [и др.] // Наноиндустрия. 2011. Вып. 1.
4. Дмитриев А. Г. Ван-дер-Ваальсова поверхность InSe как возможный стандарт нанорельефа в метрологии нанобъектов // Журнал технической физики. 2012. Т. 82, вып. 8.
5. Латышев А. В., Асеев А. Л. Моноатомные ступени на поверхности кремния // Успехи физических наук. 1998. Т. 168, вып. 10.
6. Васильев С. Ю., Денисов А. В. Особенности туннельно-спектроскопических измерений в конфигурации воздушного сканирующего туннельного микроскопа // Журнал технической физики, 2000. Т. 70, вып. 1.
7. Локальная туннельная спектроскопия теллурида свинца в сканирующем туннельном микроскопе /

А. О. Голубок, Д. Н. Давыдов, Е. П. Мусихина [и др.] // Письма в ЖТФ. 1991. Т. 17, вып. 2.

8. Сканирующая туннельная спектроскопия пленок a-C: H и a-C: H(Cu), полученных магнетронным распылением / Т. К. Звонарева, В. И. Иванов-Омский, В. В. Розанов [и др.] // Физика и техника полупроводников, 2001. Т. 35, вып. 12.

9. Туннельная спектроскопия атомов примесей в монокристаллической полупроводниковой матрице / А. В. Картавых, Н. С. Маслова, В. И. Панов [и др.] //

Физика и техника полупроводников, 2000. Т. 34, вып. 4.

10. Демиховский В. Я., Филатов Д. О. Исследование электронных состояний в низкоразмерных структурах методами сканирующей зондовой микроскопии ; Нижегород. гос. ун-т им. Н. И. Лобачевского, 2007.

11. Band gap. URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Band_gap.

© Заев М. О., Игуменов А. Ю., 2014

УДК 538.9

Ф. В. Зеленов, С. О. Коновалов

Научный руководитель – М. И. Петров

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

МАГНИТОТРАНСПОРТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ЭЛЕКТРОННО- И ДЫРОЧНОДОПИРОВАННЫХ МАНГАНИТАХ ЛАНТАНА

Исследованы образцы манганитов лантана вида $La_{1-x}A_xMnO_3$ (где A – примесный металл Sr или Ce , x – степень допирования), полученные методом твердофазного синтеза: измерено удельное сопротивление образцов $La_{0,97}Sr_{0,03}MnO_3$ и $La_{0,97}Ce_{0,03}MnO_3$, магниторезистивный эффект для этих образцов и концентрация носителей заряда и их подвижность для образца $La_{0,97}Ce_{0,03}MnO_3$.

Совершенствование производства, оснащение современных предприятий электрооборудованием и различной аппаратурой невозможно без дальнейшего развития производства и освоения новых материалов. Прогресс в энергетической отрасли тесно связан с созданием и освоением новых материалов, обладающих самыми разнообразными механическими и электрофизическими свойствами. Свойства материала определяются его внутренним строением, которое, в свою очередь, зависит от состава и характера предварительной обработки. Рациональный выбор электротехнических материалов и правильное их использование невозможно без подробного исследования связи их структур со свойствами и электрофизическими процессами, протекающими в этих материалах в условиях тепловых, магнитных, электромагнитных и других энергетических воздействий [1].

Особый интерес для использования в электронике и электротехнике представляют металлооксидные соединения. Этот интерес обусловлен рядом специфических физико-химических свойств, в первую очередь, высокой электропроводностью, повышенной каталитической активностью, антиферромагнитными и ферромагнитными свойствами соединений. Интересными объектами в ряду подобных соединений яв-

ляются манганиты. Манганиты представляют собой оксидные соединения $RMnO_3$ (R – трёхвалентный редкоземельный ион), обладающие структурой перовскита и содержащие ионы марганца Mn . С точки зрения практического применения, создание элементов спинтроники и увеличение плотности записи информации на магнитные носители, очень интересными являются твёрдые растворы манганитов $R1-xAxMnO_3$ (A – щелочной ион, обычно двухвалентный) проявляющие колоссальное магнитосопротивление (КМС), т. е. увеличение магнитосопротивления на сотни тысяч процентов при комнатных температурах [2].

В данной работе рассматриваются соединения $La1-xAxMnO_3$, в которых в качестве допирующих элементов выбраны Sr и Ce , обеспечивающих, соответственно, дырочную и электронную проводимости. Степень допирования для каждого образца была выбрана 0,03. Данные образцы соединения $La1-xAxMnO_3$ были получены методом твердофазного синтеза, проходившего в четыре этапа: первый отжиг происходил при температуре 9000 °С, каждый последующий при повышении температуры на 1000 °С. Из полученных таблеток выпиливались образцы в форме плоских прямоугольных параллелепипедов.

Измеренные характеристики полученных образцов

Вид соединения	Удельное сопротивление ρ , Ом·см	Падение напряжения в магнитном поле ΔU , %	Концентрация носителей n , см ⁻³	Подвижность μ , см ² /(В·с)
$La_{0,97}Ce_{0,03}MnO_3$	$2,77 \cdot 10^{-3}$	1,8	$5,4 \cdot 10^{20}$	$5,5 \cdot 10^{-2}$
$La_{0,97}Sr_{0,03}MnO_3$	$3,8 \cdot 10^{-3}$	5,8	–	–

У полученных образцов определено удельное электрическое сопротивление с помощью двухзондового метода, а также концентрация носителей заряда и их подвижность для образца $\text{La}_{0,97}\text{Ce}_{0,03}\text{MnO}_3$ с помощью холловских измерений. Также было измерено падение напряжения при внесении образцов в постоянное магнитное поле $H = 5$ кЭ (магниторезистивный эффект). Полученные данные представлены в таблице выше.

Данные характеристики были получены для дальнейшей реализации электронно-дырочного перехода (р-п контакта) между используемыми образцами и

исследование вольтамперных характеристик (ВАХ) полученного контакта.

Библиографические ссылки

1. Королёв А. П., Баршутин С. Н. Материалы электроники и электротехники : учеб. пособие. Тамбов : Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. 80 с.
2. Нагаев Э. Л. Манганиты лантана и другие магнитные проводники с гигантским магнитосопротивлением // Успехи физических наук. 1996. Т. 166. № 8. С. 834–858.

© Зеленов Ф. В., Коновалов С. О., 2014

УДК 629.783

А. Б. Иванов¹, В. А. Зиновьев²

Научный руководитель – А. В. Двуреченский²

¹Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск,

²Институт физики полупроводников имени А. В. Ржанова СО РАН, Новосибирск

МОДЕЛИРОВАНИЕ АТОМИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ПОВЕРХНОСТИ Si(100) ПРИ ЭПИТАКСИИ ИЗ МОЛЕКУЛЯРНЫХ ПУЧКОВ

Исследован метод моделирования атомистических процессов на поверхности Si(100) при эпитаксии из молекулярных пучков методом Монте-Карло.

Получены данные об эволюции поверхности кремния в процессе её роста в зависимости от температуры подложки и скорости осаждения материала из молекулярного пучка. Подобранны оптимальные параметры энергий связи первых ($E_1 = 0,25$ эВ) и вторых ($E_2 = 0,23$ эВ) ближайших соседей, что дало равномерный рост 2D структур (монослоёв), при скорости роста 0,2 мс/с, и температурах подложки от 300 °С до 400 °С. Температура подложки, и скорость осаждения материала на подложку сходны с реальными процессами молекулярно-лучевой эпитаксии.

В настоящее время в связи с развитием нанотехнологий востребованы методы исследования поверхности и получения эпитаксиальных структур. Одним из эффективных методов исследования атомистических процессов связанных с формированием эпитаксиальных структур в нанометровом диапазоне является метод математического моделирования методом Монте-Карло. Данный метод позволяет проводить модельные исследований систем, размеры которых сравнимы с реальными (до нескольких сотен нанометров). Время моделируемых процессов также сопоставимо с реальным временем роста структур (секунды и минуты).

Целью настоящей работы является, развитие модели эпитаксиального роста в процессе осаждения Si из молекулярного пучка.

В данной работе моделирование атомистических процессов проводится на поверхности трёхмерной

кристаллической решетки типа алмаз с периодическими граничными условиями по координатным осям X и Y (вдоль поверхности подложки). Направление роста (ось Z) соответствовало оси $[100]$. Каждый узел может быть занят атомом или быть пустым [1].

Моделирование процессов роста производится методом Монте-Карло, т. е. все события происходящие на подложке совершаются случайным образом.

В модели предполагается, что энергия активации (E_{Diff}) диффузионного прыжка i -го атома зависит от числа его ближайших соседей в первой (n_{i1}) и второй (n_{i2}) координационной сфере, приходящейся на один атом.

На рис. 1 показаны основные поверхностные процессы (события), которые учитываются в данной модели.

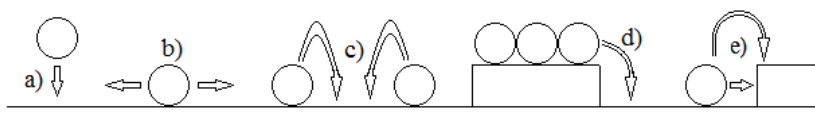


Рис. 1. *a* – осаждение атомов на подложку; *b* – диффузия атомов на подложке в пределах первой, второй и третьей координационных сфер; *c* – образование устойчивых атомных кластеров (островков); *d* – отделение (диффузия) атомов от островков; *e* – присоединение атомов к островкам

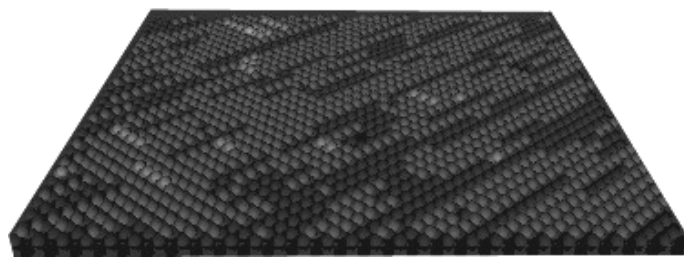


Рис. 2. Фрагмент кристалла Si 128×128×4.
Количество осаждённого кремния 1 МС

Энергия активации диффузионного прыжка атома определяется как

$$E_{Diff} = n_{i1}E_1 + n_{i2}E_2. \quad (1)$$

Здесь n_{i1} , n_{i2} – число первых и вторых соседей i -го атома; E_1 и E_2 численные константы.

Вероятность диффузии атома удовлетворяет следующему выражению:

$$P_{Diff} = \exp\left(-\frac{E_{Diff}}{k_B T}\right). \quad (2)$$

Значение вероятности нормируется к единице, т. е. наиболее вероятное событие системы рано единице.

Для расчёта потраченного времени на одно событие в модели используется обратная величина средней частоты диффузий атома:

$$\nu_{Diff} = \nu_0 \exp\left(-\frac{E_{Diff}}{k_B T}\right), \quad (3)$$

где ν_0 – частота Дебая, в рассматриваемой модели $\nu_0 = 10^{13}$ Гц. Используя данное выражение, можно рассчитать время процесса эпитаксиального роста [1; 2].

Предложенный алгоритм эпитаксии был реализован в виде компьютерной программы. Скорость моделирования процессов роста, на поверхности площадью не более 128×128 атомов ($\approx 17 \times 17$ нм), сопоставима с реальной, что позволяет, наблюдать за процессом роста в реальном времени. Результаты моделирования 5-ти секунд процесса эпитаксиального роста, при температуре 400 °С и скорости осаждения Si 0.2 МС/с приведены рис. 2.

Библиографические ссылки

1. Смагина Ж. В. Эффекты низкоэнергетического ионного воздействия при эпитаксии Ge на Si : реферат дис. ... канд. физ.-мат. наук. Новосибирск, 2008. С. 158–161.
2. Трёхмерная модель гетероэпитаксиального роста германия на кремнии / С. А. Рудин, В. А. Зиновьев, А. В. Ненашев и др. // Автометрия. 2013. Т. 49, № 5. С. 50–56.

© Иванов А. Б., Зиновьев В. А., 2014

УДК 629.783

Е. В. Королев¹, А. С. Кожухов²

Научный руководитель – А. В. Латышев²

¹Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск,

²Институт физики полупроводников имени А. В. Ржанова СО РАН, Новосибирск

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ НАНОРАЗМЕРНЫХ СТРУКТУР МЕТОДОМ ЛОКАЛЬНОГО АНОДНОГО ОКИСЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АТОМНО-СИЛОВОГО МИКРОСКОПА

Исследованы процессы формирования наноразмерных структур методом локального анодного окисления (ЛАО) с использованием атомно-силового микроскопа (АСМ). Установлено, что конфигурация формируемого оксида зависит от величины и длительности прикладываемого напряжения, а также влажности окружающей среды. По результатам исследований было выяснено, что пороговое напряжение начала процесса ЛАО арсенида галлия равно 6 В, высота оксида от величины прикладываемого напряжения зависит линейным образом, а кинетика процесса подчиняется модели Кабрерра-Мотта для больших времен.

В настоящее время нанолитография методом ЛАО с использованием АСМ является одним из перспективных методов формирования электронной базы нанoeлектроники, который позволяет переводить полупроводниковые (металлические) подложки в диэлектрические структуры и одновременно проводить визуализацию и контроль сформированных объектов. За

последние несколько лет создание наноразмерных структур на поверхности полупроводников с уникальными свойствами активно представляет именно этот метод модификации поверхности [1; 2].

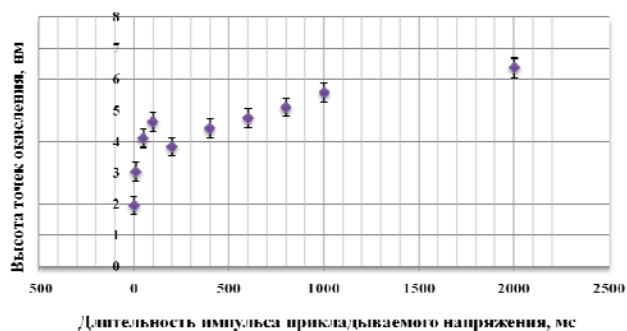
Метод зондовой нанолитографии также позволяет формировать диэлектрические и защитные слои, резистивные маски при диффузии и селективном трав-

лении, изоляцию в схемах с многослойной металлизацией, шаблоны, которые могут быть использованы при формировании элементов нанoeлектроники [3].

Целью настоящей работы является исследование процессов формирования наноразмерных структур методом ЛАО с использованием АСМ.

В процессе исследования в качестве исследуемого образца использовалась подложка собственного арсенида галлия р-типа (100). Исследование проводилось с помощью СЗМ на базе платформы зондовой нанолаборатории NTEGRAAURA компании NT-MDT. ЛАО осуществлялось последовательно в заранее заданных с помощью программного средства АСМ местах в виде точек и линий. Для ЛАО был использован кремниевый зонд (NSG01) с золотым проводящим покрытием и радиусом острия в 10 нм.

Исследование особенностей процесса проводилось на воздухе при различной влажности окружающей среды. Были получены зависимости высоты оксида от величины и длительности прикладываемого напряжения между зондом и поверхностью образца. На рис. 1 представлена зависимость высоты точек окисления от длительности импульса прикладываемого напряжения.



Зависимость высоты точек окисления от длительности импульса прикладываемого напряжения

Исследования влияния высоты точек окисления от длительности импульса прикладываемого напряжения

проводились при влажности окружающей среды 50 %, фиксированном напряжении минус 10 В, длительности импульсов прикладываемого напряжения (1; 10; 50; 100; 200; 400; 600; 800; 1000; 2000 мс), постоянной скорости и силе прижима.

По рисунку видно, что при увеличении длительности импульсов приложения напряжения высота получаемых оксидных структур возрастает. На начальных стадиях при длительности прикладываемого напряжения от 1 до 100 мс оксид растет по степенному закону. Для больших времен при длительности прикладываемого напряжения от 200 до 2000 мс оксид начинает расти по логарифмическому закону. В данном случае кинетика процесса хорошо согласуется с теоретической моделью Кабрерра-Мотта для больших времен, когда процессом окисления начинает управлять электронный ток, который не может скомпенсировать переносимый ионами заряд и в результате становится лимитирующим фактором процесса окисления.

Библиографические ссылки

1. Морфология и структура локальных анодных пленок оксида кремния, полученных зондовым окислением с использованием атомно-силового микроскопа / С. А. Ковалева, В. А. Пилипенко, В. С. Сякерский и др. // Методологические аспекты сканирующей зондовой микроскопии: материалы VIII международного семинара. Минск, 2008. С. 210.
2. Щеглов Д. В. Наноразмерная модификация поверхности полупроводников и металлов зондом атомно-силового микроскопа : реферат дис. ... канд. физ.-мат. наук. Новосибирск, 2004.
3. Агеев О. А., Федотов А. А., Смирнов В. А. Методы формирования структур элементов нанoeлектроники и наносистемной техники // учеб. пособие. Ч. 1. Таганрог : Изд-во технологич. ин-та Южного федерального университета ГСП 17А, 2010. 73 с.

© Королев Е. В., Кожухов А. С., 2014

УДК 621.45.03

Р. Т. Кужанбаев

Научный руководитель – *Д. Ю. Киселев*

Самарский государственный аэрокосмический университет

имени академика С. П. Королева (национальный исследовательский университет), Самара

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКТИВНЫХ МАГНИТНЫХ ПОДШИПНИКОВ В ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЯХ

Рассматриваются способы практического применения активных магнитных подшипников (АМП) в газотурбинных двигателях. Обосновывается целесообразность использования АМП вместо традиционных подшипниковых узлов.

Активный магнитный подшипник (АМП) является сложным мехатронным устройством, позволяющим осуществить бесконтактный подвес ротора электрической машины относительно статора. Достижение устойчивого положения ротора осуществляется силами магнитного притяжения, действующими на ротор

со стороны электромагнитов [1]. Система управления АМП формирует ток обмоток электромагнитов по сигналам датчиков перемещений ротора или по сигналам датчиков магнитного потока. Поэтому система магнитного подвеса ротора включает в себя как сами подшипники, встроенные в корпус машины, так и

электронный блок управления, усилители мощности и датчики положения (потока).

Основными преимуществами АМП являются относительно высокая грузоподъемность, высокая механическая прочность, возможность осуществления устойчивой неконтактной подвески тела, возможность изменения жесткости и демпфирования в широких пределах, возможность использования при высоких скоростях вращения, в вакууме, при высоких и низких температурах, а также в стерильных технологиях [2].

К недостаткам АМП можно отнести необходимость во внешнем источнике электроэнергии, сложность электронного блока управления, относительно низкая несущая способность, относительно высокая стоимость, необходимость в персонале высокой квалификации для технического обслуживания.

1. Добыча полезных ископаемых и транспортировка газа. Наиболее широкое распространение активные магнитные подшипники получили в области добычи полезных ископаемых и транспортировки газа – компрессоры, нагнетатели, электроприводные газоперекачивающие агрегаты и т. д., – что обусловлено несколькими причинами: необходимостью поддержания постоянной скорости вращения для обеспечения бесперебойной и безаварийной работы узлов газотранспортной магистрали; необходимостью установки агрегатов в удаленных от населенных пунктов точках, что приводит к невозможности проведения частых сервисных мероприятий; необходимостью осуществления дистанционного мониторинга системы.

В настоящее время большинство компаний – производителей активных магнитных подшипников и агрегатов, имеющих в составе АМП, ориентируются именно на данную отрасль промышленности. К наиболее крупным производителям относятся компании S2M (Франция, Сан-Марсель), Kingsbury (США, Филадельфия), Waukesha Bearings (Великобритания, Нортвуд), Dresser-Rand (США, Вирджиния). Так как применение АМП дает неоспоримые преимущества с точки зрения надежности по сравнению с традиционными подшипниками, то эти устройства также нашли широкое применение в области транспортировки газа. В качестве примера можно привести Трансканадскую газовую магистраль, где 99 % газоперекачивающих агрегатов оснащены активными магнитными подшипниками [3].

2. Летательные аппараты. В течение последних 15 лет в зарубежной практике активно начала развиваться технология замены традиционных подшипников газотурбинных авиационных двигателей на АМП. В 1998 г. в NASA были сформулированы задачи программы развития данной технологии [4], которые должны быть выполнены без ущерба для безопасности и стоимости перевозок. АМП обеспечивает бесконтактный подвес ротора, и, следовательно, система подачи смазки не нужна. Исключение системы подачи смазки приводит к снижению эксплуатационных расходов, так как двигатель становится менее сложным — нет необходимости хранить и распределять опасные смазочные вещества. Снижение стоимости за счет исключения данной системы приводит к значи-

тельной экономии средств: по оценкам экспертов NASA экономия составляет миллиарды долларов США в течение срока эксплуатации парка воздушных судов. Кроме того, двигатель, оснащенный АМП, имеет меньший показатель по объему выбросов вредных веществ и является более пожаробезопасным. АМП имеют широкий диапазон рабочих температур, и, следовательно, в системе охлаждения нет необходимости.

АМП обеспечивает бесконтактный подвес ротора, что приводит к повышению срока эксплуатации двигателя. В традиционных системах в обычных подшипниках с течением времени происходят деформации при работе на высоких скоростях, и через относительно небольшой промежуток времени может потребоваться замена всего узла.

Результаты исследований инициативной группы специалистов NASA (1998–2004 г.) показывают, что внедрение АМП в конструкцию снижает общую массу двигателя на 5 % в сравнении с традиционными подшипниковыми узлами. Такое снижение веса в сочетании с высокой несущей способностью и снижение эксплуатационных расходов способствуют существенной экономии средств [5].

Заключение. В данной статье были рассмотрены способы практического применения активных магнитных подшипников (АМП) в газотурбинных двигателях. На основе исследований, сделан вывод о возможности использования АМП, более того, внедрение этой технологии является приоритетным направлением двигателестроения. Ряд преимуществ АМП перед подшипниками скольжения и качения, делает их более выгодными по многим показателям и вызывает интерес крупных производителей. Во всем мире различными исследовательскими группами ведутся разработки современных систем АМП, направленные на усовершенствование как их конструкции и характеристик, так и систем автоматического управления, реализующих точное и надежное управление.

Библиографические ссылки

1. Журавлев Ю. Н. Активные магнитные подшипники: теория, расчет, применение. СПб. : Политехника, 2003. С. 22–30.
2. Bleuler H. Magnetic levitation: a challenge for control design in mechatronics // Toshiba Chair for Intelligent Mechatronics. 2011. Vol. 44, № 12. P. 578–583.
3. Kingsbury magnetic bearings “Active Magnetic Bearings & High Speed Motors/Generators”. URL: <http://www.magnetic-bearings-s2m.com>.
4. Jansen M., Montague G., Provenza A., Palazzolo A. High speed, high temperature, fault tolerant operation of a combination magnetic-hydrostatic bearing rotor support system for turbomachinery // NASA/TM.2004. 212952. URL: http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20040050626_2004048920.pdf.
5. Поляхов Н. Д., Стоцкая А. Д. Научное приборостроение. 2012. Т. 22. № 4. С. 5–18. URL: <http://www.iai.rssi.ru/mag/2012/full4/Art1.pdf>.

© Кужанбаев Р. Т., 2014

УДК 621.91.01

И. В. Кукушкин¹Научный руководитель – Г. Г. Крушенко^{1,2}¹Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск²Институт вычислительного моделирования СО РАН, Красноярск**ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МИНИМАЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ
ИЗ ПРОВОЛОЧНОЙ ЗАГОТОВКИ**

При изготовлении обработкой резанием деталей малых размеров с использованием имеет место проблема, связанная с «геометрическим» качеством проволочной заготовки. В качестве примера рассмотрена технология изготовления цилиндрической детали «штифт» с чистовыми размерами $\varnothing 1,5^{+0,008 + 0,002}$ мм, $l = 3,5$ мм. Детали типа «штифт» применяются в технике, в том числе, и в аэрокосмической отрасли, в качестве соединительного элемента при сборке различных узлов и агрегатов с целью обеспечения гарантированного фиксирования соединяемых элементов в пределах допусков. В данной работе в качестве исходного материала применяют стальную проволоку марки 2,5-Т-2-20Х13, которая поставляется на предприятие в виде бухты. Отрезанные от бухты заготовки перед механической обработкой рихтуют на рихтовочном станке, однако при этом на их поверхности возникает волнистость как по диаметру, так и по длине. Наличие этого дефекта не только затрудняет обработку данной заготовки на токарно-винторезном станке (поскольку вследствие волнистости невозможно установить идеально заготовку в люнет, чтобы поймать микроны, так как она начинает люфтовать и вибрировать в нём), но и делает практически невозможным получение с использованием таких заготовок готовой детали требуемого размера.

На наш взгляд для решения этой проблемы необходимо ввести дополнительную бесцентрово-шлифовальную операцию после рихтовки заготовок. Бесцентрово-шлифовальная операция заключается в нарезке из бухты заготовок метровой длины, установ-

ке их в металлическую трубку с последующей калибровкой по всей длине посредством ручной подачи между двумя вращающимися шлифовальными кругами. Проволочные заготовки после выполнения данной операции выходит идеально ровной (без волнистости и овальности на всей длине), что позволяет при выполнении последующих токарной и шлифовальной операций получать деталь «штифт» с заданными размерами.

Предлагаемый перечень операций:

1. Слесарная (отрезка проволоки и её рихтовка).
2. Предварительная термообработка.
3. Дробеструйная очистка.
4. Бесцентрово-шлифовальная обработка.
5. Токарно-винторезная обработка (внешняя проточка и выточка наружных центров под 60°).
6. Шлифовальная обработка в центрах (получение диаметра точного размера).
7. Токарно-винторезная обработка (отрезка центров, подрезка обеих торцов, снятие фасок и острых кромок).
8. Термо-вакуумная обработка.
9. Травление (очистка поверхностей).
10. Гальваническая обработка (промывка поверхностей).
11. Химическая пассивация.

© Кукушкин И. В., 2014

УДК 521.1:[629.783:523.3]/4, 521.1-13:629.78

Е. Г. Лапухин

Научные руководители – Л. В. Границкий, В. М. Владимиров
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

**ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА ОРБИТАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИСКУССТВЕННОГО
СПУТНИКА ЗЕМЛИ ПО ТРЕМ НАЗЕМНЫМ ОПТИЧЕСКИМ НАБЛЮДЕНИЯМ**

Реализована программа для расчета орбитальных элементов космического аппарата методом Гаусса по трем наземным оптическим наблюдениям. Для расчета, помимо данных наблюдений, используются параметры вращения Земли. По результатам вычислений формируется двусторонний набор орбитальных элементов (TLE), который может быть использован для вычисления положения космического аппарата.

28 июля 2012 г. был осуществлен запуск МКА «Юбилейный-2» («МиР»), на борту которого установлены ретрорефлекторы для лазерной дальнометрии.

На сегодняшний день измерение дальности с помощью лазерных локационных систем (ЛЛС) осуществляется с точностью до долей сантиметров [1].

Для успешной лазерной дальнометрии МКА «МиР», необходимо знать пространственно-временное положение космического аппарата с учетом тактико-технических характеристик лазерных локационных станций. Для этих целей ранее нами была реализована программа для ПЭВМ по расчету координат спутника [2]. В этой программе расчет положения космического аппарата производится по набору орбитальных элементов.

Рассчитанные координаты спутника не соответствовали наблюдаемым менее чем на 8 угловых минут. Предполагаемые причины несоответствия: недостаточно точные данные орбитальных элементов. Поэтому была поставлена новая задача: по оптическим наблюдениям рассчитать орбитальные элементы спутника.

Оптические наземные наблюдения представляют из себя набор угловых координат прямое восхождение (α) и склонение (δ) или азимут и угол места спутника. В программе реализован метод Гаусса для трех оптических наблюдений [3; 4].

Входными данными программы являются данные трех наблюдений (дата и время (UTC) измерения координат, координаты – α , δ), геодезические координаты места наблюдения (широта, долгота, высота), параметры вращения Земли [5] (мгновенное положение полюса – (хр, ур), разница между всемирным универсальным временем и всемирным координированным временем – $\Delta UT1$, разница между международным атомным временем и всемирным координированным – ΔAT). Выходными данными программы являются

орбитальные элементы космического аппарата и TLE-файл.

Результаты данной программы могут быть использованы для расчета пространственно-временного положения спутника.

Данная работа выполнена в рамках экспериментального исследования предельных значений точности измерения дальности космических объектов лазерными локационными станциями.

Библиографические ссылки

1. Необходимые условия достижения субмиллиметровой точности измерений в спутниковой лазерной дальнометрии // Электромагнитные волны и электронные системы. 2009. № 12.
2. Лапухин Е. Г. МКА «Юбилейный-2». Расчет положения, ПЗС-наблюдения, анализ // Актуальные проблемы авиации и космонавтики : тезисы IX Всерос. науч.-практ. конф. творческой молодежи. Красноярск, 2013. Т. 1. Технические науки ; СибГАУ. Красноярск, 2013. С. 133–135.
3. David A. Vallado, Fundamentals of Astrodynamics and Applications (Fourth Edition) Microcosm Press, 2013.
4. Эскобал П. Методы определения орбит. М. : Мир, 1970. 468 с.
5. IERS Conventions (2010). Gérard Petit and Brian Luzum (eds.). (IERS Technical Note ; 36) Frankfurt am Main: Verlag des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie, 2010. 179 pp.

© Лапухин Е. Г., 2014

УДК 629.7.014.16

П. А. Леонтьев, Д. С. Трунов

Научный руководитель – *И. В. Трифанов*

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

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МАЛЫХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ВЕРТИКАЛЬНОГО ВЗЛЕТА В АНТЕННЫХ СИСТЕМАХ

Выявлены недостатки привязных аэростатов, используемых для подъема антенных передающих устройств. Представлены перспективные методы подъема вертикальных антенн. При прочтении работы можно приобрести обобщающие сведения перспективных о методах подъема с помощью малых беспилотных летательных аппаратов.

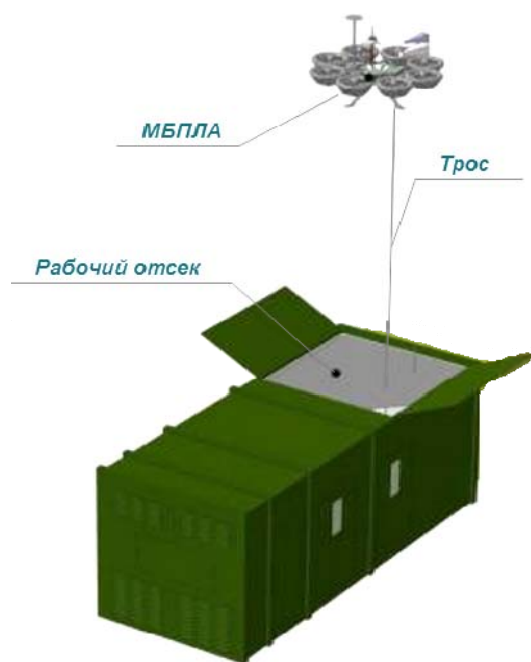
Средства радиосвязи в настоящее время играют важную роль в жизни общества. Максимальное расстояние, на которое обеспечивается обмен информацией между приемником и передатчиком, является одним из показателей эффективной работы средств связи. На дальность распространения радиоволн оказывают влияние множество факторов окружающей среды, такие как: искривление земной поверхности, солнечная активность, атмосферные явления, рельеф местности. Для того чтобы уменьшить влияние рельефа требуется поднять антенну передатчика как можно выше над поверхностью земли.

Был проведен обзор существующих на сегодняшний день подходов к методам подъема антенн. В ре-

зультате анализа было выделено два основных метода подъема: а) с использованием мачтовых конструкций [1]; б) с использованием привязных аэростатов [2].

Привязные, наполненные гелием аэростаты, способные поднять антенное передающее устройство гораздо выше мачтовых конструкций, вызывают повышенный интерес в области радиосвязи. Однако они имеют ряд недостатков, которые ограничивают возможность их применения:

- необходимость ровных горизонтальных площадок для поднятия аэростата;
- большое смещение под воздействием силы ветра приводит к ухудшению качества сигнала;



Применение МБПЛА в качестве подъемного устройства

- время, которое требуется для поднятия аэростата на заданную высоту, может составлять от 4 до 8 часов;
- для обеспечения необходимого количества газа, а также хранения в сложенном состоянии требуется дополнительное оборудование;
- вследствие, больших габаритов аэростаты являются заметными в воздушном пространстве;

– гелий, используемый для создания подъемной силы, является на сегодняшний день достаточно дорогим газом.

Для решения вышеперечисленных проблем, в качестве подъемных механизмов, предлагается использовать малые беспилотные летательные аппараты (МБПЛА) с вертикальным взлетом и посадкой [3]. К основным преимуществам использования МБПЛА можно отнести:

- возможность запуска, как с горизонтальной, так и с наклонной площадки, а также во время движения (на ходу);
- автоматизированное управление дает возможность МБПЛА зависать на одной точке, и, тем самым, может обеспечить надёжный и устойчивый радиосигнал;
- время подъёма на заданную высоту может быть уменьшено в несколько раз благодаря тому, что подготовительный этап для запуска МБПЛА занимает гораздо меньшее время, а скорость подъема зависит от подъемной силы и количества установленных на нем винтовых устройств.

Библиографические ссылки

1. Савицкий Г. А. Антенно-мачтовые сооружения : учеб. пособие. М. : Связьиздат, 1962. 230 с.
2. Бендин С. Аэростатные телекоммуникационные платформы. «ИНФОРМОСТ» – «Радиоэлектроника и Телекоммуникации». 2003. № 2. С. 53–57.
3. URL: <http://roboair.ru/air-400x---carrier>.

© Леонтьев П. А., Трунов Д. С., 2014

УДК 338.246

А. Н. Масюгин¹, К. Б. Фрицлер²

Научный руководитель – О. П. Пчеляков^{1,2}

¹Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, г. Красноярск

²Институт физики полупроводников имени А. В. Ржанова СО РАН, г. Новосибирск

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КРЕМНИЯ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ПРОИЗВОДСТВА СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Исследовалось распределение эффективного времени жизни неравновесных носителей заряда (ННЗ) τ и удельного электрического сопротивления (УЭС) по площади пластин кремния, выращенного методом бестигельной зонной плавки. Значение времени жизни ННЗ определялось с помощью бесконтактного СВЧ метода на установке «Тауметр 2М». Измерения удельного электрического сопротивления производились с помощью четырехзондового метода.

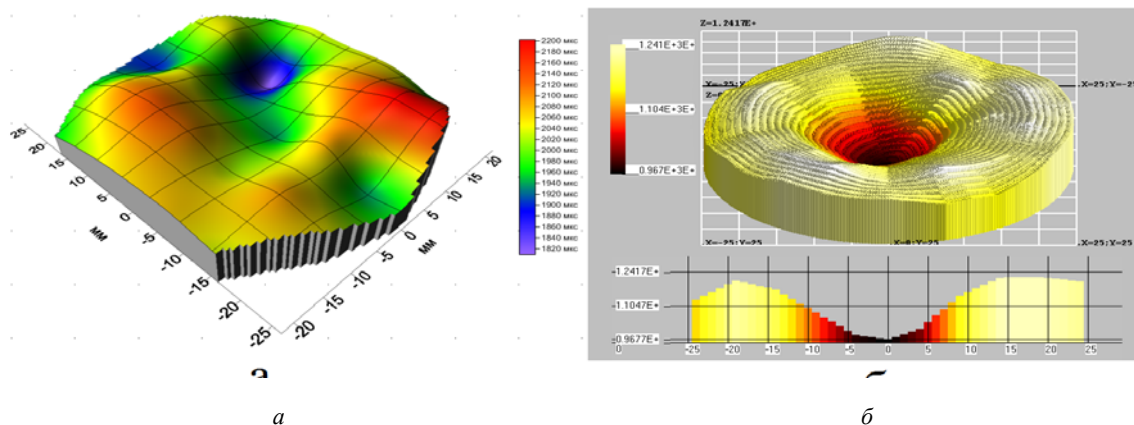
Время жизни неравновесных носителей заряда τ является критически важной характеристикой полупроводниковых материалов, используемых в фотовольтаике, и во многом определяет эффективность и возможность практического применения солнечных элементов (СЭ). В связи с этим, исследование времени жизни ННЗ на различных этапах производства СЭ представляется актуальной задачей.

В данной работе представлены результаты исследования распределения эффективного времени (ННЗ)

τ и удельного электрического сопротивления (УЭС) по площади пластин кремния, выращенного методом бестигельной зонной плавки. Измерения τ проводились с помощью бесконтактного СВЧ метода [1; 2] на установке «Тауметр 2М» (см. рисунок). Распределение удельного сопротивления исследовалось с помощью четырехзондового метода. Изучался нелегированный и подвергнутый нейтронно-трансмутационному легированию кремниевый материал.

Параметры кремниевых платин

№ образца	Толщина пластины, мм	Диаметр пластины, мм	Легирование	Тип пассивации поверхности (толщина окисла)	Средние значения времени жизни ННЗ, мкс
1	6,59	66	–	–	2020
2	4,66	80	Нейтронно-трансмутационное	–	1213
3	0,36	78	Нейтронно-трансмутационное	Кипячение в азотной кислоте (10–20 Å)	14
4	0,46	96	–	–	16
5	0,60	96	–	–	38
6	0,46	96	–	Термическая пассивация (0,1 мкм)	9
7	0,46	96	–	Термическая пассивация (1 мкм)	19
8	11,5	96	–	–	2681



Графики распределений времени жизни ННЗ (а) и УЭС (б) по площади пластины № 1

Неравномерность распределения электрофизических параметров по площади пластин нелегированного материала связана с условиями роста монокристалла кремния. Кривизна фронта кристаллизации, наличие тепловых потоков в расплаве, колебания скорости роста монокристаллов БЗП кремния приводят к радиальной неоднородности распределения концентраций легирующей примеси (фосфора) и примесей, создающих глубокие уровни в запрещенной зоне. Как видно из рисунка, распределение времени жизни неравновесных носителей заряда не коррелирует с распределением значений удельного сопротивления по поверхности пластины № 1 (см. рисунок).

Среднее значение время жизни ННЗ по пластине № 2, подвергшейся нейтронно-трансмутационному легированию (НТЛ), имеет достаточно высокое значение (1213 мкс), хотя и в 2 раза меньше, чем среднее $\tau_{эф}$ нелегированной пластины № 8 (2681 мкс). Это можно объяснить влиянием радиационных дефектов, образующимися в процессе облучения нейтронами во время НТЛ. Термообработка легированных слитков существенным образом повышает значения времени жизни ННЗ [1], однако полного восстановления исходных значений не происходит.

У пластины № 3 среднее значение $\tau_{эф} = 14$ мкс. Толщина данного образца составляет $S = 0,36$ мм. Уменьшение значения эффективного времени жизни ННЗ по сравнению с пластиной №2, можно объяснить

увеличением влияния поверхностной рекомбинации, так как в данном случае $L_d \geq S$.

Были проведены измерения $\tau_{эф}$ на пластинах, имеющих различную толщину и изготовленных из одного слитка БЗП кремния. Образец №8 имеет достаточно большую толщину (11,5 мм), что позволяет исключить влияние поверхностной рекомбинации. Измерения, выполненные на данном образце, позволили определить объемное время жизни ННЗ. По мере уменьшения толщины пластины и, соответственно, увеличения влияния поверхностной рекомбинации, $\tau_{эф}$ уменьшается.

Произведены измерения пластин № 4, № 6 и № 7 одинаковой толщины и имеющих различную пассивацию поверхности. Средние величины $\tau_{эф}$ на данных пластинах сопоставимы и составляют 9–19 мкс. Это указывает на необходимость оптимизации процедуры пассивации. Одной из причин уменьшения $\tau_{эф}$ может быть генерация дефектов упаковки в процессе высокотемпературного окисления пластины.

Библиографические ссылки

1. Гучетль Р. И., Кравцов А. А., Стук А. А. О времени жизни неосновных носителей заряда в нейтронно-легированном кремнии // Химия в интересах устойчивого развития. № 9. С. 879–883.
2. Рейви К. Дефекты и примеси в полупроводниковом кремнии / пер. с англ. М. : Мир, 1984. 475 с.

© Масюгин А. Н., Фрицлер К. Б., 2014

УДК 544.77

К. С. Мурашева, К. Ю. Кочмарев, С. А. Воробьев, С. В. Сайкова
 Научный руководитель – С. В. Сайкова
 Сибирский федеральный университет, Красноярск

«ЗЕЛЕНЫЙ МЕТОД» СИНТЕЗА КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ ДИСПЕРСИЙ НАНОЧАСТИЦ МЕДИ

Предлагается простой и экологически безопасный метод получения концентрированных (порядка 0,01 моль/л) гидрозолей, содержащих наночастицы меди размером 30–40 нм. Метод основан на восстановлении ионов Cu^{2+} в водных растворах аскорбиновой кислоты в присутствии высокомолекулярного стабилизатора – желатозы.

Наночастицы (НЧ) меди зарекомендовали себя как отличные катализаторы промышленных процессов, могут применяться в производстве материалов для электроники, широко известны антибактериальные свойства меди. Среди методов получения НЧ химическая реакция восстановления, осуществляемая в водных растворах, является наиболее перспективным методом получения, так как не требует сложного технического оформления и экономических затрат, а также позволяет контролировать размер, состав и морфологию получаемых частиц. Однако, для того, чтобы предотвратить окисление и растворение получаемых частиц, их агрегирование и выпадение в осадок возникает необходимость использования стабилизатора.

Нами разработан метод получения стабильных гидрозолей НЧ меди восстановлением аскорбиновой кислоты в присутствии стабилизатора желатозы, который соответствует концепции «зеленой химии» [1]. Аскорбиновая кислота является не только безопасной для человека, но и жизненно необходимой, чего нельзя сказать о наиболее часто используемых восстановителях – гидразина и борогидрида натрия, желатоза – продукт гидролиза желатина – является материалом биологического происхождения. Таким образом, предлагаемый процесс снижает нагрузку на экосистему, при этом не ухудшая характеристик получаемых НЧ.

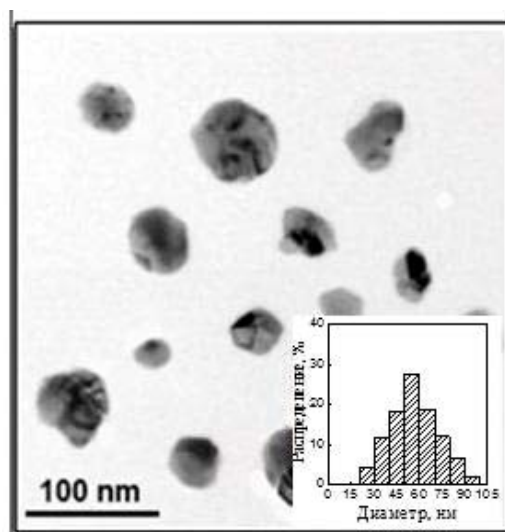
Целью работы являлось получение устойчивых гидрозолей НЧ меди и определение оптимальных условий протекания данного процесса. Было установлено, что на синтез НЧ оказывают влияние такие факторы, как природа стабилизатора, его концентрация, рН среды, концентрации восстановителя и исходной соли меди [2].

Изучение влияния рН среды показало, что количество образующихся НЧ растет с увеличением рН до 10,3, что согласуется со снижением величины электродного потенциала аскорбиновой кислоты в щелочной среде. Однако, при дальнейшем увеличении щелочности среды происходит некоторое снижение степени восстановления меди, что может быть связано со снижением активности ионов меди (II) вследствие образования гидроксида.

Количество образующихся НЧ закономерно растет с увеличением концентрации стабилизатора до 30 г/л, а затем выходит «на плато». Исследование окислительной и седиментационной устойчивости дисперсий НЧ показало снижение интенсивности максимума ППР, что, связано с уменьшением количества НЧ вследст-

вие растворения более мелких при их окислении. То есть, желатоза не может полностью предотвратить процесс окисления НЧ.

Рентгенофазовый анализ осадка, полученного путем центрифугирования исходного золя, показал, что он представляет собой металлическую медь с размерами кристаллитов около 30 нм. По данным просвечивающей электронной микроскопии (см. рисунок), при восстановлении аскорбиновой кислотой формируются сферические НЧ размером $57,8 \pm 21,8$ нм, покрытые тонкой (2–3 нм) плёнкой желатина, которая и предотвращает их окисление и агрегацию. Такой же размер (30 нм) частиц по данным исследования гидрозоль наночастиц меди методом атомно-силовой микроскопии при высушивании образца на пластинке пирографита.



Изображение ПЭМ и гистограммы распределения наночастиц меди, полученных действием аскорбиновой кислоты

Полученные золи были исследованы на антибактериальную активность к штамму кишечной палочки (gram-negative bacteria E.coli ATCC 25922). Образцы показали высокую эффективность, благодаря чему данный метод может быть рекомендован для получения антибактериальных сред.

Библиографические ссылки

1. Синтез высококонцентрированных гидрозолей наночастиц меди восстановлением аскорбиновой кислоты в присутствии желатозы / С. В. Сайкова,

К. С. Мурашева, С. А. Воробьев и др. // Химия в интересах устойчивого развития. 2013. 21. С. 425–931.

2. Воробьев С. А. Образование наночастиц меди в водных растворах при восстановлении меди (II) гидразином, борогидридом натрия и аскорбиновой ки-

слотой / Диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук. Красноярск, 2013. С. 127.

© Мурашева К. С., Кочмарев К. Ю., Воробьев С. А., Сайкова С. В., 2014

УДК 669.713.7

А. Н. Рыбакова

Научный руководитель – В. С. Жигалов

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

СВОЙСТВА СИНТЕЗИРОВАННЫХ ПЛЕНОК CoPt, ПОЛУЧЕННЫХ С ПОМОЩЬЮ ТВЕРДОФАЗНЫХ РЕАКЦИЙ

Проанализировано использование твердотельных реакций для синтеза плёночных структур. Рассмотрены типы твердотельных реакций.

В настоящее время в микро- и нанoeлектронике используют структуры, состоящие из многих слоев, между которыми возможны протекания химических реакций при определённых условиях. Поэтому возникает необходимость их изучения с целью устранения в устройствах. В таких структурах при нагреве возникает последовательность фазовых превращений, поэтому многие исследователи предлагают использовать твердофазные реакции (ТФР) для синтеза материалов с новыми свойствами [1–2].

Целью данной работы является изучение процесса химических взаимодействий в двухслойных структурах Co/Pt, фазообразования в данной системе и свойств образованных фаз в зависимости от состава, температуры обработки и типа подложек. Пленки системы Co-Pt, имеющие высокоанизотропную кубическую структуру с тетрагональным искажением ($L1_0$) широко исследуются в связи с возможным использованием их в качестве сред для высокоплотной магнитооптической записи [3], а также для изготовления пленочных постоянных магнитов в системах MEMS. Для получения пленок с фазой $L1_0$ в системах Fe-Pd, Fe-Pt и Co-Pt используются много способов и технологий, однако мало публикаций, связанных с получением таких пленок с помощью твердофазных реакций [4].

В работе были проведены рентгеноструктурные и магнитные исследования в пленочных двухслойных системах Co/Pt с концентрационным соотношением элементов 1/1 и 1/3 на монокристаллических подложках MgO в зависимости от температуры термообработки в пределах 400–850 °С. Исходные образцы получались методом вакуумного испарения, в которых в

качестве первых слоев наносились слои кобальта с разной кристаллографической ориентацией. В системах с кубическим кобальтом (β -Co) и атомным соотношением 1/3 при температурах отжига ($T_{отж}$) 550 °С и выше формировалась фаза $CoPt_3$ ($L1_2$) с величиной коэрцитивной силы (~10 Э), которая сохранялась при увеличении $T_{отж}$ вплоть до 850 °С. Рентгеноструктурные исследования пленок с монокристаллическим кобальтом с гексагональной структурой и атомным соотношением Co/Pt 1/1 показали, что при $T_{отж}$ 550° сформируется монокристаллическая фаза $L1_0$ с рефлексами (200) и (002), имеющей величину первой константы анизотропии $\sim 5 \cdot 10^6$ эрг/см³ и коэрцитивную силу ~8 кЭ. Увеличение температуры отжига этой структуры выше 700 °С способствовало образованию кубической фазы $CoPt_3$ ($L1_2$) с коэрцитивной силой 10–30 Э.

В работе также изучен процесс ТФР в системах Co/Pt и измерены температурные параметры образования всей последовательности фаз.

Библиографические ссылки

1. Третьяков Ю. Д. // Соросовский образовательный журнал. М., 1999. Т. 4. С. 35–39.
2. Мержанов А. Г. // Успехи химии. М., 2001. № 12. С. 59–98.
3. Жигалов В. С. и др. // ЖЭТФ. 2009. Т. 88. № 6. С. 445–449.
4. Мягков В. Г. // Физика твердого тела. 2000. Т. 42. № 5. С. 937.

© Рыбакова А. Н., 2014

УДК 537.86

А. В. Угрюмов, А. О. Афонин
 Научный руководитель – А. А. Лексиков
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛОСКОВЫХ ДИПЛЕКСЕРОВ НА ПОДВЕШЕННОЙ ПОДЛОЖКЕ

Разработаны и исследованы полосковые диплексеры на подвешенной подложке двух конструкций: 1) оба канала выполнены на регулярных резонаторах и 2) низкочастотный канал выполнен на шпильковых резонаторах, а высокочастотный – на регулярных. Установлено, что во второй конструкции развязка между каналами больше, и она допускает большее сближение каналов.

Важной задачей в системах связи является разделение широкой полосы частот на ряд более узких без потерь энергии. Для решения этой и обратной задачи служат частотно-разделительные устройства – мультиплексеры, в которых может быть использовано последовательное или параллельное соединение фильтров [1].

Диплексер – это двухканальный мультиплексер. Как правило, в конструкциях СВЧ диплексеров используется пара полосковых фильтров, подключенных к общему входу. Известно, что высокими электрическими характеристиками обладают диплексеры, фильтры которых построены на диэлектрических резонаторах. Однако они имеют сравнительно большие габариты и, кроме того, такие конструкции слишком сложны в настройке для массового производства устройств [2]. Наиболее миниатюрными и технологичными в изготовлении являются диплексеры на микрополосковых резонаторах. Но уже в сантиметровом диапазоне волн их применение ограничено требованием жестких допусков на размеры при изготовлении, увеличением потерь и возникновением паразитных типов колебаний [3].

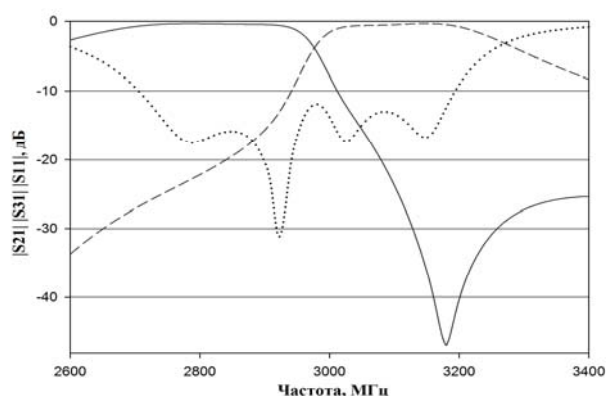
Одним из наиболее перспективных подходов для преодоления указанных выше трудностей является использование в диплексерах полосковых фильтров на подвешенной подложке. Полосковые диплексеры на подвешенной подложке (ПДПП) сравнительно миниатюрны и имеют меньшие вносимые потери в полосе пропускания по сравнению с микрополосковыми [4].

Целью работы является компьютерное моделирование полосковых диплексеров на подвешенной подложке двух конструкций: 1) с фильтрами обоих каналов на регулярных резонаторах и 2) с фильтрами на

регулярных резонаторах в высокочастотном канале и шпильковых резонаторах – в низкочастотном (ПДПП-1 и ПДПП-2), на подложке из поликора толщиной 0.5 мм и сравнительное исследование их характеристик (потерь в полосах пропускания, относительных ширины полос пропускания каналов, минимальная частотная развязка каналов). Фильтры обоих двухзвенные.

Моделирование и исследование ПДПП осуществлялось в программном продукте AWR DESIGN ENVIRONMENT 2009 (AWRDE 2009). В качестве иллюстрации на рисунке представлена амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) ПДПП-2.

В таблице приведены характеристики ПДПП-1 и ПДПП-2.



АЧХ ПДПП-2. Коэффициент прохождения низкочастотного канала (S_{21} – тонкая линия), коэффициент прохождения высокочастотного канала (S_{31} – штрихованная линия) и коэффициент отражения (S_{11} – точки)

Характеристики ПДПП-1 и ПДПП-2

	ПДПП-1	ПДПП-2
Центральная частота низкочастотного канала f_1 , МГц	2837	2823
Относительная ширина полосы пропускания низкочастотного канала Δf_1 , %	9,5	14,1
Минимальные потери в полосе пропускания низкочастотного канала L_1 , дБ	0,4	0,4
Центральная частота высокочастотного канала f_2 , МГц	3157	3096
Относительная ширина полосы пропускания высокочастотного канала Δf_2 , %	11,4	9,6
Минимальные потери в полосе пропускания высокочастотного канала L_2 , дБ	0,6	0,5
Максимальный коэффициент прохождения на пересечении каналов k , дБ	-4,3	-3,7
Развязка между каналами (низкочастотный канал) ΔL_{12} , дБ	-20,8	-22,1
Развязка между каналами (высокочастотный канал) ΔL_{21} , дБ	-23,2	-12,7

Как оказалось, исследованные конструкции допускают сближение каналов до максимально возможного, о чем свидетельствует коэффициент прохождения на пересечении АЧХ каналов около -4 дБ, т. е. на основе таких конструкций можно проектировать диплексеры со смежными каналами. Кроме того, вторая конструкция полоскового диплексера на подвешенной подложке обладает лучшей развязкой между каналами.

Библиографические ссылки

1. Маттей Г. Л., Янг Л., Джонс Е. Фильтры СВЧ, согласующие цепи и связи. М. : Связь, 1971. Т. 2. 494 с.

2. СВЧ-диплексер на четвертьволновых резонаторах / Б.А. Беляев и др. // Препринт № 774Ф ИФ СО РАН, Красноярск. 1997. 51 с.

3. Малорацкий Л. Г. Микроминиатюризация элементов и устройств СВЧ. М. : Сов. Радио, 1976. 216 с.

4. Бальва Я. Ф. Исследование частотных зависимостей коэффициентов связи полосковых резонаторов на подвешенной подложке : автореф. ... дис. канд. физ.-мат. наук. Красноярск, 2010. 24 с.

© Угрюмов А. В., Афонин А. О., 2014

УДК 621.002

Е. А. Филонова

Научные руководители – А. Г. Лютов

Уфимский государственный авиационный технический университет, Уфа

СИСТЕМА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ЦИКЛОМ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИСКРОВЫХ СВЕЧЕЙ ЗАЖИГАНИЯ

Описываются этапы построения иерархической системы по управлению качеством процесса изготовления искровых свечей зажигания двигателя. Система позволяет управлять качеством изделий на разных стадиях технологического процесса, сократить затраты при проектировании и изготовлении и повысить качество и конкурентоспособность продукции.

Одним из важнейшим элементов системы зажигания двигателей внутреннего сгорания, роторных и поршневых двигателей являются искровые свечи. От совершенства конструкции, качества изготовления и правильности подбора свечи к двигателю существенно зависят его пусковые свойства, надежность, мощность, топливная экономичность, а также токсичность отработанных газов. Известно, что правильная регулировка двигателя позволяет уменьшить количество выбросов СО и СН. Это связано с режимами работы систем зажигания. Несмотря на тенденцию повышения требований к экологичности выбросов двигателей внутреннего сгорания, в настоящее время наблюдается ослабление требований к искровым свечам зажигания на разных стадиях производства [1]. Традиционные технологические схемы изготовления свечных изделий не учитывают современной тенденции повышения качества выпускаемой продукции.

На сегодняшний день особенности отечественного производства искровых свечей таковы, что технологический цикл их изготовления является длительным и энергозатратным, а себестоимость изделий – высокой, при этом велика доля ручного труда и степень влияния человеческого фактора. Высоки технологические потери, связанные с браком. В совокупности эти факторы резко снижают конкурентоспособность отечественной продукции. Таким образом, обусловлена необходимость разработки и внедрения новых конструкторских и технологических решений, ориен-

тированных на высокую степень автоматизации и механизации процессов изготовления и контроля искровых свечей зажигания.

Предполагается, что в общем случае для решения задач управления качеством должна быть создана иерархическая система, которая объединяет систему верхнего уровня (рис. 1), регулирующие конструкторские и технологические решения, и систему нижнего уровня, обеспечивающую стабильность технологического процесса. Совмещение систем двух уровней является важной задачей. Проведенные эксперименты показали возможную структуру данной иерархической системы и определили на текущем этапе состав программных продуктов, которые необходимо связать между собой для решения поставленной задачи [2].

Результаты проведенных испытаний в виде конструкторских и технологических решений унифицированных изделий позволяют наполнить созданную базу данных. На рис. 1 и 2 представлены некоторые разделы ее реализации. Таким образом, появляется возможность сократить количество конструкторской и технологической документации, т. е. осуществить переход на типовые конструкторские решения и технологические процессы.

Это позволяет сократить затраты на подготовку производства и, следовательно, способствует стабильности процесса, поскольку минимизирует необходимость перестройки технологического цикла.

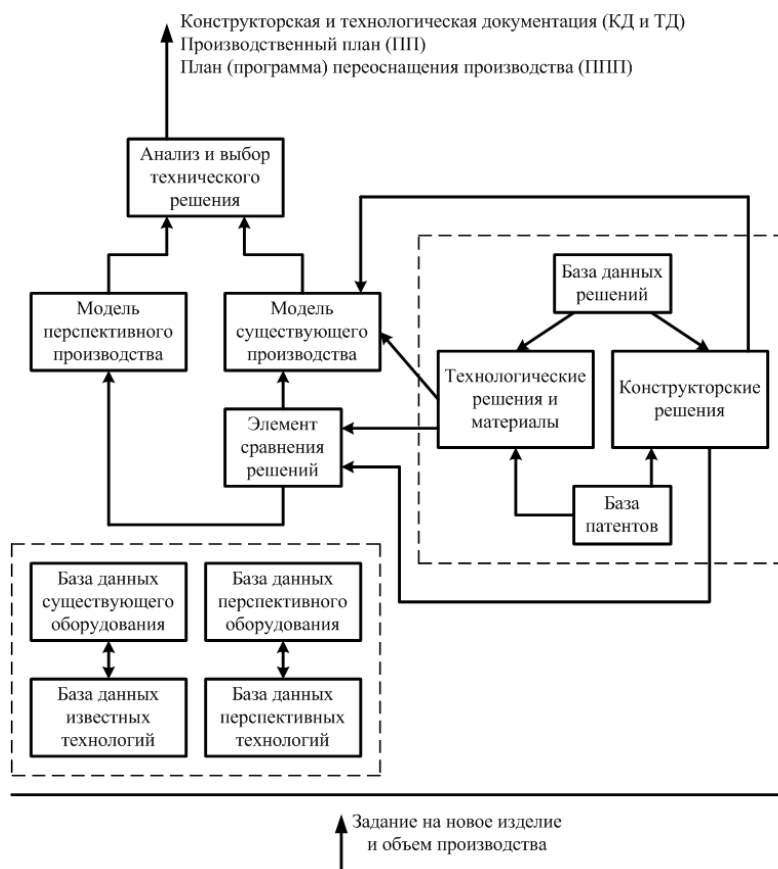
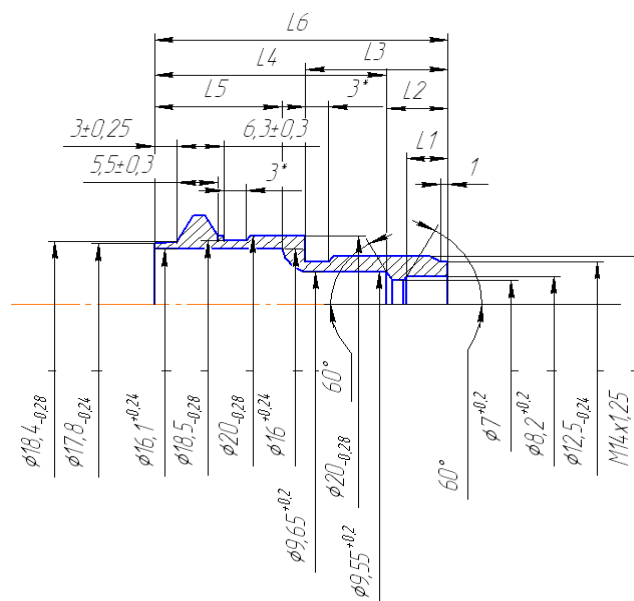


Рис. 1. Система верхнего уровня



ID	Свеча	Номер	L1	L2	L3	L4	L5	L6
2	A14В	ИГУР387.653.044шт	$7,6 \pm 0,25$	$10,2 \pm 0,3$	$12,7 \pm 0,2$	$22,5 \pm 0,25$	$17 \pm 0,5 \pm 0,25$	$32,7 \pm 0,3$
3	A17ДВ1	8Г8.030.112шт	$5,6 \pm 0,25$	$8,2 \pm 0,2$	$19 \pm 0,2$	$31 \pm 0,25$	$17 \pm 0,5 \pm 0,25$	$39,2 \pm 0,3$
4	A17ДВ10	8Г8.030.121шт	$5,6 \pm 0,25$	$8,2 \pm 0,2$	$19 \pm 0,2$	$31 \pm 0,25$	$17 \pm 0,5 \pm 0,25$	$39,2 \pm 0,3$
5	A17ДВМ	ИЮМА723.131.005шт	$9,7 \pm 0,25$	$11,7 \pm 0,3$	$19 \pm 0,2$	$27,5 \pm 0,25$	$17 \pm 0,5 \pm 0,25$	$39,2 \pm 0,3$
6	A17ДВР	8Г8.030.112шт	$5,6 \pm 0,25$	$8,2 \pm 0,2$	$19 \pm 0,2$	$31 \pm 0,25$	$17 \pm 0,5 \pm 0,25$	$39,2 \pm 0,3$
7	A20Д1	8Г8.030.112шт	$5,6 \pm 0,25$	$8,2 \pm 0,2$	$19 \pm 0,2$	$31 \pm 0,25$	$17 \pm 0,5 \pm 0,25$	$39,2 \pm 0,3$
8	A23ДМ	8Г8.030.112шт	$5,6 \pm 0,25$	$8,2 \pm 0,2$	$19 \pm 0,2$	$31 \pm 0,25$	$17 \pm 0,5 \pm 0,25$	$39,2 \pm 0,3$
9	A23ДРМ	8Г8.030.112шт	$5,6 \pm 0,25$	$8,2 \pm 0,2$	$19 \pm 0,2$	$31 \pm 0,25$	$17 \pm 0,5 \pm 0,25$	$39,2 \pm 0,3$
10	A23ДВРМ	8Г8.030.112шт	$5,6 \pm 0,25$	$8,2 \pm 0,2$	$19 \pm 0,2$	$31 \pm 0,25$	$17 \pm 0,5 \pm 0,25$	$39,2 \pm 0,3$

Рис. 2. Параметры корпуса свечи зажигания

Предложенная структура экспертной системы позволяет решать задачи параметрической идентификации на стадии проектирования и выявлять проблемы, возникающие при технологической эксплуатации изделий. Комплексный подход к управлению качеством свечей зажигания дает возможность управлять качеством изделий на разных стадиях технологического процесса, что позволяет сократить затраты при проектировании и изготовлении и повысить качество и конкурентоспособность продукции. Предложенный алгоритм опробован в производстве и реализован на предприятии ФГУП УАПО УЗЭТИ (г. Уфа), что позволило сократить срок от этапа разработки до серийного выпуска изделия.

Библиографические ссылки

1. ГОСТ Р 53842–2010 Детали автомобильные. Свечи зажигания искровые. Технические требования и методы испытаний. Введ. 2010-09-15. М. : Стандартинформ, 2010. 43 с.
2. Ильин А. Н., Филонина Е. А. Автоматизированная система управления качеством изготовления резистивного герметика автомобильных свечей зажигания // Вестник Уфим. гос. авиац. техн. ун-та. 2013. Т. 17. № 2 (55). С. 34–41.

© Филонина Е. А., 2014

УДК 338.45:621

Е. О. Бабинова, С. С. Иванченко, И. А. Клешина
 Научный руководитель – *В. И. Медведев*
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АНАЛИЗ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКОЙ СОВМЕСТИМОСТИ СИСТЕМЫ «ЧЕЛОВЕК–МАШИНА»

Представлен краткий обзор проблемы обеспечения пространственно-антропометрической совместимости человека-оператора с требуемым рабочим местом в системе «человек-машина».

Пространственно-антропометрическая совместимость (ПАС) человека-оператора (ЧО) и машины состоит в том, чтобы исходя из антропометрических характеристик (АХ) и некоторых физиологических особенностей ЧО (динамическая антропометрия), а также условий, диктуемых конкретной задачей, создать требуемое рабочее место (РМ). На эту совместимость определяющее влияние имеют АХ. Они включают в себя различные размеры человеческого тела и делятся на динамические и статические [1–3].

Цель: оценить антропометрическую совместимость человека-оператора на основе измерения габаритных размеров группы людей для определения требуемого рабочего места в системе «человек-машина».

К динамическим характеристикам относятся амплитуды движений головы, рук и ног. Они используются для определения объема рабочих движений, зон досягаемости и видимости. По ним рассчитывается пространственная организация РМ, размах движений вращающихся переключателей, биомеханические модели и манекены. К статическим характеристикам относятся размеры головы, рук, туловища. Они используются для установления размеров конструктивных параметров РМ или изделия (высота, ширина, глубина и др.), определения диапазона изменения в

случае их регулировки, а также при проведении инженерно-психологической оценки и конструировании манекенов.

АХ, наиболее часто используемые при организации РМ и инженерно-психологической оценке СЧМ, приведены в таблице. Обычно любая АХ является случайной величиной, подчиненной нормальному закону распределения. Необходимый диапазон изменчивости учитываемой АХ задается либо в долях среднеквадратического отклонения σ по отношению к математическому ожиданию M , либо с помощью перцентиля – сотой доли измеренной совокупности, которой соответствует определенное значение АХ.

В порядке использования на практике рассмотренных АХ решено рассмотреть АХ студенческих групп с поставленными следующими задачами:

- 1) определить контингент людей, для которых предназначено РМ ЧО;
- 2) выбрать АХ, которые являются основными для определения размеров оборудования и необходимого рабочего пространства;
- 3) установить, какому проценту работающих (на примере измеренных АХ студентов), должно удовлетворять выбранное оборудование, и найти соответствующие ему значения АХ.

Антропометрические характеристики взрослого населения России 1986 г.

Поза	Наименование характеристик	Мужчины		Женщины		Область применения
		M	σ	M	σ	
Стоя	Длина тела (рост)	167,8	5,8	156,7	5,7	Определение высоты оборудования, высоты помещения
	Длина тела с вытянутой вверх рукой	213,8	8,4	198,1	7,6	Определение зоны досягаемости по вертикали
	Длина руки, вытянутой вперед	64,2	3,3	59,3	3,1	Определение зоны досягаемости по глубине
	Длина руки, вытянутой в сторону	62,2	3,3	56,8	3,0	Определение зоны досягаемости по фронту
	Высота глаз	155,9	5,8	145,8	5,5	Определение высоты рабочей поверхности и размещения индикаторов
Сидя	Длина тела	130,9	4,3	121,1	4,5	Определение высоты оборудования
	Высота глаз над полом	118,0	4,3	109,5	4,2	Определение высоты рабочей поверхности и размещения индикаторов
	Высота плеч над полом	100,8	4,2	92,9	4,1	Определение высоты рабочей поверхности
	Высота колен	50,6	2,4	46,7	2,4	Определение высоты сидения
	Длина вытянутой ноги	104,2	4,8	98,3	4,7	Определение зоны размещения педалей

При этом учитывать ряд правил:

1. Данные характеристики могут использоваться либо непосредственно, если размер части тела по своей ориентации соответствует параметру оборудования, либо путем пересчётов, если рабочая поза не соответствует той, которая принята при антропометрических измерениях.

2. При использовании АХ на практике необходимо учитывать поправки на одежду и обувь, которые в зависимости от вида антропометрических характеристик могут составлять 5–30 мм для легкой одежды, 10–50 мм для тяжелой одежды.

3. При практическом использовании АХ необходимо учитывать маскирующие антропометрические признаки. Например, за счет расслабления (легкого приподнятия) тела происходит уменьшение (увеличение) роста оператора на 40–50 мм; легкий наклон корпуса без напряжения на 2–10 мм вперед и в сторону при работе сидя и стоя способствует уменьшению расстояния до органов управления на 100–120 мм; небольшой шаг в сторону или перенос центра тяжести

с одной ступни на другую позволяет уменьшить расстояние до боковых элементов управления на 150–200 мм и т. д.

Соблюдение изложенных правил соблюдения ПАС позволяет существенно снизить процент аварийных ситуаций, возникающих по вине ЧО, и благоприятно влияет на проектирование пилотируемых космических кораблей.

Библиографические ссылки

1. Основы инженерной психологии : учеб. для техн. вузов / сост. Б. Ф. Ломов, Б. А. Душков, В. Ф. Рубахин и др. М. : Высш. шк., 1986. 448 с.

2. Бунак В. В. Антропометрия. Практический курс. М., 1941.

3. Тегакко, Л. И., Марфина, О. В. Практическая антропология. Ростов-н/Д, 2003.

© Бабинова Е. О., Иванченко С. С.,
Клешнина И. А., 2014

УДК 621.22

А. В. Ковалева

Научный руководитель – *А. В. Стручков*
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОВЕРКИ НАТЯЖЕНИЯ ПРИВОДНЫХ РЕМНЕЙ ПРИВодОВ

Предлагается техническое решение для проверки натяжения приводных ремней приводов, позволяющее расширить спектр вопросов при изучении работы ременной передачи и повысить достоверность результатов лабораторных исследований.

Основным условием эффективной и надежной долговременной работы ременной передачи является ее тяговая способность, определяемая правильным выбором сечения ремня и постоянством натяжения ремня, обеспечивающее необходимое трение между ремнем и шкивами, за счет которого происходит передача энергии с ведущего шкива на ведомый шкив.

С увеличением натяжения тяговая способность клинового ремня повышается, а долговечность его резко падает.

Очевидно, что от качества и надежности работы ременных передач машины зависит надежность и безаварийность работы машины в целом.

Для исследования влияния натяжения приводного ремня на его тяговую способность на лабораторной установке ДП 2М «Изучение работы ременной передачи» нами была поставлена задача разработать устройство для контроля натяжения приводных ремней.

Анализ существующих методов и средств проверки натяжения приводных ремней показал, что существуют два метода, основанные на определении частоты колебаний ремня и на прямопропорциональной зависимости усилия и деформации упругого элемента [1–3].

Основными недостатками устройств, осуществляющих эти методы, являются необходимость прове-

дения подготовительных операций по настройке прибора перед измерением и дополнительные затраты времени на это; возможность установки на приборе во время подготовительных операций предельного усилия дает определенный положительный эффект при выполнении работ на производстве, при ТО, но не дает необходимой наглядности и понимания физического смысла процесса и зависимости получаемого прогиба ремня от величины прикладываемого усилия студентам учебных заведений при выполнении лабораторных работ.

На основе анализа существующих методов и средств для измерения натяжения приводных ремней нами предложено следующее устройство.

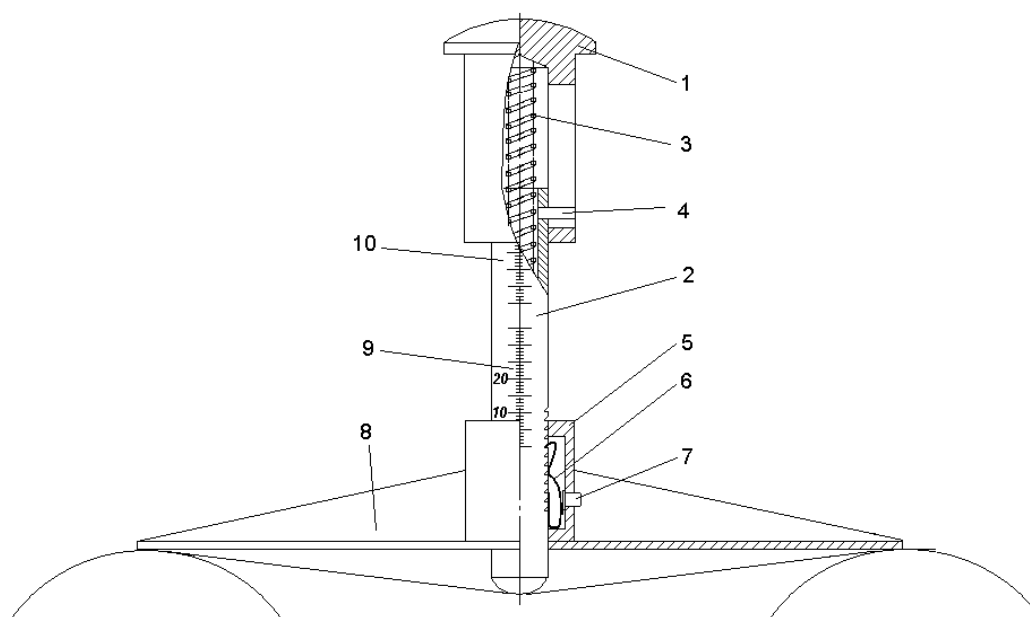
Устройство для проверки натяжения приводных ремней (см. рисунок) содержит корпус 1, нагрузочную пружину 3, шток 2, на котором выполнены две шкалы для задания определенного усилия 10 и для определения величины прогиба ветви ремня 9 и штифт 4, соединяющий корпус со штоком и являющийся направляющим, направляющую втулку 5, установленную жестко посередине опорной траверсы 8 перпендикулярно ее основанию, в которой устанавливается шток 2. Для фиксации измерений выполнено устройство по принципу храпового механизма и содержит установленную в продольном пазу на внут-

ренной поверхности направляющей втулки фигурную пружину 6 с зацепом, входящим в зацепление с асимметричными зубьями на нижней части штока 2, входящей в направляющую втулку, и кнопку 7 для разблокировки устройства для фиксации измерений и приведения устройства в исходное положение.

Устройство работает следующим образом: устанавливается опорной траверсой на ремень у шкивов посредине ветви передачи. При нажатии рукой на корпус 1 он через нагрузочную пружину 3 передает усилие на подвижный шток 2, который смещается вдоль направляющей втулки 5 и воздействует на ветвь ремня, прогибая его, при этом деформация нагрузочной пружины определяет величину усилия, задаваемого по шкале 10, а по шкале 9 определяется величина прогиба ветви ремня. При движении штока вдоль направляющей втулки 5, зацеп фигурной пружины 6

скользит по поверхности зубьев по принципу собачки храпового механизма. При достижении определенного усилия нажатия на ветвь ремня по шкале 10, устройство посредством храпового механизма фиксируется и запоминает величину прогиба ремня, после чего снимается и по шкале 9 определяется величина прогиба. Для постановки устройства в исходное положение нажимаем кнопку 7, которая воздействует на фигурную пружину 6, в результате чего зацеп пружины выходит из зацепления с зубом на штоке. Освободившийся шток под действием нагрузочной пружины 3 возвращается в исходное положение. Устройство готово к новым измерениям.

Данное устройство в дальнейшем планируется изготовить в металле и провести исследования зависимости тяговой способности от силы натяжения приводного ремня.



Устройство для проверки натяжения приводных ремней

Библиографические ссылки

1. Колесник П. А., Шейнин В. А. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей : учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Транспорт. 1985. 325 с.

2. URL: <http://pribory-si.ru/catalog/0505/2286/>.

3. URL: <http://bearing-service.ru/production/ind-transmission/produkcija-Optibelt-dlya-promyshlennoi-transmissii/ustroistva-dlya-kontrolya-natyajeniya-remnei/>.

© Ковалева А. В., 2014

УДК 629.78.01:621.828

В. В. Кузнецов
Научный руководитель – *С. П. Ереско*
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСТРОЙСТВ УДЕРЖАНИЯ И ОСВОБОЖДЕНИЯ ПОДВИЖНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Приведено описание конструкции устройств удержания и освобождения подвижных элементов конструкции космических аппаратов, указаны достоинства предлагаемого устройства.

В настоящее время, в современных космических аппаратах (КА), применяется высокоточное оборудование, чувствительное к ударным воздействиям. В связи с этим возникает необходимость и потребность в создании механических устройств удержания и освобождения подвижных элементов конструкции КА с пониженным ударным воздействием при срабатывании.

Основным источником ударных воздействий, в механических устройствах удержания и освобождения подвижных элементов конструкции КА, являются такие элементы как пружины, а точнее элементы конструкции которые после проворачивания, или выгаливания пружинами ударяются о другие элементы. Помимо ударных воздействий от срабатывания таких устройств, на оборудование КА передается ударное воздействие от срабатывания пиросредств (пирочеки, пироузлы и т. д.) служащих для освобождения тяг, которые удерживают механические устройства от срабатывания. Так же такие устройства имеют большое количество деталей и как следствие усложнение конструкции и снижение надежности устройства в целом.

В связи со всем вышеперечисленным предлагается использовать механическое устройство, для удержа-

ния подвижных элементов конструкции, которое не содержит пружин, соударяющихся элементов и имеет минимальное количество деталей и простоту конструкции. Для создания такого устройства, необходимо отходить от полностью механических схем, и интегрировать в него активирующий механизм (актуатор) не основанный на пиросредствах.

Работа направлена на разработку такого типа устройства удержания и освобождения подвижных элементов конструкции КА с пониженным ударным воздействием при срабатывании.

Устройство удержания и освобождения такого типа имеет массу в среднем в 2,5 раза меньшую чем устройства удержания и освобождения основанные на механических схемах, при одинаковых параметрах силового нагружения, оказывает практически нулевые ударные воздействия на оборудование КА и повышают надежность работы механических систем, удешевляя запуск КА в связи с уменьшением его массы.

Таким образом, разработка и использование устройств такого типа являются перспективным и приоритетным.

© Кузнецов В. В., 2014

УДК 621.22

Е. В. Кукушкин, В. А. Меновицков, Т. Т. Ереско
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ВОПРОСЫ ФОРМИРОВАНИЯ УСТАЛОСТНЫХ ТРЕЩИН В МАТЕРИАЛАХ ИГОЛЬЧАТЫХ ПОДШИПНИКОВ КАРДАННЫХ ШАРНИРОВ

Рассматриваются основные вопросы, связанные с процессами формирования усталостных трещин в материалах игольчатых подшипников карданных передач в зоне силового контакта.

Изнашивание карданных шарниров зависит от физико-химических и механических процессов, протекающих в контакте. Большое влияние на процесс имеет кинематика движения сопряжений (скольжение, качение, качение со скольжением, качение под нагрузкой и др.), структура и состав поверхностных и приповерхностных слоев материалов, состояние смазочного слоя, образование поверхностных соединений, геометрические характеристики контактирующих поверхностей и изменение их во времени [1].

В связи с различными процессами разрушения игольчатых подшипников при низких и высоких

уровнях максимальных напряжений цикла, будем рассматривать вопросы малоциклового усталости и образования усталостных трещин в материалах игольчатых подшипников карданных шарниров, происходящее при упругопластическом деформировании. Предполагается, что уровень воздействий таков, что возникающие при этом пластические деформации в металле в процессе нагружения настолько малы, что обнаружить их затруднительно, т. е. в основном металл в процессе нагружения претерпевает только упругие деформации. В случае более высокого уровня воздействий, когда пластические деформации стано-

вятся заметными, а долговечность относительно невелика, возникает малоцикловая усталость. При малоцикловом изнашивании совместное действие нормальной и касательной нагрузок при трении приводит к тому, что максимальное касательное напряжение возникает не на поверхности, а под пятном контакта на небольшой глубине, где накапливаются повреждения и образуются трещины [1–2].

Усталостное разрушение поверхностного слоя происходит в игольчатых подшипниках, подвергающихся длительному нагружению переменными усилиями. Усталостные трещины возникают на поверхности трения распространяются вглубь слоя. Постепенно удлиняясь, мелкие трещины образуют сетку на отдельных ограниченных или больших участках поверхности. При этом раскрытие трещин происходит под действием пульсирующего давления смазочного материала.

Трещина, достигнув основания антифрикционного слоя, изменяет свое направление, распространяясь по стыку между основанием и слоем, впоследствии отдельные участки поверхностного слоя выкрашиваются. Выкрашивание крупных кусков поверхностного слоя сопровождается образованием поверхностных «язв», которые забиваются продуктами износа, действующими как абразив. Образование трещин повышает износ поверхностей трения, острые кромки производят режущее действие, а вблизи кромок происходит выкрашивание поверхности материала.

Циклически изменяющиеся контактные напряжения вызывают поверхностные разрушения в виде ямок выкрашивания, называемые питтингом. Образовавшиеся раковины размерами от сотых долей миллиметра до нескольких миллиметров увеличиваются в процессе работы узла трения, и возникает шелушение поверхности.

В своих работах И. В. Крагельский разработал уравнение для фрикционной усталости (1) и развил фрикционно усталостная модель, в которой учитываются процессы на уровне влияния шероховатости поверхностей, при относительном скольжении трущихся тел происходит разрушение в результате многократного деформирования истираемого материала жесткими микронеровностями контртела [1].

$$I_h = \sqrt{\frac{hp_a k_1 \alpha^*}{Rp_r n}}, \quad (1)$$

тогда согласно [1] с учетом износа контактирующих поверхностей наиболее опасным считаем износ поверхности внутреннего кольца (шпи) крестовины. Интенсивность изнашивания определяется по зависимости (2) и с учетом несущей способности масляного слоя, микрогеометрию свойств контактирующих поверхностей, а также физические свойства, будет иметь вид (3):

$$U = I_h S \leq [U], \quad (2)$$

$$I_k = K \left(\frac{W_H Ra}{\mu V_{кс} S_m \alpha H_\mu} \right)^{m1} N_{ц}^{-m2}, \quad (3)$$

тогда долговечность по изнашиванию получим в виде (4):

$$L_k = \frac{[U]}{120 I_h n S_1}, \quad (4)$$

где

$$S_1 = \frac{\pi d_m \gamma}{180}.$$

С учетом вероятностных характеристик (до 90 %) расчет ресурса по долговечности определится по зависимости (5) для оценки упругопластических деформаций:

$$L_v = \sqrt{\frac{\delta_{max}}{v [1 - u_p V(\bar{v})]}} = (a_G a_T a_W)^{\frac{1}{a}}. \quad (5)$$

Процесс накопления повреждений при скольжении тел в условии качения под нагрузкой имеет определенную стадийность. Сначала происходит накопление упругих искажений решетки и увеличивает плотность дислокаций. После достижения критической плотности дислокаций возникают субмикроскопические трещины. Вместе с необратимыми искажениями кристаллической решетки нарушаются межатомные связи и разрушаются отдельные микрообъемы [1–3].

Исследованиями Я. Г. Пановко [1] установлено, что в парах трения при эксплуатации возникают вынужденные гармонические колебания с частотами до 100 кГц и выше. Величины частот колебаний определяются скоростью относительного перемещения и степенью шероховатости контактирующих поверхностей. Амплитуды колебаний зависят от физико-механических свойств контактирующих пар в условиях нагружения. Вынужденные колебания являются причиной возникновения и развития усталостных трещин, приводящих в итоге к разрушению. Особый интерес в механике разрушения игольчатых подшипников при малоцикловой усталости представляет фактор времени. С ним связан широкий круг задач по прогнозированию долговечности конструкционных материалов и управлению сроком службы изделий.

На основе проведенного анализа были поставлены следующие задачи:

4. Исследовать процесс формирования усталостных трещин и момент времени, когда появляются усталостные трещины в материалах игольчатых подшипников карданных передач.

5. Исследовать процесс разрушения игольчатых подшипников, развивающийся в течение конечного времени в зависимости от скорости нагружения.

В заключение отметим, что многие недостатки отечественных машин, их низкий ресурс связаны с недооценкой динамики при расчете, проектировании и эксплуатации. Физические процессы при трении качения игольчатого подшипника обусловлены закономерностями взаимодействия твердых тел, при упругой и пластической деформации микронеровностей поверхностей, теплопереносом, адгезией и гидродинамикой смазки. Существенным во всей приведенной работе, по нашему мнению, является то, что процесс формирования усталостных трещин в материалах игольчатых подшипников карданных передач при малоцикловой усталости игольчатых подшипников является актуальным вопросом и требует дополнительных исследований в этом направлении.

Библиографические ссылки

1. Меновщиков В. А., Ереско С. П. Исследование и совершенствование игольчатых подшипников карданных передач транспортно-технологических машин : монография. Красноярск : Изд-во КрасГАУ, 2006. 283 с.
2. Беркович И. И., Громаковский Д. Г. Трибология. Физические основы, механика и технические приложения : учебник для вузов / под ред. Д. Г. Гро-

маковского ; Самар. гос. техн. ун-т. Самара, 2000. 268 с.

3. Регель В. Р., Слуцкер А. И. Структурно-динамическая гетерогенность – основа физики разрушения твердых тел // Соросовский образовательный журнал. Т. 8. № 1. 2004. С. 86–92.

© Кукушкин Е. В., Меновщиков В. А., Ереско Т. Т. 2014

УДК 621.22

А. А. Орлов

Научный руководитель – *С. П. Ереско*
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ УЗЛОВ В ТУРБОНАСОСНЫХ АГРЕГАТАХ

Рассматриваются основные проблемы и вопросы, связанные процессами, возникающими в узлах уплотнений вращающегося вала в турбокомпрессорных агрегатах.

Уплотнения в ТНА выполняют специфические функции: герметизируют газовые полости турбины от насосов, разделяют полости насосов, предотвращая утечки компонентов или прорыв газа в проточную полость насоса из полости турбины, уплотняют полости подшипников. От их работы зависит объемный КПД насоса или турбины и общий энергетический баланс ТНА. По статистике 60 % выходов из строя ТНА связаны с нарушением работы уплотнений

В уплотнениях агрегатов подачи ЖРД применяются уплотнения с гарантированным зазором и прирабатываемые уплотнения. Среди них можно выделить: уплотнения с плавающими кольцами, уплотнения с полуподвижными кольцами, щелевые уплотнения, лабиринтные уплотнения, прирабатываемые уплотнения с полуподвижными кольцами, прирабатываемые щелевые уплотнения. При использовании прирабатываемых уплотнений во время работы агрегата между элементами ротора и уплотнения имеется механический контакт, что ведет либо к местной приработке и выработке уплотнения, либо к приработке по всей окружности. Использование прирабатываемых уплотнений требует применения специальных легко прирабатываемых материалов. В то же время следует отметить, что в случае применения в агрегате прирабатываемых уплотнений характеристики агрегата могут изменяться от пуска к пуску агрегата вследствие выработки элементов уплотнения.

Особые требования предъявляются к уплотнениям, работающим во взрыво- и пожароопасных средах, использующихся в качестве компонентов топлива современных ЖРД, таких как жидкие и газообразные кислород [1] и водород, высокотемпературный газ с избытком водорода или высокотемпературный окислительный газ. Применяемые конструкции уплотнений роторных машин, работающие при значительных перепадах давления (до 50 МПа) и скоростях перемещений уплотняющих поверхностей (до 500 м/с), созданы путем длительных опытных отработок на кон-

кретные параметры. Ошибки и недочеты в расчете и конструировании уплотнений ТНА ЖРД приводят к повышенному износу элементов уплотнений, наклепам, фреттингу и могут служить причиной заклинивания ротора и возгорания узла уплотнения [2]. Одной из основных проблем при конструировании уплотнительных узлов является выбор материалов. Так, для турбокомпрессорных агрегатов ракетных двигателей важнейшее значение имеет совместимость материала уплотнений с компонентами ракетного топлива и обеспечение работоспособности узлов как при низких температурах (до 20 °К) в криогенных жидкостях, так и высоких (до 1300 °К) в узлах турбин. Низкая температура жидкого рабочего топлива для уплотнений ТНА является причиной возникновения значительных температурных градиентов, если уплотнительный узел находится вблизи газовых полостей и трактов турбины. Дополнительные проблемы возникают также из-за тепловыделения между уплотняющими поверхностями (из-за сухого, жидкостного или комбинированного трения) при высоких скоростях скольжения. При проектировании уплотнений необходимо учитывать деформации деталей от перепада давления, центробежных сил и температурных воздействий. Для минимизации влияния этих деформаций на работоспособность и повышения эффективности уплотнения стараются уплотняющие поверхности разместить на возможно меньшем диаметре. Это способствует снижению утечек через уплотнение, так как утечка прямо пропорциональна рабочему зазору и квадрату [3] диаметра уплотняемого ротора, однако при этом ухудшается теплоотвод от зоны контакта и увеличивается частота деформаций губки манжеты, обусловленная биением уплотняемого вала. На практике при проектировании ТНА возникает ситуация когда ни одно из существующих решений не удовлетворяет заданному комплексу требований, и тогда выделяется главное из них, например герметичность и узел выполняется с некоторым нарушением всех остальных

требований либо узел сильно усложняется, добавляются дренажи перед уплотнением и охлаждающие системы) [2].

На основе проведенного анализа были поставлены следующие задачи:

- исследовать зависимость выходных параметров уплотнения от конструкции, размерностей и материала уплотняющих поверхностей;
- исследовать процесс изменения параметров уплотнения, развивающийся в течение конечного времени в зависимости от скорости вращения вала, рабочей температуры и давления в корпусе ТНА;
- рассмотреть возможность применить альтернативное решение по конструкции подвижных уплотнений, а также определить на основе математической модели требования к физико-механическим свойствам материалов которые могли бы в той или иной степени решить ряд недостатков существующих решений.

В заключение отметим, что многие недостатки отечественных разработок в сфере уплотнений заключаются в недостатке теоретических исследований в данной области и базируются в основном на экспериментальных исследованиях, требующих значитель-

ных финансовых затрат и времени для достижения приемлемого результата.

Является актуальным вопрос разработки математической модели позволяющей снизить количество опытных образцов, требующихся для испытаний, и требует дополнительных исследований в этом направлении.

Библиографические ссылки

1. Дмитренко А. И., Иванов А. В. Анализ уплотнений проточной части насосов и турбин ТНА ЖРД // Научно-технический юбилейный сборник КБ химавтоматики. Воронеж : ИПФ «Воронеж», 2001. С. 364–370.
2. Конструкция и проектирование жидкостных ракетных двигателей / под общ. ред. Г. Г. Гахуна. М. : Машиностроение, 1989. 424 с.
3. Иванов А. В. Исследование прирабатывающихся уплотнений роторов турбонасосных агрегатов // Аэродинамика, механика и технология авиастроения : межвуз. сб. науч. тр. Воронеж : ВГТУ, 2000. С. 146–152.

© Орлов А. А., 2014

УДК 629.78.05

О. А. Павлова

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

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АНТЕННЫХ ПРИВОДОВ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Приведено описание конструкции планетарно-волнового редуктора антенного привода космического аппарата, указаны достоинства предлагаемого редуктора в сравнении с применяемыми зубчатыми планетарными и волновыми редукторами.

В последнее время стремительно развивается космические аппараты (КА). Повышаются их энергооборужённость (увеличение количества каналов приемно-передающей аппаратуры и мощности полезного сигнала) и функциональные возможности КА-увеличение точности передачи сигнала потребителю с наземного объекта, как неподвижному, так и подвижному.

Обеспечение точности зависит от точного наведения приемно-передающих антенн. Наведение и ориентация антенн осуществляется электро-механическими устройствами исполнительной автоматики. Точность позиционирования напрямую зависит от параметров механизмов поворота, в состав которых входит редуктор. При выборе редуктора важны такие параметры как: передаточное отношение, КПД, габариты, момент на выходном валу, люфт или мертвый ход, угловая жесткость. Разработана конструкция планетарно-волнового редуктора, в котором рационально сочетаются достоинства и компенсируются недостатки волновых и планетарных редукторов.

Планетарно-волновой редуктор содержит ведущий и ведомый валы, неподвижное центральное колесо,

водило с тремя сателлитами, установленными под равными углами, относительно общей геометрической оси вращения сателлитов, соединенных с водилом.

В данной конструкции редуктора одновременно в зацеплении участвуют 3 сателлита, соответственно коэффициент перекрытия равен 3, что позволяет передавать большие крутящие моменты, чем зубчатые передачи.

Передача крутящего момента осуществляется через тела качения.

Особое достоинство - высокая износостойкость передачи из-за отсутствия в ней трения скольжения, поскольку фактически передача представляет собой подшипник с волнообразной беговой дорожкой.

Передача отличается тем, что, с целью повышения КПД, ресурса и жесткости, сателлиты выполнены двухступенчатыми.

Внешние ступени сателлитов имеет полусферические углубления и контактирует с неподвижным центральным колесом посредством шариков, расположенных в углублениях основания. Внутренняя ступень контактирует с выходным валом, также посредством шариков.

Планетарно-волновая передача отличается тем, что, с целью передачи более высокого крутящего момента и точности передачи крутящий момент передается через тела качения. За счет того, что шарики в лунках совершают только вращательное движение,

снижены биения передачи, а соответственно и шум при работе.

На конструкцию редуктора подана заявка на изобретение.

© Павлова О. А. 2014

УДК 62.347

В. С. Семенов, А. В. Бейльман
 Научный руководитель – А. А. Фадеев
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ «МОТОР–РЕДУКТОР–ГЕНЕРАТОР»

Представлено направление решения научно-технической задачи разработки привода работающего в широких диапазонах изменения скорости вращения и нагрузок и приведены особенности проектного расчета «мотор–редуктора–генератора».

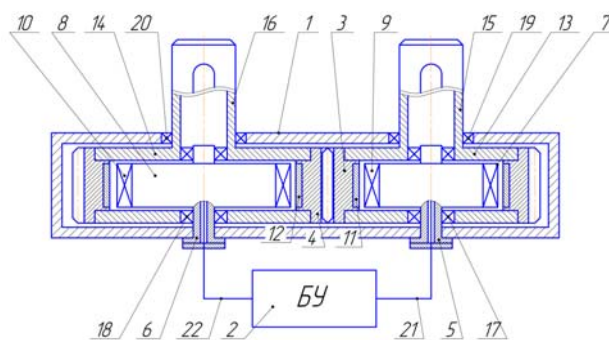
На сегодняшний день практически вся производственная деятельность человечества базируется на преобразовании электрической энергии в энергию механическую. Электромеханические системы [1] занимают центральное место в подавляющем большинстве технических систем. Основная определяющая их функция – преобразование электрической энергии в управляемую механическую, что обеспечивает возможность регулирования параметров механического движения объектов управления (скорость, ускорение, угловое или линейное перемещение, сила, момент и др.).

В настоящее время для аккумуляции энергии все еще широко используются различного типа электрохимические накопители, которым присущи свои недостатки, среди которых можно выделить недолговечность. Поэтому очень важно найти альтернативу таким накопителям, которые отвечали бы определенным требованиям – это долговечность, надежность, габариты. Одним из них может стать механический накопитель на базе маховика [2], совмещенный с электрической машиной, работающей и как двигатель, и как генератор. Такое устройство способно как запасать и хранить механическую энергию, но также и преобразовывать и отдавать ее в форме электрической энергии для дальнейшего использования. Запасается, как правило, кинетическая энергия вращательного движения маховика, который при заряде электромеханического накопителя раскручивается от источника механической энергии. При разряде запасенная механическая энергия преобразуется в электрическую с помощью электродвигателя, работающего в режиме генератора. Получается, что электромеханический накопитель состоит из трех конструктивно объединенных частей – маховика, электродвигателя и генератора.

Предлагаемая нами конструкция мотор-редуктора-генератора (МРГ) представляет собой электродвигатель и редуктор, соединенные в единый агрегат. В зависимости от варианта включения (поддачи) управляющего сигнала на обмотки статора, может работать

в режимах редуцирования, мультиплицирования и рекуперации при торможении.

Мотор-редуктор-генератор (см. рисунок) включает: корпус 1, блок управления 2, зубчатые полые шестерни 3 и колесо 4, внутри которых на полых осях 5, 6, закреплённых на корпусе 1 установлены статоры 7, 8 с обмотками 9, 10, на внутренней поверхности шестерни 3 и колеса 4 расположены постоянные магниты 11, 12, на торцах шестерни 3 и колеса 4 закреплены дисковые ступицы 13, 14, которые за счёт пар подшипников 17, 18 вращаются относительно осей 5, 6. Каждая пара ступиц имеет один полый вал 15, 16, которые благодаря подшипникам 19, 20 совместно с шестерней 3 и колесом 4 вращаются относительно корпуса 1. Блок управления 2 с помощью проводов 21, 22 соединен с обмотками статора через отверстия в осях 5, 6.



Мотор-редуктор-генератор

МРГ работает следующим образом: режиме редуцирования – при подаче напряжения от блока управления на обмотку статора возникает электромагнитное поле, которое взаимодействует с постоянными магнитами и создает вращающий электромагнитный момент, который приводит в движение шестерню. Под действием окружной силы происходит передача крутящего момента на колесо. При подаче напряжения от блока управления дополнительно на обмотку

статора колеса возникающее электродинамическое усилие приводит к увеличению крутящего момента на валу.

К главным характеристикам мотор-генератора [3] относятся: номинальная мощность электрической машины; номинальная частота вращения; номинальное напряжение; число пар полюсов. В зависимости от требуемых главных характеристик, расчет начинаем с определения главных размеров: внутреннего диаметра статора и расчетной длины воздушного зазора.

Основными критериями работоспособности зубчатой передачи являются износостойкость активных поверхностей зубьев и их изгибная и контактная прочность. Определение геометрических размеров зубчатых шестерни и колеса, а в последствии и валов производится в зависимости от крутящего момента создаваемого мотор-генератором.

Особенность проектирования данного устройства заключается в установке мотор-генератора внутри зубчатых колеса и шестерни позволяющей уменьшить габариты устройства, упростить конструкцию и расширить эксплуатационные возможности.

Библиографические ссылки

1. Гуляев И. В. Обобщенная электромеханическая система [Электронный ресурс]. URL: <http://coldrik.k66.ru/ems.htm> (дата обращения: 19.02.2014).
2. Пат. № 2246034 RU, МПК7 F 03 G 3/08. Маховичный накопитель / Н. В. Гуляев. № 2003123507/06; заявл. 05.01.2001; опубл. 10.02.2005. Бюл. № 4. 8 с.
3. Дмитриев В. Н. Проектирование и исследование асинхронных двигателей : учебное пособие. Ульяновск : УлГТУ, 2013. 89 с.

© Семенов В. С., Бейльман А. В., 2014

УДК 621.22.018.8: 532.5.013.12

С. В. Сидоров

Научный руководитель – Т. Т. Ереско

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

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ УЗЛОВ ГИДРОПРИВОДОВ

Приведено описание установок, имеющих упругие, либо перфорированные стенки для испытания отдельных узлов гидроприводов, что позволяет расширить диапазон экспериментальных исследований течений в рабочих каналах и трубопроводах гидроприводов машин.

При испытаниях отдельных систем гидроприводов машин возникает необходимость в создании стабильного распределения давления и поля скоростей движения рабочей жидкости. Особенно это актуально для исследований потерь давления в гидромагистралях, а также в регулирующей гидроаппаратуре при оптимизации формы обтекаемых элементов и запорных поверхностей клапанных устройств от условного прохода и конфигурации сечения каналов во вновь проектируемых гидропневмоударных агрегатах [1] и гидростатических направляющих металлорежущих станков [2; 3].

Это позволяют осуществить установки для проведения гидродинамических испытаний, показанные на рис. 1 и 2.

В установке [4], приведенной на рис. 1 с целью стабилизации потока жидкости при условиях, аналогичных безграничной жидкости, испытательный канал выполнен с упругими стенками с боковыми окнами, при этом упругие стенки испытательного канала расположены внутри герметичной камеры и сопряжены своими торцами с конфуззором, а герметичная камера сообщена посредством пневматической магистрали, снабженной регулирующим вентиляем, с вакуум-насосом.

Принцип работы: основной поток проходит через конфуззор 3, испытательный канал, состоящий из окон 1 и упругих стенок 2, и создает в эжекторе-диффузоре 5 и в камере 4 разрежение. Дополнительное разреже-

ние обеспечивает подключаемый к магистрали 6 с вентилем 7 вакуум-насос. Это позволяет дополнительно регулировать условия течения в испытательном канале.

В установке [5], приведенной на рис. 2 для изменения степени проницаемости испытательного канала, последний выполнен в виде набора перфорированных колец, связанных между собой и конфуззором соединительным устройством.

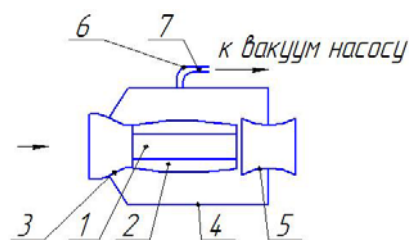


Рис. 1. Схема установки с упругими стенками испытательного канала: 1 – окна; 2 – упругие стенки; 3 – конфуззор; 4 – герметичная камера; 5 – эжектор-диффузор; 6 – магистраль; 7 – вентиль

Принцип работы: основной поток проходит через конфуззор 2, рабочий участок 1 и создает в эжекторе-диффузоре 7 и герметичной камере 6 разрежение, под действием которого возникает перепад гидростатического давления ΔP между испытательным каналом 1 и герметичной камерой 6. Вследствие этого часть ос-

нового потока жидкости перетекает из испытательного канала *l* в герметичную камеру *б* и отсасывается эжектором-диффузором *7*. Дополнительная подача жидкости, осуществляемая через гидравлический контур *8* в герметичную камеру *б*, изменяет перепад давления ΔP и таким образом регулирует количество отсасываемой из испытательного канала жидкости.

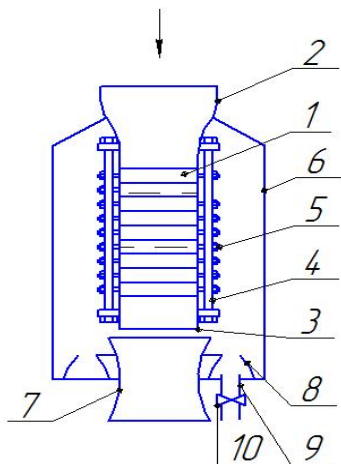


Рис. 2. Схема установки с пронцаемым испытательным каналом: 1 – рабочий участок; 2 – конфузор; 3 – стопорное кольцо; 4 – винты; 5 – стопорные винты; 6 – герметичная камера; 7 – эжектор-диффузор; 8 – гидравлический контур; 9 – магистраль подачи жидкости; 10 – вентиль

Библиографические ссылки

1. Ереско Т. Т., Ереско С. П., Тубольцев А. А., Ереско В. С. Совершенствование гидропневмоударного агрегата на основе имитационного моделирования // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование : научный журнал ИРГУПС. 2011. № 3 (31). С. 50–56.
2. Ереско С. П., Шатохин С. С. Исследование незамкнутой адаптивной гидростатической опоры с независимым плавающим регулятором // Вестник СибГАУ. Вып. 4 (37). 2011. С. 30–34.
3. Ереско С. П., Шатохин С. С. Адаптивные гидростатические опоры с независимыми оппозитными плавающими регуляторами расхода рабочей жидкости // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование : научный журнал ИРГУПС. 2011. № 2 (30), С. 87–90.
4. А. с. № 815555, СССР, МКИ G 01 M 10/00, Рабочий участок гидротрубы для проведения гидродинамических испытаний / С. В. Сидоров, В. К. Витер и В. М. Ивченко. 2784646/ 27-11; Заявлено: 23.06.79; Опул. 23.03.81. Бюл. № 11. 2 с.
5. А. с. № 813162, СССР, МКИ G 01 M 10/00, Рабочий участок гидротрубы для проведения гидродинамических испытаний / В. М. Ивченко, А. П. Кулак, С. В. Сидоров и др. – 2779946/27-11; Заявлено: 14.06.79; Опул. 15.03.81. Бюл. № 10. 3 с.

© Сидоров С. В., 2014

УДК 621.22.018.8 : 532.5.013.12

С. В. Сидоров

Научный руководитель – Т. Т. Ереско
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПАРАМЕТРОВ ГАЗСОДЕРЖАНИЯ ДВУХФАЗНОГО ПОТОКА

Описаны способ и установка для определения размеров газовых включений и их концентрации в зависимости от размеров, которые могут быть использованы в ряде испытаний гидросистем различных машин.

При экспериментальном определении параметров газосодержания двухфазного потока могут быть использованы скоростная видеосъемка и термоанемометрия [1]. Недостатками этих способов является недостаточная точность измерений и ограничения по скорости потока и размерам газовых включений.

Разработан способ определения параметров газосодержания двухфазного потока, основанный на введении в исследуемый поток кавернообразующего тела [2]. Это позволяет повысить точность, упростить процесс, снизить материальные затраты на проведение эксперимента и расширить диапазон измерений параметров газосодержания двухфазного потока. Что актуально для проведения ряда испытаний гидросистем различных машин.

Для определения параметров газосодержания в двухфазный поток последовательно вводят на гидродинамическом ноже кавернообразующие тела и производят измерения длины образованной введенным

телом каверны, затем в однородном потоке создают искусственную каверну путем поддува газа за кавернообразующее тело и измеряют расход газа, необходимый для создания искусственной каверны в потоке той же длины, а концентрацию газа C_i и относительную объемную концентрацию $\bar{C}_i = C_i / C$ газовой фазы в двухфазном потоке находят по уравнению

$$Q_j = \sum_{i=1}^n \delta_{i,j} c_i (2d_i + D_j) V L; \quad j = 1, \dots, n,$$

где $\delta_{i,j} = \begin{cases} 1 & \text{при } i \geq j, \\ 0 & \text{при } i < j \end{cases}$ и $C = \sum_{i=1}^n C_{i,j}$; Q_j – расход

воздуха на образование искусственной каверны за кавернообразующим телом с поперечным размером D_j ; L, D_j – продольный и поперечный размеры кавернообразующего тела; d_i – диаметр газовой фракции в двухфазном потоке, лежащий в диапазоне $D_j \leq d_i < D_{j+1}$; V – скорость набегающего потока.

Наименование	Значения			
Диаметр кавернообразующего тела D_j , мм	0,4	0,8	1,2	1,6
Длина каверны l_j , мм	35	57	14	5
Необходимая величина расхода воздуха для создания каверны той же длины Q_j , л/с	0,02	0,022	0,35	0,005
Концентрация газовой фазы с размерами $D_j \leq d_i < D_{j+1}$ C_i , %	20	40	30	10

Для реализации предлагаемого способа была разработана установка (рис. 1). При определении параметров газосодержания двухфазного потока кавернообразующее тело 1, установленное на державке 2 со шкалой делений, вводят на гидродинамическом ноже 3 в поток, магистраль 4 поддува газа и расходомер 5 используют для подачи и определения расхода воздуха, требуемого для создания искусственной каверны определенной длины в однородном потоке. Это достигается путем открытия напорного крана 6 для подачи воздуха из ресивера 7.

Результаты эксперимента проведенного при скорости потока $V = 8,9$ м/с, приведены в таблице. В качестве кавернообразующих тел использовались кавитаторы длиной $L = 1$ см различного диаметра D_j .

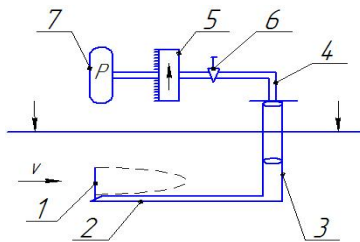


Схема установки по определению параметров газосодержания:

1 – кавитатор; 2 – державка; 3 – нож; 4 – газовая магистраль; 5 – расходомер; 6 – кран; 7 – ресивер

Подставив в уравнение величины Q_j и D_j приведенные в таблице, систему уравнений с неизвестными C_i ($i = 1, 2, 3, 4$) запишем в виде

$$0,54 = 3C_1 + 5C_2 + 7C_3 + 9C_4$$

$$0,33 = 3C_2 + 4C_3 + 5C_4$$

$$0,152 = 1,8C_3 + 2,2C_4$$

$$0,429 = 6C_4$$

В результате решения найдем искомые концентрации $C_1 = 0,02$, $C_2 = 0,04$, $C_3 = 0,03$, $C_4 = 0,01$, суммируя, получим

$$C = \sum_{i=1}^4 C_i = 0,1.$$

В таблице концентрации приведены в процентах

$$\bar{C}_i = C_i / C \cdot 100 \%$$

Библиографические ссылки

1. Данилов И. М. Течения газожидкостных сред с высоким газосодержанием и гетерогенными химическими реакциями : автореф. дис. канд. физ.-мат. наук: 01.02.05. М., 2011. 30 с.
2. А. С. № 1081480, СССР, МКИ G 01 N 15/82, Способ определения параметров газосодержания двухфазного потока / С. Б. Осипенко, Ю. Н. Савченко, С. В. Сидоров и др. 3509537/18-25; Заявлено: 03.11.82; Оpubл. 23.03.84. Бюл. № 11. 3 с.

© Сидоров С. В., 2014

УДК 669.713.7

В. А. Сорокин

Научный руководитель – А. С. Тимохович

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

ГЕНЕРАТОР НА ЭФФЕКТЕ СЕРЛА, ПРИНЦИП РАБОТЫ И КОНСТРУКЦИЯ.

Целью нашей статьи является рассмотрение принципиально нового типа генератора, для работы которого не требуется каких либо затрат, и вывод максимально оптимизированной схемы работы.

Ученые всегда пытаются создать генератор, для работы которого не требуются какие либо ресурсы. Полноценным первооткрывателем в этой области был Никола Тесла, разработавший новый тип электрогенератора, не требующего каких либо затрат топлива, кинетической энергии или чего либо еще. Но к сожалению из-за финансовых проблем эта техническая разработка не только не получила распространения, но и не дожидаясь до нашего времени в виде полноценной схемы.

Данная идея не потеряла интерес, и её реализатором стал Джон Серл, который предложил конструкцию генератора, в котором использовались намагниченные ролики. Серл обнаружил, что если количество роликов, расположенных вокруг, равно некоторому конкретному минимальному числу, то они начинают вращаться самостоятельно, увеличивая скорость до тех пор, пока не придут в динамическое равновесие. Его изобретение открывало дос-

туп к новому, доселе неизвестному способу получения энергии [1].

Рассмотрим работу такого генератора. Если попытаться поднести друг к другу два цилиндрических магнита при одинаковом направлении их полюсов, то они будут отталкиваться. Если же полюса будут разнонаправлены, то такие магниты притянутся друг к другу. Это свойство магнитов и используется в генераторе Серла для удержания цилиндрических магнитов на намагниченной цилиндрической основе.

Схема такого удержания показана на рис. 1.



Рис. 1. Схема удержания роликов намагниченной основой

Поскольку намагниченные ролики отталкиваются друг от друга, то при одинаковой их намагниченности и равномерной намагниченности основы они распределяются по периметру основы на эквидистантных расстояниях (рис. 2).

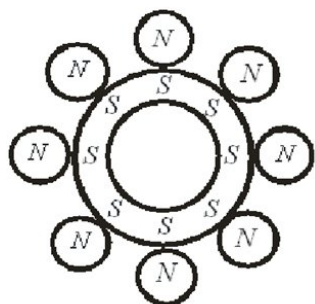


Рис. 2. Схема распределения намагниченных роликов по периметру основы

Если попытаться сдвинуть один ролик по окружности периметра, то сдвинется и все остальные ролики, сохраняя между собой идентичные расстояния. Если попытаться вращать основу, то ролики постепенно последуют за ней, так как между роликами и основой существует, хотя и небольшая, сила вязкого трения. Эта сила связана с тем, что перемещаясь вдоль периметра, намагниченный ролик меняет магнитную индукцию в основе в окрестности своих полюсов. А поскольку процесс намагничивания материала основы имеет петлю гистерезиса, то такой процесс связан с потерей энергии. Если постепенно увеличивая обороты основы, добиться вращения системы как целого, то она будет обладать соответствующим моментом инерции и при качественных подшипниках может вращаться достаточно долго.

Чтобы превратить такую систему в генератор электродвижущей силы (ЭДС), в генераторе Серла используется тот же принцип, что и в обычных гене-

раторах. На рис. 3 представлена схема съема ЭДС в генераторе Серла.

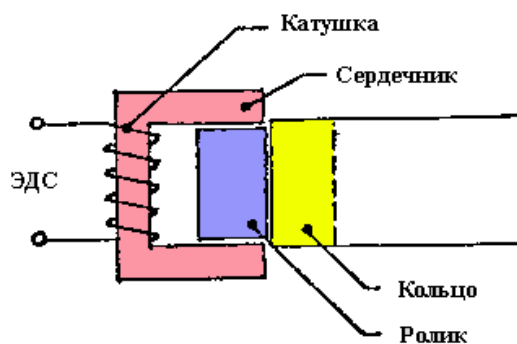


Рис. 3. Схема съема ЭДС

Ролики, вращаясь совместно с основой, проходят через зазоры яма, выполненного из магнитного материала. Это приводит к тому, что в катушках, намотанных на яме индуцируется эдс, которую можно снимать с клемм, к которым присоединены концы катушек.

Более сложная конфигурация может быть образована путем добавления дополнительных секций, состоящих из основного кольца и соответствующих роликов как показано на (рис. 4).

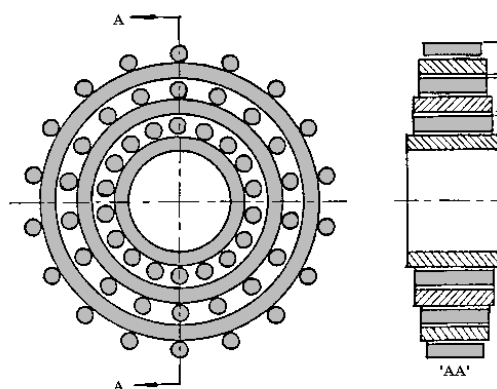


Рис. 4. Классическая схема современного трехуровневого генератора на Селф-эффекте

Такая конфигурация повышает вырабатываемую мощность, но более требовательна к точности сооружения.

Если бы такая разработка получила распространение и, используя современные нанотехнологии в машиностроении, то вполне возможно, что на сегодняшний день генератор Серла существовал бы в идеальном виде, и его можно было назвать вечным двигателем, что значительно изменило современную технику, в том числе космические станции, самолеты и прочую аэрокосмическую технику.

Библиографическая ссылка

1. Джон Серл и его «НЛО» // URL: <http://www.nikola-tesla.ru/dzhon-serl-i-ego-nlo/> (дата обращения: 14.03.2014).

УДК 621.357

Н. М. Арсланов
Научный руководитель – И. Я. Шестаков
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ЭЛЕКТРОАКТИВАЦИЯ ВОДЫ

Описываются свойства и назначения электроактивированной воды на бытовом и промышленном уровне. Также в работе представлен расчет водородного баланса.

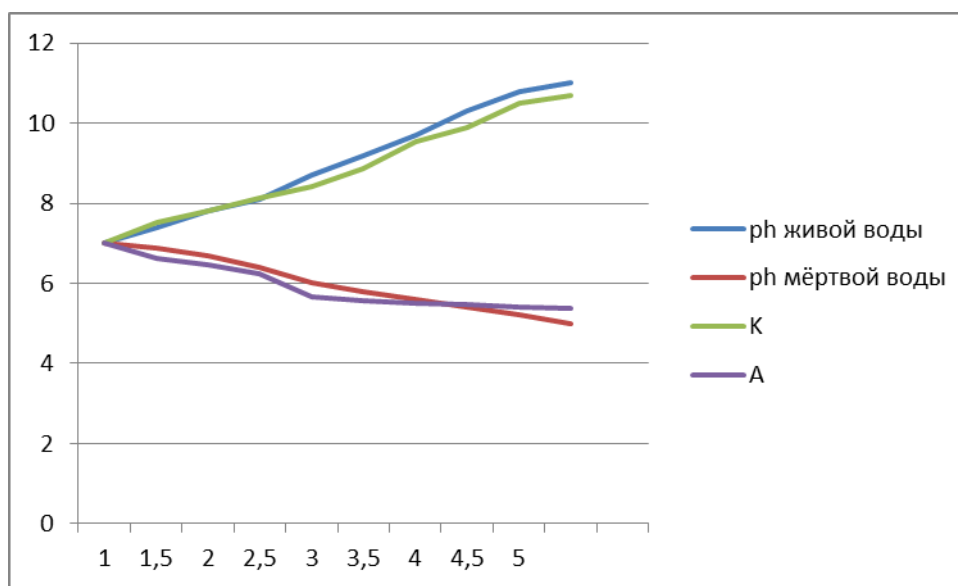
Скорее всего, первый электролизер сконструировала природа: удивительные свойства различных лечебных вод были известны уже в глубокой древности. Возникновение такого геодезического электролизера вполне возможно при наличии в земле минеральных пород, являющихся прообразом анода и катода и обладающих свойствами легко отдавать или получать электроны. Лечебные свойства живой и мертвой воды были открыты случайно, и не медиками, а газовиками, и не в лаборатории, а на буровых испытательных вышках Института СредазНииГаз в 1960-х годах.

Электроактивированная вода характеризуется концентрацией водородных ионов и измеряется в единицах рН. Значения этого показателя измеряются в пределах от 0 до 14 единиц. Природная вода, как правило, нейтральна, ее рН = 7,0. Когда значение рН увеличивается от 7 до 14 единиц, вода становится щелочной, тем больше, чем ближе к 14 единицам ее показатель рН. С лечебной целью применяют, как правило, щелочную воду, у которой рН = 8,5–10,5. Для поливки растений; поения домашних животных, домашней птицы рекомендуется использовать живую воду с рН = 7,5–8,5. Если рН менее 7,0 то такая вода имеет кислотные свойства и чем этот показатель бли-

же к 0, тем более ярко выраженные эти свойства. Для лечебных целей обычно хватает воды с показателем рН = 2,5–4,0. Для дезинфекции используют мертвую воду с показателем рН = 1,5–2,0.

Отличие рН от требуемого на 0,3–0,5 единицы не существенно. Кроме водородного показателя (рН), решающее значение имеют упомянутые электрические заряды – окислительно-восстановительный потенциал (ОВП). Чем «кислее» анолит, тем больше и его положительный ОВП, который достигает 0,9–1,1 В. Соответственно ОВП щелочной воды достигает минус 0,7–0,9 В. Если в воду добавить кислоты, или щелочи, то она станет кислотной или щелочной. Однако, при этом, она не станет активированной, так как ее начальный ОВП не изменится. Это изменение достигается только в процессе электрохимической активации.

Кислотная вода (анолит, мертвая вода) обладает ярко выраженными бактерицидными свойствами, замедляет биологические процессы в организме, понижает кровяное давление, успокаивает нервную систему, улучшает сон, уменьшает боли в суставах, связанные с отложением солей.



Зависимость рН воды от времени

Она хорошо дезинфицирует полость рта при полоскании, уменьшает кровоточивость десен, постепенно растворяет зубные камни, быстро лечит насморк, понос, успешно борется с грибковыми заболеваниями. Ею можно пользоваться при дезинфекции медицинских инструментов, посуды, перевязочных материалов, белья и одежды, а также различных помещений.

Щелочная вода (католит, живая вода) очень мягкая, своим щелочным вкусом напоминает дождевую воду. Она обладает стимулирующим и тонизирующим действием, ускоряет биопроцессы в организме, способствует лучшему пищеварению и усвоению пищи, улучшает аппетит, плавно повышает кровяное давление, придает энергию и бодрость. Католит – хороший лекарь. Он эффективен при лечении различных ран, начиная от простого раздражения кожи, и, кончая язвами желудка и двенадцатиперстной кишки, пролежнями и трофическими язвами. В этой воде бы-

стро оживают увядшие цветы зеленые овощи, после чего они еще долго сохраняют свежесть.

Для математического расчета водородного показателя используют видоизменённый закон Фарадея:

для катодной среды:

$$C_{\text{OH}^-} = C_{\text{OH}^-}^0 + \eta_{\text{OH}^-}^{\text{кат}} \cdot \frac{I \cdot \tau}{F \cdot V_{\text{кат}}};$$

для анодной среды:

$$C_{\text{H}^+} = C_{\text{H}^+}^0 + \eta_{\text{H}^+}^{\text{анод}} \cdot \frac{I \cdot \tau}{F \cdot V_{\text{анод}}}.$$

Это позволяет нам определить водородный показатель воды не прибегая к эксперименту. На графике ниже это наглядно показано. Также мы можем рассчитать условия для получения воды с уровнем pH, который нам требуется.

© Арсланов Н. М., 2014

УДК 621.3.029.6

Б. А. Беляев^{1,2}, С. А. Ходенков¹, А. С. Бутиков¹, С. В. Ефремова¹, В. В. Храпунова¹

¹Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

²Институт физики имени Л. В. Киренского СО РАН, Красноярск

МИКРОПОЛОСКОВЫЙ ФИЛЬТР НА ДВУХМОДОВЫХ РЕЗОНАТОРАХ*

Разработана конструкция микрополоскового трехзвенного полосно-пропускающего фильтра на двухмодовых резонаторах с расщепленными полосковыми проводниками, реализованная на подложке с большой диэлектрической проницаемостью $\epsilon=80$. Фильтр обладает высокими частотно-селективными свойствами, высокая прямоугольность склонов полосы пропускания обусловлена расположенными рядом с ней полюсами затухания мощности.

При создании и исследовании новых конструкций частотно-селективных СВЧ устройств, в том числе и микрополосковых полосно-пропускающих фильтров, разработчики традиционно стараются увеличить их селективные свойства, повысить технологичность изготовления и уменьшить габариты. Особое внимание в настоящее время уделяется конструкциям фильтров на двухмодовых и многомодовых микрополосковых резонаторах и полосковых резонаторах на подвешенной подложке [1–3]. В таких резонаторах, используя определенную форму полосковых проводников, удается сблизить собственные частоты нижайших двух или более мод колебаний. В результате фильтр на двухмодовых резонаторах имеет порядок, которым, как известно, определяются его частотно-селективные свойства, в два раза превышающий число резонаторов в нем, что позволяет уменьшать габариты устройств без ухудшения их селективных свойств.

В настоящей работе описан микрополосковый трехзвенный полосно-пропускающий фильтр на дву-

модовых расщепленных резонаторах с использованием подложек с высокой диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 80$ и толщиной $h = 1$ мм. Цель его разработки – уменьшение габаритов микрополосковых фильтров и улучшение их селективных свойств.

Рассмотрим конструкцию, обладающую осевой симметрией, реализованную на трех встречно-направленных резонаторах (рис. 1).

Для настройки полосы пропускания, сформированной всеми шестью резонансами необходимо подобрать оптимальное взаимодействие резонаторов в фильтре, при этом ширина и длина расщепленных отрезков крайних резонаторов будет несколько отличаться друг от друга ($w_1 \neq w_2$ и $l_1 \neq l_2$). Также должны отличаться размеры центрального резонатора относительно крайних и дополнительно необходимо его выдвинуть (см. рис. 1).

При настройке фильтра с относительной шириной полосы пропускания $\Delta f/f_0 = 20\%$, его размеры составили в мм: $l = 18,7$, $l_1 = 10,2$, $l_2 = 11,8$, $l_x = 19$, $l_{x1} = 11,8$, $l_c = 6,0$, $w = 3,1$, $w_1 = 0,8$, $w_2 = 1,6$, $w_x = 2,2$, $w_{x1} = 0,8$,

* Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, грант Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук, МК-5942.2014.8 «Исследование и проектирование современных микрополосковых и полосковых устройств частотной селекции, в том числе с использованием активных сред и на основе фотонных кристаллов».

$S = 1,3$, смещение центрального резонатора $x = 1.0$. Рассчитанная с помощью электродинамического численного анализа 3D-моделей АЧХ приведена на рис. 2.

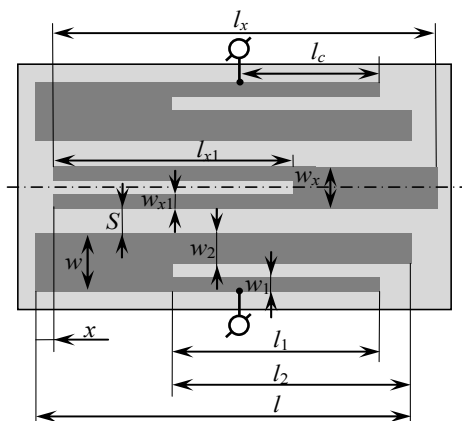


Рис. 1. Топологии трехзвенного полосно-пропускающего фильтра

Как видно из рисунка, на АЧХ рядом с полосой пропускания наблюдаются два полюса затухания СВЧ мощности, которые значительно увеличивают прямоугольность ее низкочастотного и высокочастотного склонов.

Таким образом, разработан на подложке с высокой диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 80$ микрополосковый трехзвенный полосно-пропускающий фильтр с двухмодовыми резонаторами, представляющими собой расщепленные полосковые проводники. Несмотря на то, что фильтр реализован на трех резонаторах, его полосу пропускания формируют шесть резонансов, а высокие частотно-селективные свойства также обусловлены расположенными рядом с полосой пропускания полюсами затухания мощности.

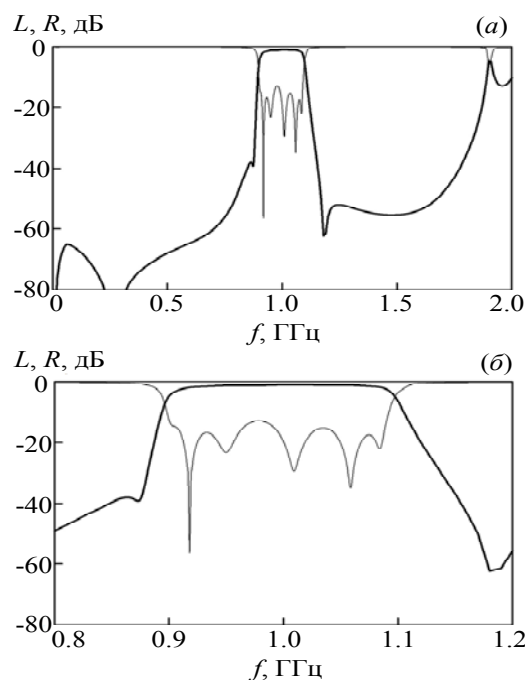


Рис. 2. АЧХ трехзвенного полосно-пропускающего фильтра (а) и ее фрагмент (б)

Библиографические ссылки

1. Belyaev B. A., Leksikov A. A., Serzhantov A. M., Tyurnev V. V. // Progress In Electromagnetics Research Letters. 2011. Vol. 25. P. 57–66.
2. Бальва Я. Ф., Беляев Б. А., Ходенков С. А. // Изв. вузов. Физика. 2012. Т. 55. № 8/3. С. 153–156.
3. Александровский А. А., Беляев Б. А., Лексиков А. А. // РЭ. 2003. Т. 48. №4. С. 398–405.

© Беляев Б. А., Ходенков С. А., Бутиков А. С., Ефремова С. В., Храпунова В. В., 2014

УДК 621.3.029.6

Б. А. Беляев^{1,2}, С. А. Ходенков¹, С. В. Ефремова¹, В. В. Храпунова¹

¹Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

²Институт физики имени Л. В. Киренского СО РАН, Красноярск

ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЕ ФИЛЬТРЫ НА ДВУМЕРНЫХ МИКРОПОЛОСКОВЫХ СТРУКТУРАХ*

Исследованы конструкции перестраиваемых полосно-пропускающих фильтров на двумерных микрополосковых структурах. При подаче сигнала на такие конструкции со смежным или диагональным подключением фазовращателей, можно реализовать перестраиваемые фильтры с различными частотно-селективными характеристиками.

* Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, грант Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук, МК-5942.2014.8 «Исследование и проектирование современных микрополосковых и полосковых устройств частотной селекции, в том числе с использованием активных сред и на основе фотонных кристаллов».

При создании новых частотно-селективных СВЧ устройств, в том числе и перестраиваемых фильтров, разработчики все больше внимания уделяют поиску новых подходов для реализации конструкций с улучшенными характеристиками. В настоящее время большой интерес вызывают многомерные структуры [1; 2], в этом случае, можно задействовать большее число рабочих мод колебаний резонаторов. Однако высокая сложность проектирования таких конструкций и снижение технологичности пока ограничивают их широкое распространение в СВЧ-технике.

Рассмотрим периодическую по двум координатам структуру из микрополосковых колец-резонаторов равных размеров, расположенных на подложке с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 80$ и толщиной $h = 1$ мм (рис. 1 а, б). Длина (высота) полоскового проводника кольца – 22,70 мм, его ширина – 0,36 мм.

Входная и выходная линии передачи с волновым сопротивлением 50Ω подключены кондуктивно к крайним кольцам-резонаторам первой цепочки. Сигнал на каждую последующую цепочку подается и снимается с нее со сдвигом фазы φ , набегаемым на

отрезках линий передачи, также имеющих 50Ω -ое волновое сопротивление.

Так видно из рисунка 1в для структуры размерностью 2×2 при $\varphi \neq 0$, возникают новые резонансы, положение которых зависит сдвига фазы φ . При этом в низкочастотной полосе заграждения возникает узкая полоса пропускания ($\Delta f/f_0 \approx 7\%$), которая с увеличением φ монотонно понижается. По существу такое устройство может служить перестраиваемым фильтром. При увеличении размерности структуры до 3×3 , появляются уже две расположенные рядом узкие полосы пропускания (рис. 1, з). Стоит отметить, что при отсутствии сдвига фазы ($\varphi = 0$), частота первой полосы пропускания $f_0 = 0.5$ ГГц.

При диагональном подключении фазовращателей (рис. 2, а, б), на АЧХ рядом с полосами пропускания наблюдаются полюса затухания, значительно увеличивающие прямоугльность последних. Однако настроить структуру размерностью 3×3 так, чтобы две расположенные рядом полосы пропускания обладали высокими характеристиками затруднительно.

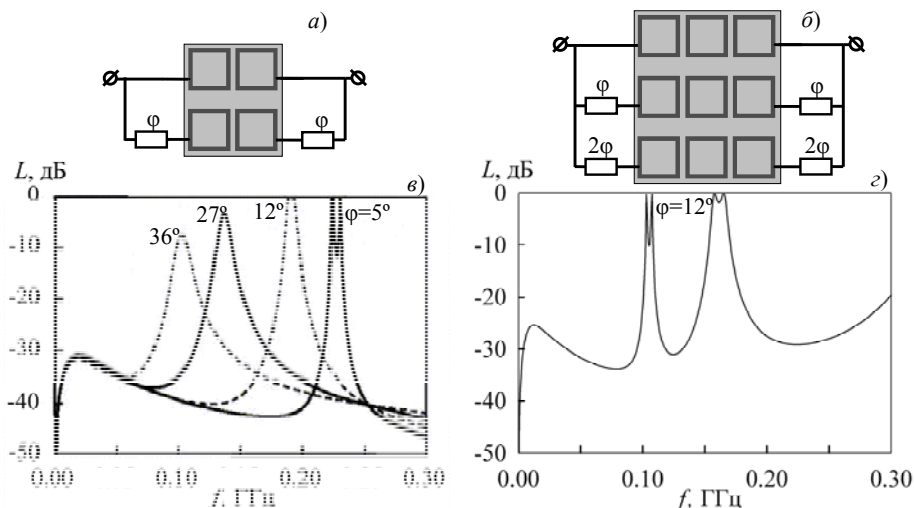


Рис. 1. Схематические изображения двумерных микрополосковых структур размерностью 2×2 (а) и 3×3 (б) со смежным подключением фазовращателей и их АЧХ (в, з) соответственно

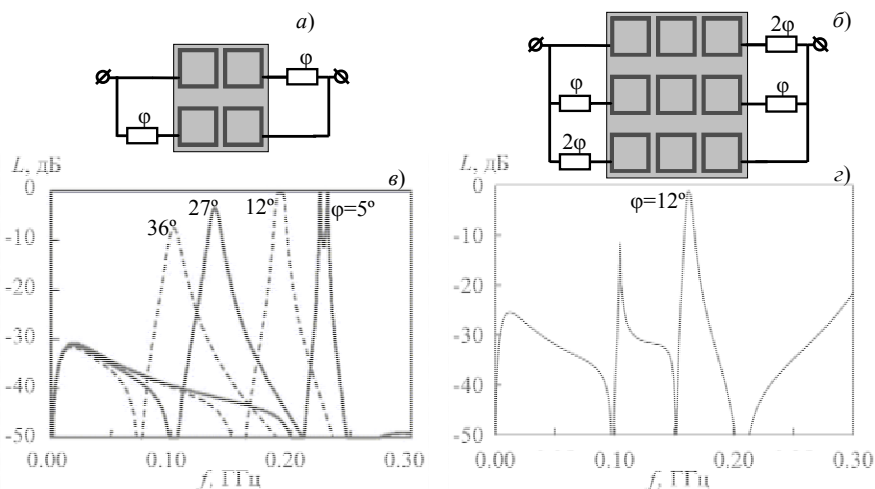


Рис. 2. Схематические изображения двумерных микрополосковых структур размерностью 2×2 (а) и 3×3 (б) с диагональным подключением фазовращателей и их АЧХ (в, з) соответственно

Таким образом, исследованы перестраиваемые полосно-пропускающие фильтры на двумерных микрополосковых структурах с резонаторами-кольцами. При подаче сигнала на структуру размерностью 2×2 с диагональным подключением фазовращателей, можно реализовать фильтр с высокими частотно-селективными свойствами за счет расположения рядом с перестраиваемой полосой пропускания полюсов затухания мощности.

Библиографические ссылки

1. Басанов Б. В., Ветлужский А. Ю. Исследование волноводных структур на основе двумерных фотонных кристаллов // Письма в ЖТФ. 2008. Т. 34. Вып. 13. С. 1–7.
2. Басанов Б. В., Ветлужский А. Ю. Исследование волноводов на основе двумерного фотонного кристалла, образованного круговыми металлическими цилиндрами // Изв. вузов. Физика. 2008. Т. 51. С. 142–145.

© Беляев Б. А., Ходенков С. А., Ефремова С. В., Храпунова В. В., 2014

УДК 629.7

О. В. Пастушенко

ОАО «Информационные спутниковые системы»
имени академика М. Ф. Решетнева, Железногорск
Научный руководитель – *А. А. Носенков*
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

О ПРОБЛЕМЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕПЛО ВАКУУМНЫХ ИСПЫТАНИЙ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ СВЯЗИ

Изложено авторское представление проблемы моделирования тепловакуумных испытаний космических аппаратов связи, создаваемых ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнёва», выполняемых с целью проверки соответствия тепловых режимов бортовых систем предъявляемым требованиям, а также рассмотрено решение затронутой проблемы путем математизации моделирования основных этапов процесса выполнения этих испытаний.

Космические аппараты связи (КАС) как представители современной космической техники на этапе производства подвергается тепловакуумным испытаниям (ТВИ), позволяющим убедиться в полноценности параметров теплового режима бортовых систем, являющегося одним из основных факторов обеспечения надежности их работы на орбите [1; 2].

Однако этот вид испытаний выполняется в условиях воздействия ряда производственно-технических факторов, негативно влияющих на уровень их эффективности, из-за большого объема выполняемых работ.

К таким факторам относятся: ресурсоёмкий процесс формирования контролируемого теплового режима; априорные экспериментальные исследования каждого летного образца КАС; наличие сопутствующих, например электрических, испытаний.

Для снижения влияния этих факторов традиционно использовалось физическое моделирование [3]. Однако его возможности оказались недостаточными для эффективного выполнения ТВИ рассматриваемого класса автоматических космических аппаратов, конструктивно состоящих из унифицированной (платформы – совокупности служебных систем) и оригинальной (аппаратуры целевого назначения) частей.

Использование физико-математического подхода в моделировании позволяет сократить объём работ,

выполняемых при ТВИ. При этом физическое моделирование ТВИ унифицированной части КАС при этом признается целесообразным только на стадии испытаний первого лётного образца КАС, а испытания последующих лётных образцов строятся на основе значительно менее ресурсоёмкого математического моделирования, причем не только собственно процесса ТВИ, но и КАС, как объекта этих испытаний.

В докладе основным разделам изложенных тезисов дана более подробная интерпретация.

Библиографические ссылки

1. Технология производства КА / Н. А. Тестоедов, А. Е. Михеев, В. В. Двирный и др. ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2009. 352 с.
2. Андрейчук О. Б., Малахов Н. Н. Тепловые испытания космических аппаратов : монография. М. : Машиностроение, 1982. 143 с.
3. Моделирование тепловакуумных режимов космического аппарата и окружающей среды / Л. В. Козлов, М. Д. Нусинов и др. / под ред. Г. И. Петрова. М. : Машиностроение, 1971. 382 с.

© Пастушенко О. В., 2014

УДК 519.68

В. И. Смирнова
Научный руководитель – А. А. Носенков
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

О ПРОБЛЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА И ЭФФЕКТИВНОСТИ СЛОЖНЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Рассматривается актуальная задача обеспечения качества и эффективности телекоммуникационных систем, построенных на основе орбитальных группировок космических аппаратов связи (КАС). Предложен один из возможных путей её решения, предусматривающий совершенствование процесса управления КАС.

Одна из закономерностей развития техники заключается, как известно, в постоянном её усложнении [1]. При этом, естественно, даёт о себе знать дежурная проблема обеспечения качества и эффективности усложняемых технических систем [2].

Цель доклада – изложить авторскую версию затронутой проблемы в отношении современных телекоммуникационных систем (ТКС) и дать соответствующие рекомендации в части её преодоления.

Следует отметить, что ТКС зародились после изобретения радио и, удовлетворяя тенденционно возрастающие информационные потребности человечества, стали стремительно развиваться и приобретать всё более масштабный (по протяжённости и обслуживаемой территории) характер, используя новейшие достижения науки и инженерии. Во второй половине прошлого века самым значимым таким достижением стало практическое освоение космического пространства, позволившее реально приступить к созданию телекоммуникаций в виде космических систем связи (КСС), которые сразу же зарекомендовали себя как межконтинентальные и глобальные ТКС [3–5].

Невиданная ранее сложность таких ТКС, по сравнению с весьма громоздкими, но аппаратурно более простыми ТКС наземного типа, с лихвой оправдывается высокими значениями критериев их качества, основными из которых являются производительность, надёжность, безопасность и управляемость [6]. Правда, наивысшие значения этих критериев, как будет показано ниже, могут быть достигнуты при условии, что бортовой комплекс управления (БКУ) КАС оборудован бортовой цифровой вычислительной машиной (БЦВМ).

Так, повышенная производительность КСС объясняется самой спецификой космических систем, не требующих создания громоздкого комплекса наземных средств между корреспондентами, если они к тому же весьма разнесены территориально. Наличие БЦВМ позволяет оперативно осуществлять контроль информационных процессов и принимать соответствующие меры по его результатам, если они необходимы.

Этими же обстоятельствами объясняется и повышенная надёжность КСС по критериям готовности и безотказности, хотя последний критерий закладывается, как это безусловно принято в космическом аппаратостроении, на этапе создания КАС путём подбора наиболее безотказных комплектующих элементов и осуществления различного рода резервирования.

Что касается безопасности, то она обеспечивается тем, что КСС наименее доступны для внешних несанкционированных проникновений в информационные процессы.

Повышенная управляемость КСС осуществляется главным образом за счёт БЦВМ, позволяющих реализовывать даже сравнительно сложные алгоритмы управления.

Эффективность является важнейшей и наиболее общей характеристикой техники, достаточно полно отражающей степень ее совершенства [2]. А поскольку КСС несравненно совершеннее, судя даже по приведённым выше критериям качества, телекоммуникаций некосмического исполнения, первые значительно эффективнее вторых. К такому же выводу легко можно прийти и с позиции толкования эффективности технических систем как степени соответствия их своему назначению [2]. Ведь вполне понятно, что каждая КСС просто обязана наиболее полно соответствовать своему назначению, поскольку на её создание и эксплуатацию тратятся огромные средства. Если такого соответствия нет, то это означает, что по данной КСС где-то допущена серьёзная ошибка, причины которой должны быть выявлены с принятием мер по недопущению их впредь.

Всё сказанное, разумеется, не означает, что высокая эффективность КСС – вещь непререкаемая. Каждая даже самая совершенная система склонна к устареванию. Поэтому необходимо своевременно выполнять поиск новых решений проблемы обеспечения качества и эффективности КСС и им подобных систем.

Такое решение потенциально просматривается, например, в возможности использования положений новой научной дисциплины – теории технической совместимости, утверждающей, что в первооснове качества и эффективности техники лежит обеспечение различного рода совместимости, в совокупном или индивидуальном её проявлении [7]. Так, для КСС, орбитальный сегмент которой состоит из двух и более КАС, оборудованных БЦВМ, дальнейшее повышение качества и эффективности может быть достигнуто за счёт повышения их функциональной совместимости (ФС), трактуемой как пригодность изделий к совместному взаимодействию по видам функций, значениям параметров и эксплуатационным характеристикам [8].

Для достижения максимальной межаппаратной ФС орбитального сегмента КСС необходимо в БЦВМ каждого КАС закладывать всю контрольную и про-

граммную информацию, позволяющую осуществлять, в случае необходимости, путём радиообмена взаимную помощь в части управления и поддержания их работоспособности. Осуществлённая таким образом ФС обеспечивает живучесть орбитальной группировки КАС, значительно повышая тем самым качество и эффективность КСС в целом.

При устном изложении материалов доклада часть его тезисов получила более подробную интерпретацию.

Библиографические ссылки

1. Мелешенко Ю. С. Техника и закономерности её развития. Л. : Лениздат, 1970. 246 с.
2. Ильичёв А. В. Эффективность проектируемой техники. Основы анализа. М. : Машиностроение, 1991. 336 с.
3. Гэтленд К. Спутниковые связи. М. : Воениздат, 1966. 336 с.

4. Фортушенко А. Д. Основы технического проектирования систем связи через ИСЗ. М. : Связь, 1970. 331 с.

5. Спутниковые системы радиосвязи : учеб. пособие / П. Я. Сивирин, В. Г. Сомов, Н. А. Тестоедов, Г. Г. Назаров, А. В. Кузовников ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2013. 332 с.

6. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации : учебник / под ред. А. П. Пятибрatова. М. : Финансы и статистика, 1998. 340 с.

7. Носенков А. А. Техническая совместимость: практика, наука, проблемы : монография ; СибГАУ. Красноярск, 2005. 136 с.

8. ГОСТ 30709–2002. Техническая совместимость. Термины и определения. Минск : Межгосуд. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2002. 4 с.

© Смирнова В. И., 2014

УДК 347.85(470)

А. С. Стрижнев, В. А. Худеев
 Научный руководитель – *А. Т. Лелеков*
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАЗРАБОТКА ПРИВЯЗНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ДЛЯ ОТРАБОТКИ ЗАКОНОВ УПРАВЛЕНИЯ ПО КУРСУ «ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ»

Летательный аппарат, система управления которым вынесена на персональный компьютер под управлением ПО LabVIEW позволяет легко задавать и отлаживать любой закон управления.

Для повышения качества инженерной подготовки студентов необходимо широкое использование учебно-методического оборудования, позволяющего студенту самостоятельно решать конструкторские задачи, проводить эксперименты и сравнивать проектные решения с реально получившимися [1]. Базовая специальность «Системы управления летательными аппаратами» требует от выпускника комплексных знаний в области аэродинамики, электроники, программирования, теории автоматического управления, механики полета летательных аппаратов (ЛА). Решение этой задачи, по мнению авторов, заключается в создании комплекса курсовых и лабораторных работ, связанных с работой с реальным малым ЛА. Результатом является не только закрепление теоретических знаний, но и наглядная демонстрация того, насколько поведение реального объекта может отличаться от его математической модели. ЛА можно использовать в качестве материальной базы для изучения микроэлектромеханических систем (МЭМС), разработки алгоритмов обработки информации с МЭМС датчиков по курсу «Управляющие ЭВМ и комплексы», а так же непосредственно отрабатывать различные законы управления по курсам «Проектирование систем управления ЛА» и «Спец. главы ТАУ».

Разработан привязной ЛА в виде гибрида воздушного змея и планера, органы управления которого

предназначены для изменения углов крена, рыскания и тангажа. В качестве ЛА был выбран воздушный змей ромбовидной формы. Главные диагонали ромба выполнены из алюминиевых трубок длиной 1 м и 1,5 м, склеенных и связанных нитью между собой, что образует каркас. Плоскость змея сделана из плотной ткани, натянутой на каркас. Хвост гибрида, заимствован у планера, в виде стабилизатора без кия, расположенного под углом 15° к плоскости змея. Стабилизатор выполнен также из склеенных и связанных между собой трубок размерами 0,15 м и 0,4 м. Плоскость стабилизатора образует склеенная между собой потолочная плитка. К стабилизатору привязан хвост змея из ткани шириной 0,2 м и длиной 3 м. Элероны (рули) прикреплены к стабилизатору. Чертеж ЛА представлен на рис. 1.

Разработано бортовое радио электронное оборудование (БРЭО) для управления приводами рулей, сбора информации с датчиков угловых скоростей и гироскопа, и обмена информацией с LabVIEW по радиоканалу. Основой БРЭО является МК ATmega8A. Обработка информации с датчиков и принятие решения об изменении угла поворота элеронов производится на персональном компьютере в LabVIEW. LabVIEW через преобразователь USB – UART (виртуальный COM – порт) обменивается информацией с радиоприемопередатчиком APC220, который в свою оче-

редь связан по радиоканалу с таким же приемопередатчиком, находящимся на борту ЛА. МК принимает по UART от ПК 2 байта управления сервоприводами. Считывает данные с датчика MPU – 6050 с помощью TWI и отправляет их обратно на ПК. Функциональная схема БРЭО представлена на рис. 2.

Разработан протокол в LabView, исключаящий ошибочное соотношение ожидаемых и принятых данных, т. е. ПК точно «знает» с какого датчика пришли данные. Данные, считанные с MPU – 6050 представляют собой по 16 – разрядному числу с каждого датчика (акселерометры, 3 оси гироскопа, датчик температуры). МК «разбивает» это двухбайтовое число на три байта. Первый байт является старшим и несет признак источника (номер датчика) и четыре бита данных. Остальные два байта несут оставшиеся биты данных. LabVIEW последовательно принимает все байты данных, составляет их обратно в двухбайтовые числа, и соотносит их датчикам согласно признаку.

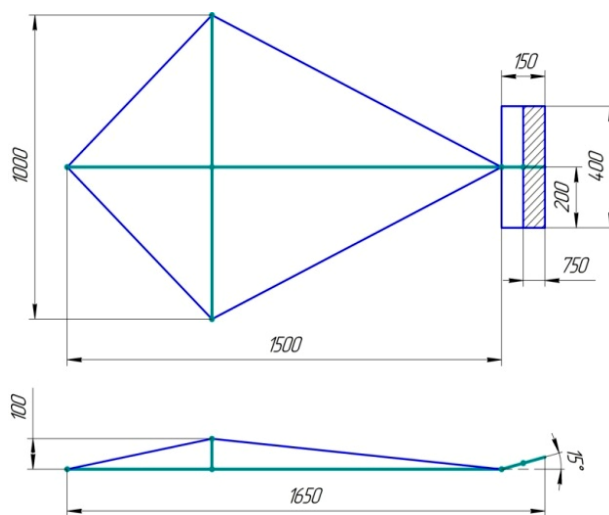


Рис. 1. Чертеж ЛА

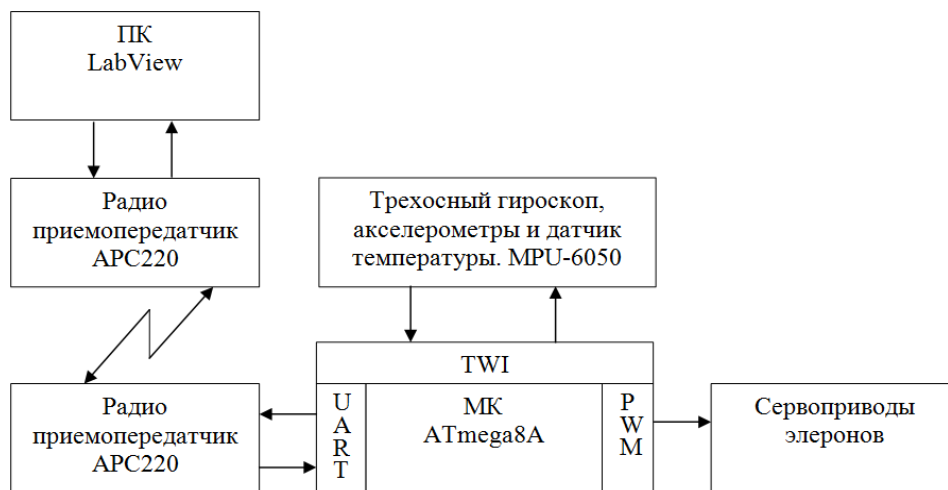


Рис. 2. Функциональная схема БРЭО

Если во время приема произошла ошибка, т. е. пришла «неполная тройка», то данные с соответствующего датчика остаются с предыдущей итерации, остальные заменяются на вновь принятые.

Библиографическая ссылка

1. Гринберг Г. М. Инновационная модель организации курсового проектирования // Инновации в непрерывном образовании. 2011. С. 25–31.

© Стрижнев А. С., Худеев В. А., 2014

УДК 621.3.029.6

С. А. Ходенков¹, Б. А. Беляев^{1,2}, С. В. Ефремова¹, В. В. Храпунова¹

¹Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

²Институт физики имени Л. В. Киренского СО РАН, Красноярск

ФИЛЬТР ВЕРХНИХ ЧАСТОТ НА РЕЗОНАТОРЕ В ФОРМЕ ПРЯМОУГОЛЬНОЙ РАМКИ*

Предложены конструкции микрополосковых фильтров верхних частот на многомодовом резонаторе в форме прямоугольной рамки. Высокие частотно-селективные свойства фильтров обусловлены протяженной высокочастотной полосой пропускания.

Разработчиков частотно-селективных устройств сверхвысоких частот, в том числе и фильтров верхних частот, в последнее время привлекают многомодовые микрополосковые резонаторы [1–3]. Прежде всего, это связано с возможностью существенного уменьшения габаритов устройств за счет снижения количества резонаторов в них, без ухудшения их частотно-селективных свойств.

Полосно-пропускающие фильтры на основе резонатора в форме прямоугольной рамки хорошо известны [4]. Однако на основе такого резонатора можно реализовать не только такие конструкции, но и фильтры верхних частот. Для этого необходимо значительно вытянуть нерегулярную прямоугольную рамку (рис. 1, а). В этом случае высокочастотную полосу пропускания формируют как резонансы бегущей

волны, когда по длине всей рамки укладывается одна полная длина волны, и электромагнитная волна вынуждена циркулировать по замкнутой траектории по часовой и против часовой стрелке, так и нижние резонансы полосковых проводников, протяженных вдоль оси x и оси y .

На рис. 2 представлены АЧХ фильтров верхних частот, рассчитанные в квазистатическом приближении на подложках с диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 2,2$ и толщиной $h = 2$ мм. Фильтры настроены на частоту среза 3 ГГц и имеют одинаковые конструктивные размеры резонатора: $l_1 = 28,55$ мм, $l_2 = 12,62$ мм, $w_1 = 0,40$ мм, $w_2 = 4,56$ мм и $w_3 = 0,15$ мм. Второй фильтр (рис. 1, б) подключен к тракту СВЧ через емкостные элементы $C = 1,44$ пФ.

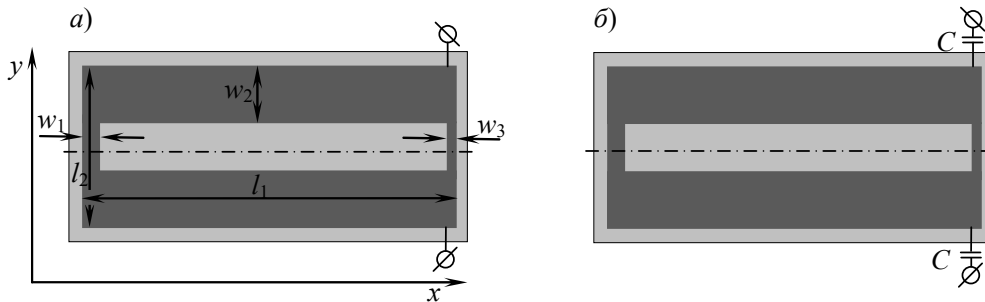


Рис. 1. Схематические изображения топологий фильтров верхних частот.
а – кондуктивное подключение к тракту СВЧ; б – емкостное

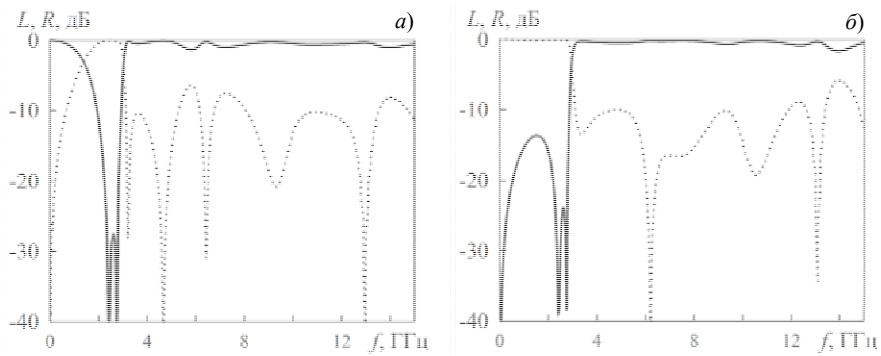


Рис. 2. АЧХ микрополосковых фильтров верхних частот.
а – кондуктивное подключение к тракту СВЧ; б – емкостное

* Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, грант Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук, МК-5942.2014.8 «Исследование и проектирование современных микрополосковых и полосковых устройств частотной селекции, в том числе с использованием активных сред и на основе фотонных кристаллов».

Из рис. 2 видно, фильтры имеют протяженную высокочастотную полосу пропускания, при этом замена кондуктивной связи резонатора с трактом СВЧ на емкостную приводит к существенному подавлению мощности электромагнитных волн на частотах низкочастотной полосы заграждения.

Таким образом, в квазистатическом приближении рассчитаны конструкции микрополосковых фильтров верхних частот на многомодовом резонаторе в форме прямоугольной рамки. Высокие частотно-селективные свойства фильтра с емкостной связью резонатора с трактом СВЧ, обусловлены протяженной высокочастотной полосой пропускания с частотой среза 3 ГГц.

Библиографические ссылки

1. Бальва Я. Ф., Беляев Б. А., Ходенков С. А. Исследование микрополосковых многомодовых резонаторов и конструирование полосно-пропускающих

фильтров на их основе // Изв. вузов. Физика. 2012. Т. 55. № 8/3. С. 153–156.

2. Александровский А. А., Беляев Б. А., Лексиков А. А. Синтез и селективные свойства микрополосковых фильтров на шпильковых резонаторах со шлейфными элементами // Радиотехника и электроника. 2003. Т. 48. № 4. С. 398–405.

3. Беляев Б. А., Довбыш И. А., Лексиков А. А., Тюрнев В. В. Частотно-селективные свойства микрополоскового фильтра на нерегулярных двухмодовых резонаторах // Радиотехника и электроника. 2010. Т. 55. № 6. С. 664–669.

4. Пат. 2475900 Российская Федерация. Микрополосковый полосно-пропускающий фильтр / Б. А. Беляев, С. А. Ходенков ; опубл. 20.02.2013.

© Ходенков С. А., Беляев Б. А., Ефремова С. В., Храпунова В. В., 2014

УДК 62-791.2

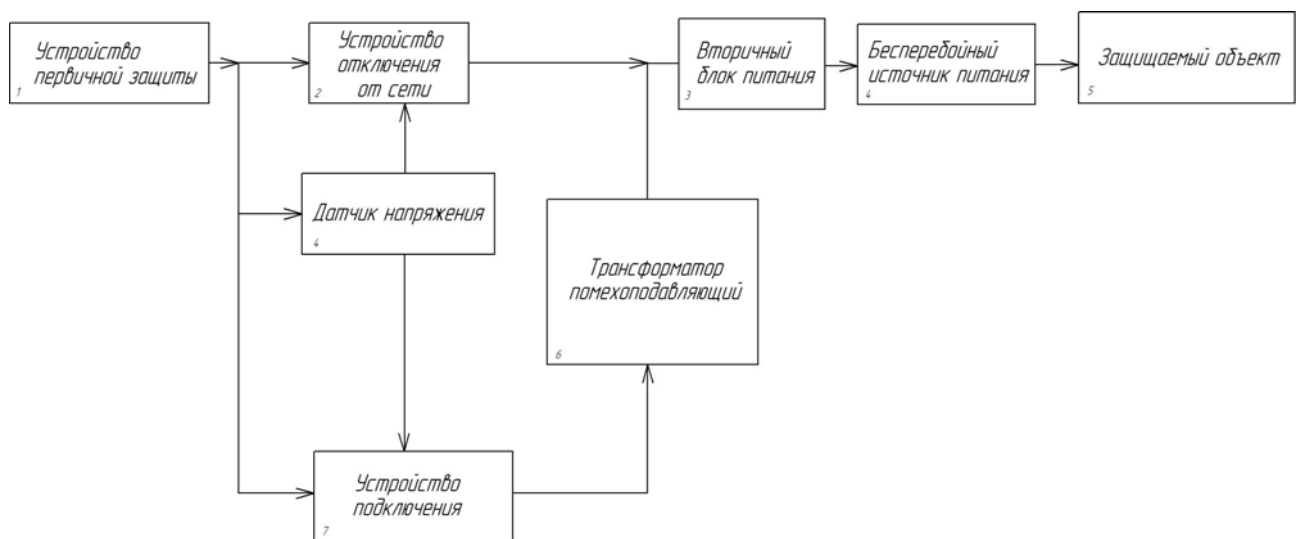
Т. Р. Шаймарданов
 Научный руководитель – *Ф. Р. Исмагилов*
 Уфимский государственный авиационный технический университет, Уфа

СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИМПУЛЬСОВ В СЕТИ

Исследован вопрос защиты от разных средств электромагнитного оружия и разработана схема по контролю и уменьшению таких воздействий с целью обеспечения времени для срабатывания защитных систем и сохранения работоспособности защищаемых устройств.

В современном мире интеграция электротехнических устройств в жизнь людей неоспорима. Поэтому остро стоит вопрос о защите электротехнических устройств от перепадов в сети. Необходимо разделять естественные скачки напряжения в сети и преднамеренные вызванные силовые деструктивные воздействия. Такие воздействия могут применяться для вывода из строя различного оборудования. Актуален вопрос исследования и разработки методов защиты и противодействия этой угрозе. Необходимо смодели-

ровать устройство, которое могло бы защитить от кратковременного импульса с напряжением, превышающего в несколько раз номинальное в 220 В. Основными каналами силового деструктивного воздействия на электронную аппаратуру являются: сети электропитания всех классов напряжения, контрольные кабели и проводные линии связи, компьютерные сети, эфир. Для обеспечения должной защиты необходимо экранирование объектов.



Структурная схема устройства защиты от электромагнитных импульсов в сети

Представленная структурная схема содержит:

устройство первичной защиты, которое обладает длительным временем срабатывания, но поглощает импульсы большой мощности;

устройство отключения и подключения, на которые приходят сигналы о переключении нагрузки на помехоподавляющий трансформатор и обратно;

трансформатор помехоподавляющий выполняет функцию понижения напряжения;

вторичный источник питания обеспечивают подачу заданного напряжения с наименьшими потерями и с нужными выходными характеристиками, выполняя стабилизацию напряжения и защитные функции.

бесперебойный источник питания, который в случае выхода из строя трансформатора из-за подачи больше рассчитанного напряжения обеспечивает надёжную подачу энергии к потребителю.

Трансформатор помехоподавляющий обеспечивает снижение напряжения и является замедляющим средством против электромагнитного импульса. Необходимо экранирование и заземление для нейтрализации электрических зарядов и полей. Смоделированное устройство обеспечивает защиты по напряжению при превышении номинального напряжения (220 В) в несколько раз, что и было оговорено в поставленной задаче. В случае воздействия импульса на порядок превышающего 220 В, то защита уже не в состоянии полностью поглотить импульс. Для этого, в качестве грубой защиты, могут быть использованы разрядники, ограничители напряжения и устройства защиты от импульсных перенапряжений.

© Шаймарданов Т. Р., 2014

УДК 621.372.543.2

В. А. Шокиров, И. В. Юшков

Научный руководитель – *Я. Ф. Бальва*

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

ПОЛОСКОВЫЙ ПОЛОСНО-ПРОПУСКАЮЩИЙ СВЧ-ФИЛЬТР ДЛЯ LTCC

Предложена миниатюрная конструкция полосно-пропускающего фильтра на основе четырехпроводникового полоскового резонатора на трехслойной подвешенной диэлектрической подложке. Фильтр планируется изготавливать по технологии многослойных интегральных схем на основе керамики с низкой температурой отжига (LTCC). Для демонстрации перспективности предложенной конструкции и возможности использования для его изготовления LTCC-технологии изготовлен макет полосно-пропускающего фильтра четвертого порядка.

Как известно, частотные фильтры являются неотъемлемой частью систем радиосвязи. Они в значительной степени определяют не только качество работы таких систем, но также их массогабаритные характеристики. Последний фактор особенно сильно проявляется в комплексах, которые работают в области частот метрового, а также нижней части дециметрового диапазона длин волн, где размеры традиционных резонаторов становятся неприемлемо большими.

На протяжении последних нескольких лет в институте физики имени Л. В. Киренского СО РАН занимались разработкой нового типа полосковых резонаторов на подвешенной подложке, на основе которых можно проектировать малогабаритные фильтры с высокими селективными характеристиками [1; 2]. Такие резонаторы представляют собой систему из металлических проводников, разделенных диэлектрическими слоями, в которых на низжайшей резонансной частоте, когда на длине каждого полоскового проводника укладывается четверть длины волны электромагнитного колебания, все проводники в резонаторе имеют одинаковое распределение высокочастотных токов и напряжений по их длине, т. е. ток в резонаторе поровну делится на все проводники, благодаря чему уменьшаются джоулевы потери в резонаторе. При этом увеличение числа проводников, из которых об-

разован резонатор, приводит к существенному уменьшению его продольных размеров.

Целью данной статьи ставится показать принципиальную возможность реализации фильтров на основе многопроводниковых резонаторов, описанных в [2], с помощью технологии многослойных интегральных схем на основе керамики с низкой температурой отжига (*Low Temperature Cofired Ceramics – LTCC*).

На рис. 1 приведена конструкция полоскового фильтра четвертого порядка, в котором каждый из резонаторов выполнен на трехслойной диэлектрической подложке 1, размещенной посередине между верхней и нижней стенкой металлического корпуса 3. Один под другим на поверхностях слоев диэлектрической подложки располагаются замкнутые одним концом на боковую стенку корпуса полосковые проводники 2. Внешние линии передачи кондуктивно подключаются к крайним резонаторам, расположенным в одной плоскости.

На рис. 2 приведена расчетная АЧХ четырехрезонаторного монолитного фильтра, выполненного на основе материалов, применяемых в LTCC технологии. Конструктивные параметры фильтра были следующими. Материал диэлектрических слоев (керамических листов), заполняющих весь объем фильтра – DuPont 943 Green Tape ($\epsilon = 7,4$, $\text{tg}\delta = 0,0005$) толщиной 46 мкм (между полосковыми проводниками) и 1 мм

(5 листов по 200 мкм между проводниками и экранами). Ширина полосковых проводников 1,25 мм, их длина 4,19 мм, полная длина резонаторов 4,8 мм. Материал проводников – вожженная проводящая паста HF612 на основе Ag толщиной 8 мкм с удельным поверхностным сопротивлением 2 мОм/кв (удельная проводимость порядка $6,2 \cdot 10^7$ См/м). Расстояние между парой внутренних резонаторов 1,063 мм, между парами наружных 0,875 мм. Внутренние размеры фильтра – $9,3 \times 4,8 \times 2,14$ мм³. Аналогичный микрополосковый фильтр имел бы в разы большие размеры.

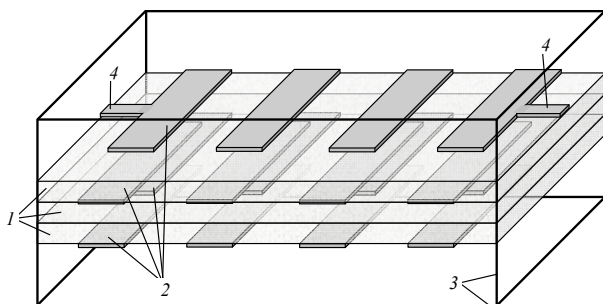


Рис. 1. Конструкция полоскового фильтра четвертого порядка на основе четырехпроводниковых резонаторов: 1 – диэлектрики; 2 – полосковые проводники резонатора; 3 – металлический корпус-экран; 4 – порты фильтра

Фильтр имеет относительную ширину полосы пропускания $\Delta f/f_0 \approx 10\%$ по уровню -3 дБ с центральной частотой $f_0 = 1$ ГГц и полосу заграждения, простирающуюся по уровню -50 дБ до $11f_0$. Минимальные потери в полосе пропускания составляют около $0,7$ дБ.

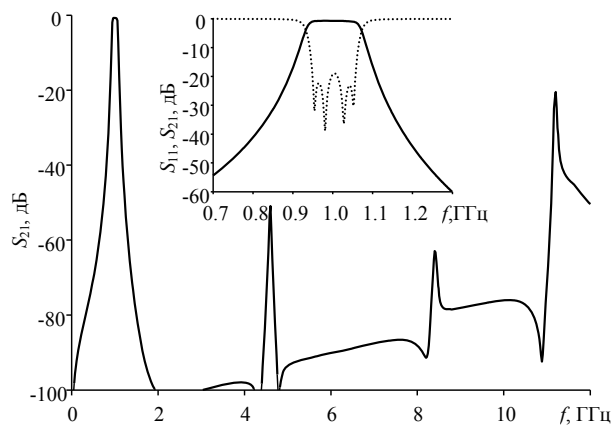


Рис. 2. Рассчитанная частотная характеристика фильтра

Таким образом, в работе предложена миниатюрная конструкция полосно-пропускающего фильтра четвертого порядка на основе четырехпроводникового полоскового резонатора на трехслойной подвешенной подложке, которая может быть выполнена по *LTCC*-технологии, при этом сам фильтр обладает высокими частотно-селективными характеристиками и большей по сравнению с традиционными микрополосковыми фильтрами миниатюрностью.

Библиографические ссылки

1. Беляев Б. А., Лексиков А. А., Сержантов А. М. Полосковый резонатор // Патент РФ №2352032, МПК H01P 1/203, опубл. 10.04.2010, Бюл. № 10.
2. Сержантов А. М., Беляев Б. А., Бальва Я. Ф., Лексиков А. А. Миниатюрный полосковый резонатор // Патент РФ №2470418, ПМК H01P 1/203, опубл. 20.12.2012, Бюл. № 35.

© Шокиров В. А., Юшков И. В., 2014

УДК 004.94

Я. В. Яровая

Научный руководитель – Е. Н. Сухарев

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

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНЫХ ПРИБОРОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИН РАДИОТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Выполнение современных требований к уровню образования должно обеспечиваться современной материальной базой: программно-аппаратными комплексами и учебно-методическими пособиями. Представлен обзор технологии виртуальных приборов как средства для эффективного практического усвоения студентами знаний.

Технология виртуальных приборов объединяет технические средства измерения и управления, компьютерные технологии и прикладное программное обеспечение с целью создания тестовых, измерительных, управляющих и других технических систем, функциональность которых определяется пользователем.

Технология виртуальных приборов позволяет комбинировать операции измерения, автоматизации и

управления. Модульный характер добавляет новые функциональные возможности в систему, обеспечивая гибкость и возможность для модернизации систем. Также технология виртуальных приборов является более экономичной, чем обеспечение учебных лабораторий традиционными средствами измерений. Это определяется тем, что компоненты систем, построенных на основе этой технологии, могут быть

множественно использованы в различных лабораторных практикумах без приобретения дополнительных аппаратных средств и программного обеспечения, например [1].

На рынке технологий виртуальных приборов одна из лидирующих позиции принадлежит корпорации National Instruments (США). Разработкой корпорации является учебная лабораторная станция виртуальных приборов National Instruments Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite II или NI ELVIS II [2].

NI ELVIS II обладает функциональностью комплекта наиболее распространенных лабораторных приборов (осциллограф, мультиметр, генератор сигналов произвольной формы и т. д.) и представляет собой настольную рабочую станцию, макетную плату и виртуальные приборы, разработанные в программной среде LabVIEW.

Одним из значимых разделов при изучении дисциплин радиотехнического профиля является анализ линейных цепей. Выбор линейных цепей обусловлен их широким применением в радиотехнических устройствах – генераторах, усилителях и линиях задержки.

На основе NI ELVIS II авторами разработан лабораторный практикум, в состав которого входит:

– расчёт и измерение характеристик линейных цепей (импульсной и переходной характеристик, АЧХ, ФЧХ);

– исследование преобразования детерминированных сигналов линейными стационарными цепями.

Таким образом, разработанный учебно-методический комплекс по исследованию преобразования сигналов в линейных цепях, на основе программно-аппаратного стенда NI ELVIS II, открывает студентам возможность для более быстрого и эффективного усвоения материала.

Библиографические ссылки

1. Батоврин В. К., Бессонов А. С., Мошкин В. В. LabVIEW. Практикум по аналоговой и цифровой электронике: Лабораторный практикум / Московский гос. ин-т радиотехники, электроники и автоматики. М., 2007. 132 с.

2. Официальный сайт корпорации «National instruments». URL: www.russia.ni.com (дата обращения: 10.03.2014).

© Яровая Я. В., 2014

УДК 621.311.69

М. Н. Волочаев

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

ИМИТАТОР РЕЗИСТИВНОГО ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРЫ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ

Разработано и исследовано устройство имитации температурного датчика аккумуляторной батареи. Рассмотрены вопросы обеспечения требуемых параметров устройства.

Аккумуляторные батареи (АБ) с системой контроля АБ являются одним из основных устройств систем электропитания (СЭП) автономных объектов: космических аппаратов, подводных аппаратов и т. п. Для контроля температуры АБ используются резистивные датчики температуры (ДТ). При испытаниях СЭП широко используются имитаторы электрических характеристик АБ, в состав которых должны входить имитаторы датчиков температуры (ИДТ), необходимые для проверки систем контроля температуры АБ. К ИДТ предъявляются высокие требования. ИДТ должны воспроизводить сопротивление ДТ в диапазоне от 99 до 120 Ом с погрешностью не более 0,3 % и дискретностью не более 0,1 Ом.

Известны имитаторы сопротивлений, выполненные на резистивной матрице (патент РФ № 2393489, № 86729) и цифровые потенциометры, выпускаемые различными фирмами. Недостатком данных устройств при использовании их в качестве ИДТ является большая погрешность, определяемая технологическим разбросом сопротивлений резистивной матрицы.

В работе рассмотрено устройство, позволяющее повысить точность ИДТ за счет использования непрерывного закона регулирования дифференциального

сопротивления полевого транзистора. Функциональная схема ИДТ приведена на рис. 1.

Согласно функциональной схеме значение имитруемого сопротивления определяется выражением:

$$Z_{\text{ДТ}} = \frac{U_3 \cdot R_{\text{ДТ}} \cdot I_{\text{опр}} \cdot K_y \cdot W_{\text{yc}}(s) \cdot W_{\text{ун}}(s) \cdot W_{\text{тр}}(s) + R_{\text{дт}}}{1 + W_{\text{yc}}(s) \cdot W_{\text{ун}}(s) \cdot W_{\text{тр}}(s) \cdot I_{\text{опр}} \cdot K_{\text{ос}}} \approx$$

$$\approx \frac{U_3 \cdot R_{\text{ДТ}} \cdot I_{\text{опр}} \cdot K_y \cdot W_{\text{yc}}(s) \cdot W_{\text{ун}}(s) \cdot W_{\text{тр}}(s)}{W_{\text{yc}}(s) \cdot W_{\text{ун}}(s) \cdot W_{\text{тр}}(s) \cdot I_{\text{опр}} \cdot K_{\text{ос}}} = \frac{U_3 \cdot R_{\text{ДТ}} \cdot K_y}{K_{\text{ос}}}$$

В пакете схемотехнического моделирования была спроектирована P-Spice модель устройства (рис. 2).

Из графиков (рис. 4) переходных процессов выходного напряжения (U_n) при импульсном токе опроса 3 мА и длительностью импульса 200 мкс, полученных в результате моделирования, видно что начало измерения параметров ИДТ следует начинать с задержкой не менее 25 мкс.

С учетом результатов моделирования разработан и исследован экспериментальный образец ИДТ. Переходные процессы (рис. 5) на экспериментальном образце ИДТ измерены при тех же условиях, что и для модели.

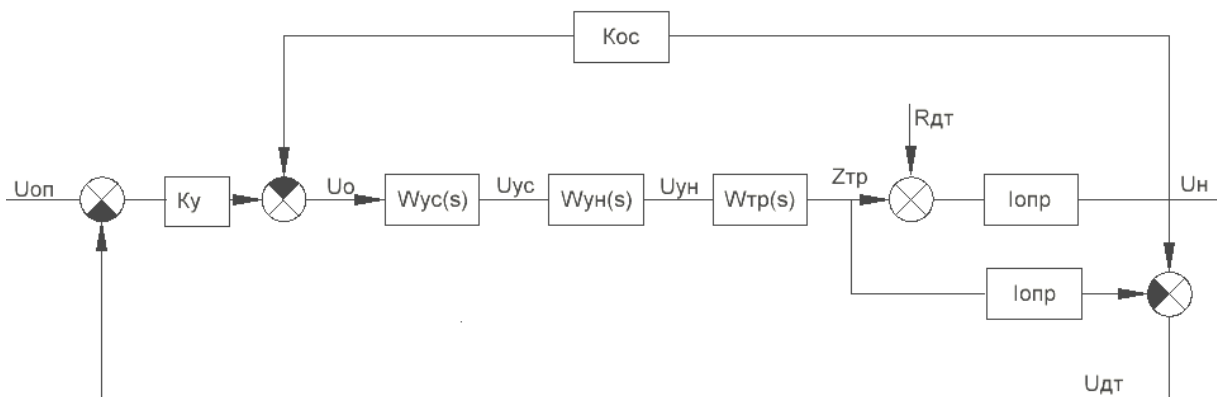


Рис. 1 Функциональная схема ИДТ:

$U_{\text{оп}}$ – опорное напряжение; K_y – коэффициент предусилителя; $W_{\text{yc}}(s)$ – передаточная функция усилителя-сумматора; $W_{\text{ун}}(s)$ – передаточная функция усилителя напряжения; $W_{\text{тр}}(s)$ – передаточная функция транзистора; $R_{\text{дт}}$ – сопротивление датчика тока; $I_{\text{опр}}$ – ток опроса

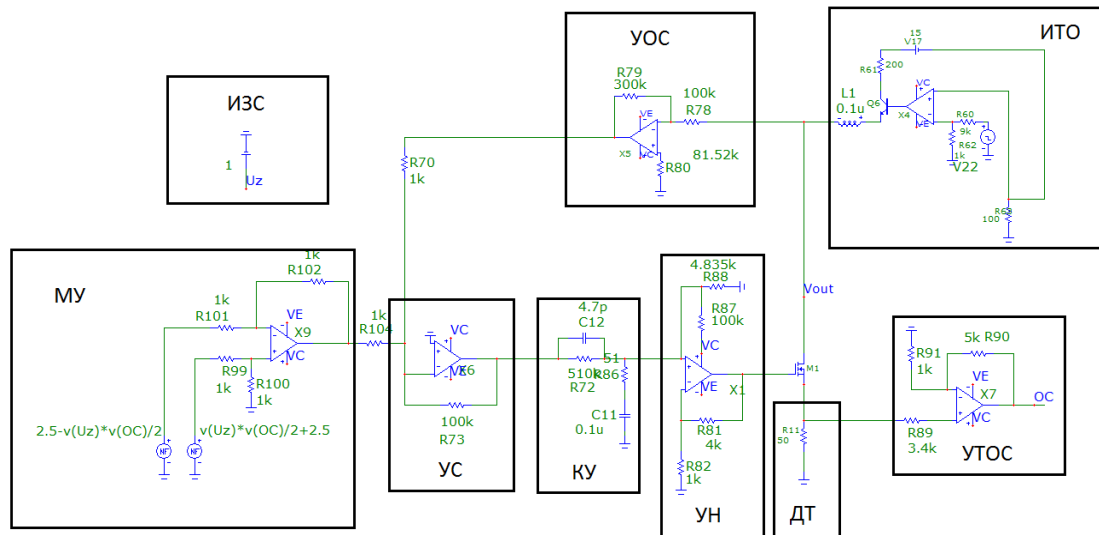


Рис. 3. P-Spice модель ИДТ:

ИЗН – источник задающего напряжения (ЦАП); МУ – множительное устройство;
 УС – усилитель-сумматор; УОС – усилитель обратной связи; УН – усилитель напряжения;
 КУ – корректирующее устройство; ДТ – датчик тока; ИМ – имитируемое сопротивление;
 УТОС – усилитель токовой обратной связи; ИТО – источник тока опроса

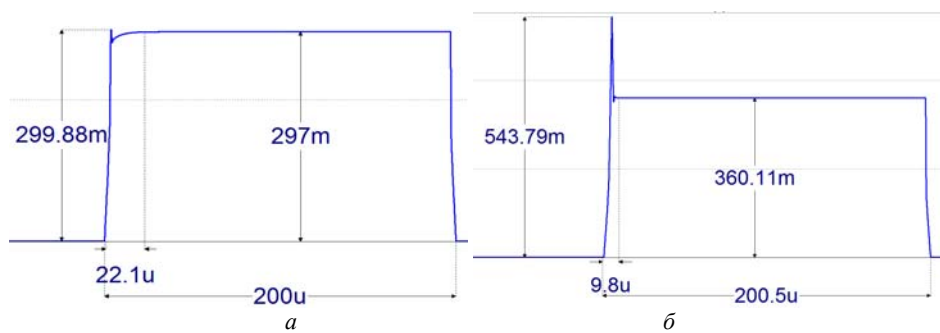


Рис. 4. Переходные процессы выходного напряжения (U_H) при имитируемом сопротивлении 99 Ом (а) и 120 Ом (б), ток опроса 3 мА

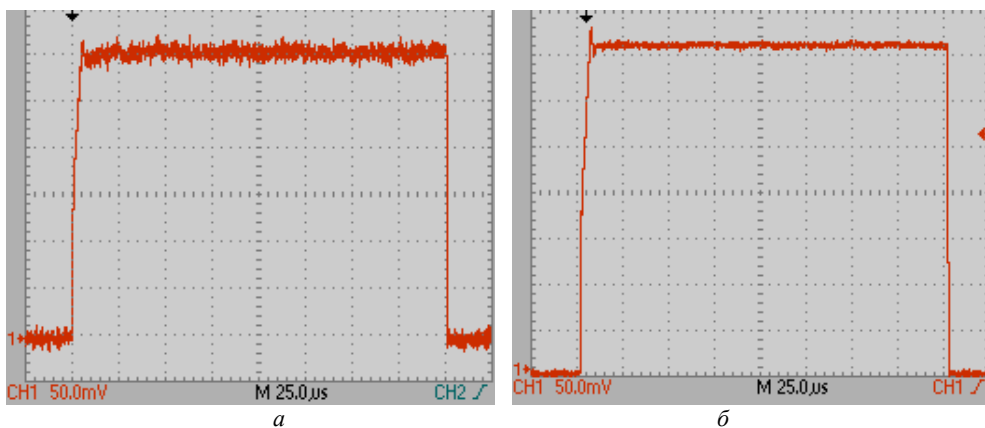


Рис. 5. Переходные процессы выходного напряжения (U_H) при имитируемом сопротивлении 99 Ом (а) и 120 Ом (б), ток опроса 3 мА

Результаты, полученные на экспериментальном образце, хорошо согласуются с результатами моделирования.

УДК 621.311.69

М. В. Голованов, И. В. Пристинский
 Научный руководитель – Е. А. Мизрах
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

**ИССЛЕДОВАНИЕ МОЩНОГО СТАБИЛИЗАТОРА НАПРЯЖЕНИЯ
 С ПАРАЛЛЕЛЬНЫМ ВКЛЮЧЕНИЕМ КАНАЛОВ**

Рассмотрены статические и динамические характеристики мощного непрерывного стабилизатора напряжения.

Мощный стабилизатор напряжения (СН) составляет основу имитатора электрических характеристик системы электропитания космических аппаратов, предназначенного для испытаний электротехнических систем космических аппаратов [3].

К мощному СН предъявляются следующие требования:

- 1) диапазон регулирования выходного напряжения 80–120 В; 2) максимальный ток 80 А; 3) нестабильность выходного напряжения не более 0,5 В; 4) полоса пропускания не менее 100 КГц; 5) активная составляющая выходного импеданса не более 5 мОм; 6) индуктивная составляющая выходного импеданса не более 1 мкГн.

Повышение мощности СН можно обеспечить за счет параллельного включения:

- а) усилителей мощности (УМ); б) усилителей напряжения (УН) с УМ; в) каналов стабилизации выходного напряжения.

Первый способ (а) самый простой по реализации, но нагружение усилителя напряжения большим коли-

чеством модулей УМ, обычно, приводит к значительному сужению полосы пропускания СН и перегрузке УН. Второй (б) и третий (в) способы требуют введения токовыравнивания и исследования с помощью имитационного моделирования.

Каждый из этих способов имеет свои достоинства и недостатки, поэтому необходимо рассмотреть их по отдельности, сравнить полученные показатели качества, а также точность воспроизведения статических и динамических характеристик.

Для каждого способа была составлена P-spice модель СН, проведен динамический синтез, рассчитаны корректирующие устройства, обеспечивающие устойчивость и требуемые качества переходных процессов.[2] В качестве примера приведена P-spice модель СН для первого способа (рис. 1).

Как видно из амплитудных частотных характеристик (рис. 2, а) полоса пропускания СН ($\omega_{cp} = 103,712$ КГц), из импедансных частотных характеристик (рис. 2, б) следует, что активная составляющая выходного импеданса составляет 0,16 мОм.

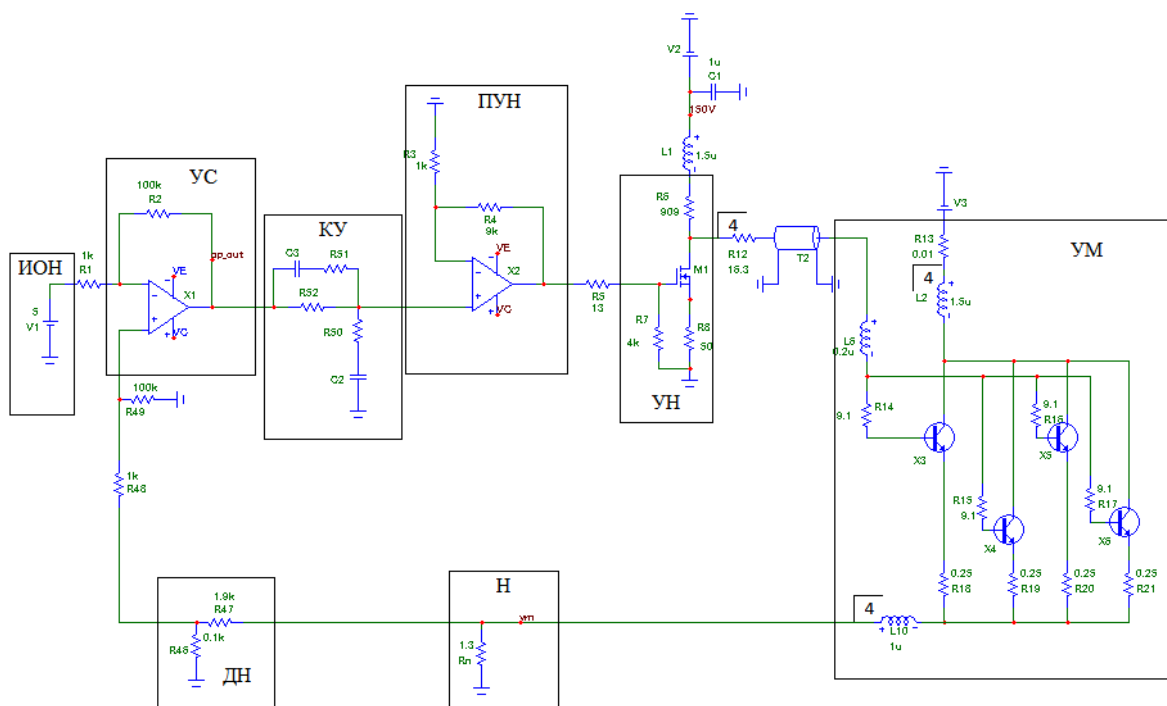


Рис. 1. P-spice модель мощного СН с параллельным включением УМ:
 ИОН – источник опорного напряжения; УС – усилитель сумматор; КУ – корректирующее устройство;
 ПУН – предусилитель напряжения; УН – усилитель напряжения; УМ – усилитель мощности;
 ДН – делитель напряжения; Н – нагрузка

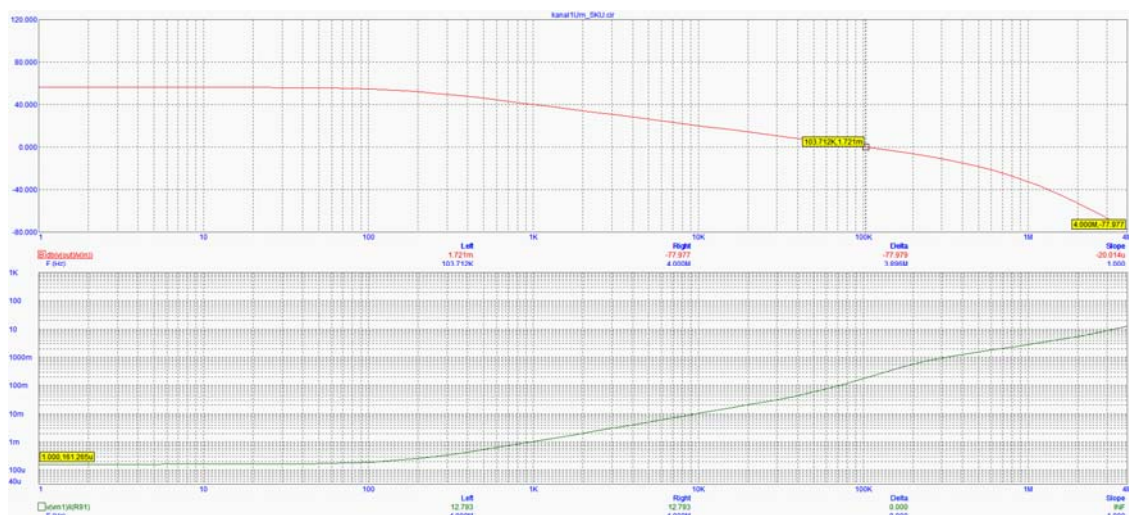


Рис. 2. Частотные характеристики СН с параллельным включением УМ

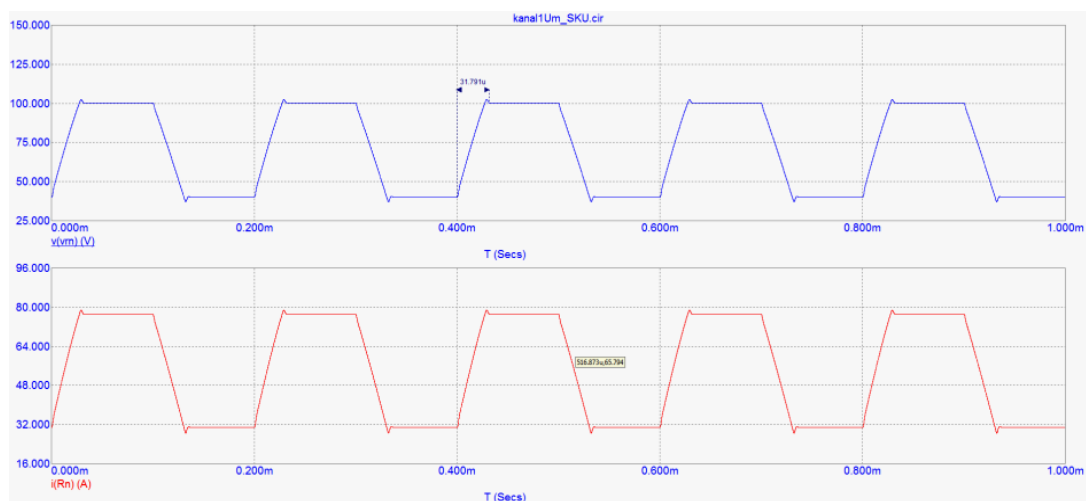


Рис. 3. Переходные процессы по напряжению и току на нагрузке СН

Из полученных переходных процессов видно, что в режиме максимальной мощности (100 В, 77 А) перерегулирование достаточно мало, что свидетельствует о правильности синтеза корректирующего устройства [1].

Сравнительный анализ свойств СН, построенных по данному способу со способами (б) и (в) показал: 1) способы (б) и (в) также обеспечивают выходное напряжение равное 100 В и ток на нагрузке равный 77 А; 2) при параллельном включении каналов стабилизации выходного напряжения активная составляющая импеданса уменьшается до 0,09 мОм, а полоса пропускания увеличивается ($\omega_{cp} = 144,151$ КГц); 3) в следствии разброса параметров элементов схем появляется разбаланс токов между каналами до 11 А,

что требует введения схем токовыравнивания, усложняющих СН.

Библиографические ссылки

1. Мизрах Е. А. Теория автоматического управления: Линейные непрерывные системы. учеб. пособие ; САА. Красноярск, 1995.
2. Топчеев Ю. И. Атлас для проектирования систем автоматического регулирования.
3. Додик С. Д. Полупроводниковые стабилизаторы постоянного напряжения с непрерывным регулированием. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Сов. Радио, 1980. 344 с., ил.

© Голованов М. В., Пристинский И. В., 2014

И. А. Михеев.

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

ПРОГРАММНО АППАРАТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ РАЗРЯДНОГО ТОКА АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Целью данной работы является разработка способа программного управления разрядом двух литий ионных аккумуляторных батарей космического аппарата позволяющего наиболее полно использовать удельные характеристики батарей.

При отказе одного или нескольких пакетов аккумуляторов в одной из двух аккумуляторных батарей (АБ), а также при разной скорости деградации АБ их энергоемкость будет разной. При питании полезной нагрузки от комплекта АБ батарея с меньшей энергоемкостью разрядится и будет отключена раньше. В этом случае мощности оставшейся АБ будет не достаточно для обеспечения штатной работы полезной нагрузки.

Целью управления является достижение одинаковой текущей энергоемкости обеих батарей к концу разряда с точностью до 5 %, за счет перераспределения разрядного тока между двумя батареями.

Объектом управления являются две АБ, каждую из которых разряжает отдельное разрядное устройство (РУ). Аппаратные обратные связи РУ поддерживают их суммарный ток разряда на уровне, который соответствует требуемой мощности разряда. Так как напряжение АБ по мере разряда снижается, суммарный разрядный ток увеличивается.

Перераспределение разрядного тока осуществляется устройством токораспределения (УТР), принимающего от бортового компьютера команды, обозначенные в данной работе как «F1» и «F2». По команде «F1» УТР увеличивает ток разряда АБ1 и уменьшает ток разряда АБ2 на одну и ту же фиксированную величину. По команде «F2» УТР выполняет противоположные действия. УТР имеет ограничение по разнице разрядных токов, которую оно может обеспечить.

Напряжение, температура и ток разряда каждой АБ фиксируются датчиками, данные с которых поступают в бортовой компьютер.

Выдача команд «F1», «F2» осуществляется программой, логика работы которой и является предметом настоящей работы.

Индикатором степени заряженности аккумулятора является напряжение между его входными контактами. Напряжение литий ионного аккумулятора убывает при уменьшении его степени заряженности и растет при ее увеличении. Рабочее напряжение меняется в пределах 2–4 В [1].

Аккумулятор имеет внутреннее сопротивление, падение напряжения на котором уменьшает общее напряжение аккумулятора при разряде и увеличивает при заряде.

Также на напряжение аккумулятора оказывает влияние температура. Температура влияет как на собственное напряжение аккумулятора, так и на его сопротивление.

В каждом цикле своей работы программа может выдать команду «F1» либо «F2» один раз. Поскольку главным индикатором степени заряженности является напряжение АБ, программа должна будет увеличивать ток разряда той АБ, где напряжение выше и уменьшать ток разряда для АБ, где напряжение ниже.

Команда «F1» выдается при выполнении условия $(U1 - U2) > Ukr1$,

команда «F2» выдается при выполнении условия $(U2 - U1) > Ukr2$,

где $U1, U2$ – напряжения АБ1, АБ2 соответственно; $Ukr1, Ukr2$ – минимальные разницы напряжений для выдачи команд «F1», «F2» соответственно.

При этом в системе появляются две отрицательные обратные связи по току. Первая – за счет зависимости напряжения от степени заряженности, вторая – в связи с падением напряжения на внутреннем сопротивлении аккумуляторов. Зависимость напряжения аккумулятора от степени заряженности намного более сильная, чем от величины тока. в то же время, падение напряжения на внутреннем сопротивлении аккумулятора реагирует на изменение силы тока намного быстрее, чем степень заряженности. Благодаря второй обратной связи выравнивание токов после выравнивания степеней заряженности происходит намного быстрее.

Для проверки работоспособности системы проводилось математическое моделирование процесса разряда двух АБ с использованием рассматриваемого метода разряда.

Программная модель разрядного процесса включает в себя энергобалансную модель литий ионного аккумулятора и модель разряда АБ.

Энергобалансная модель литий ионного аккумулятора представляет собой формулу расчета напряжения как функции от степени заряженности, тока и температуры аккумулятора.

Модель разряда АБ представляет собой алгоритм, в каждом цикле которого выполняется:

1. Численный расчет среднего тока АБ удовлетворяющего условию:

$$W_{\text{treb}} = 2 \cdot I_{\text{сред}} \cdot U_{\text{LIA}}(q, I_{\text{сред}}, t) \cdot N \pm \Delta,$$

где W_{treb} – мощность которую должны отдать обе АБ; $I_{\text{сред}}$ – средний ток разряда обеих АБ; q – степень заряженности аккумулятора (за единицу принята степень заряженности при 4,2 В); t – температура аккумулятора; $U_{\text{LIA}}(q, I_{\text{сред}}, t)$ – энергобалансная модель аккумулятора; N – количество аккумуляторов в батарее; Δ – погрешность численного расчета.

2. Моделирование управления распределением разрядных токов. Рассмотрены разные варианты.

3. Расчет новых значений ёмкости, степени заряженности, напряжения обеих батарей к концу данного цикла (началу следующего).

4. Запись данных полученных цикле работы алгоритма – токов, напряжений, текущих емкостей, степени заряженности обеих АБ, фактов выдачи команд управления в массив для построения графиков.

Цикл повторяется до тех пор, пока напряжение одной из АБ не снизится до минимального значения.

Для учета влияния разницы между температурами АБ предусмотрена возможность задавать разные температуры разряда для первой и второй АБ.

В заключение отметим: разработан принцип управления разрядом двух аккумуляторных батарей

с целью компенсации разницы степеней заряженности за счет распределения тока разряда между батареями.

Для подтверждения работоспособности данного принципа управления разработана программная модель разрядного процесса.

Результаты моделирования показали принципиальную возможность применения подобной логики управления.

Библиографическая ссылка

1. Кедринский И. А., Яковлев В. Г. Li-ионные аккумуляторы. Красноярск : Платина, 2002.

© Михеев И. А., 2014

УДК 629.78.05

А. В. Углов

Научный руководитель – М. М. Лукьяненко

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

ОРИЕНТАЦИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ ТРОСОВЫХ СИСТЕМ

Проводится анализ возможности использования электродинамических тросовых систем как исполнительного органа системы ориентации КА. Исследованы зависимости силы Ампера, действующей на трос, от параметров троса и орбиты.

В настоящее время в космонавтике актуальна проблема применения исполнительных органов систем ориентации и коррекции космических аппаратов (КА), использующих в качестве источника энергии внешние факторы космического пространства. Это позволит сократить массу служебных систем, снизив запас рабочего тела для двигателей, а значит разместить на КА больше целевой аппаратуры, сделав запуск спутника более выгодным.

Возможным решением этой проблемы может стать использование тросовых систем.

Впервые космические тросовые системы были описаны К. Э. Циолковским в 1895 г. в «Грезях о Земле и небе». Позднее идеи Циолковского нашли отражения в проектах Ф. А. Цандера, Ю. В. Кондратюка, Ю. Н. Арцутанова, С. П. Королева. За рубежом начало работ в области тросовых систем в 1974 г связано с именем итальянского ученого Д. Коломбо. Работы профессора Коломбо нашли применение в совместной итало-американской программе тросовой системы TSS [2].

Тросовые системы представляют собой систему космических объектов, соединённых между собой гибкой связью – тросом. Значительный интерес представляют тросовые системы с токопроводящим тросом, взаимодействующие с магнитным полем Земли (МПЗ) (электродинамические тросовые системы), которые могут быть использованы для превращения электрической мощности в энергию орбитального движения. На сегодняшний день остаются малоизу-

ченными их энергетические и динамические характеристики. Если электропроводящий и изолированный снаружи трос развернут с КА вдоль местной вертикали, и с помощью бортовой электроустановки пропустить по нему электрический ток, то со стороны геомагнитного поля на трос будет действовать распределенная сила Ампера, ускоряющая движение КА [1]. Трос в этом случае будет действовать как своего рода электромагнитный двигатель для КА. Ток, протекающий по тросу, должен замыкаться через ионосферную плазму с помощью специальных устройств, обеспечивающих контакт с окружающей плазмой [3]. Силу Ампера при $\alpha = 90^\circ$ можно определить следующим образом (при $\alpha \neq 90^\circ$ для определения силы Ампера полученные выражения следует умножить на $\sin(\alpha)$):

$$F_a = I \cdot B \cdot l = \frac{2 \cdot P_{\max}}{E} \cdot B \cdot l = \frac{2 \cdot S \cdot l \cdot (B \cdot V)^2}{4 \cdot \rho \cdot B \cdot l \cdot V} \cdot B \cdot l = \frac{S \cdot l \cdot B^2 \cdot V}{2 \cdot \rho},$$

где I – ток, текущий по тросу; S – площадь поперечного сечения проводника; B – вектор магнитной индукции; V – скорость движения основного спутника; ρ – удельное сопротивление проводника; l – длина троса; α – угол между вектором магнитной индукции и направлением тока.

Таким образом, сила Ампера зависит от длины и площади поперечного сечения троса, а также от высоты и наклона орбиты.

Некоторые из этих зависимостей приведены на рис. 1–3.

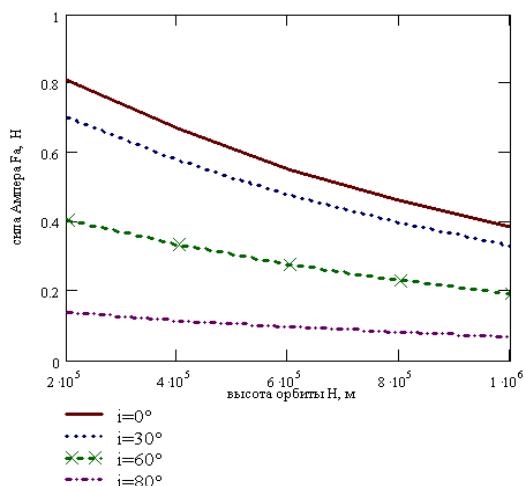


Рис. 1. Зависимость среднего значения силы Ампера, действующей на трос с током при длине троса 1 км и диаметре 3 мм на орбитах с разными наклонениями от высоты орбиты

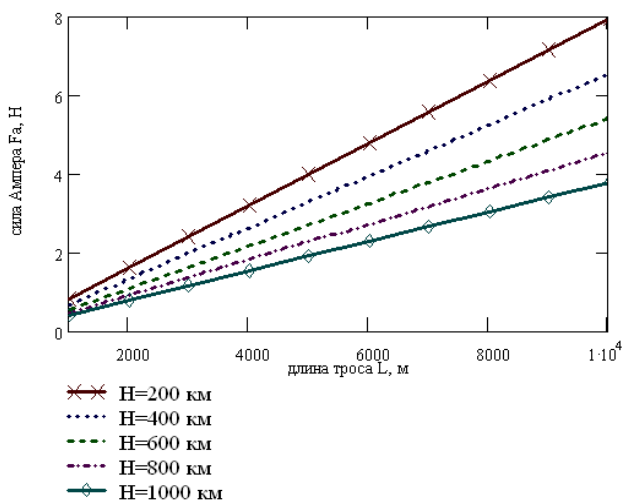


Рис. 2. Зависимость среднего значения силы Ампера от длины троса при диаметре 3 мм на экваториальных орбитах разной высоты

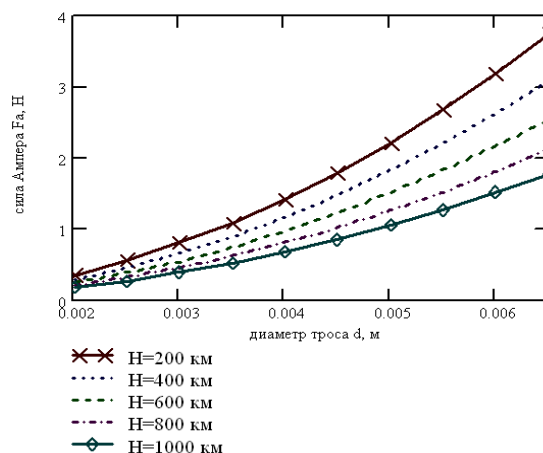


Рис. 3. Зависимость среднего значения силы Ампера от диаметра троса при длине 1 км на разных высотах

Зависимости получены при условии: трос на обоих концах снабжен идеальными устройствами контакта с плазмой, для исследования использовались следующие характеристики тросовой системы: масса основного спутника 5 т, масса субспутника 10 кг, трос представляет собой изолированный алюминиевый проводник диаметром 3 мм. Выбраны низкие орбиты (200–1 000 км), так как напряженность магнитного поля убывает пропорционально кубу расстояния от центра Земли и на более высоких орбитах имеет малые значения. Орбита спутника круговая.

Таким образом, электродинамические системы возможно использовать как исполнительный орган систем ориентации и коррекции КА. Управляющий момент, действующий на аппарат, создается за счет действия распределенной силы Ампера на тросовую систему в геомагнитном поле Земли. Исследованы зависимости силы Ампера от длины и площади поперечного сечения троса, а также от высоты и наклонения орбиты.

Библиографические ссылки

1. Белецкий В. В., Левин Е. М. Динамика космических тросовых систем. М. : Наука, 1990. 336 с.
2. Италия – США. О тросовом спутнике / Ракетная и космическая техника. 1992. № 31. С. 5–6.
3. Уильямс Дж. Д., Уилбур П. Дж. Экспериментальное исследование работы плазменного замыкателя // Аэрокосмическая техника. 1991. № 10. С. 3-13.

© Углов А. В., 2014

УДК 62-791.2

Т. Р. Шаймарданов, Р. Р. Загитов
 Научный руководитель – Ф. Р. Исмагилов, И. Х. Хайруллин
 Уфимский государственный авиационный технический университет, Уфа

ПОМЕХОПОДАВЛЯЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ИМПУЛЬСАМ

Смоделирована защита от перепадов напряжения в сети, которая могло бы защитить от кратковременного импульса с высоким напряжением.

Авторами исследован вопрос защиты от электромагнитных импульсов, разработана схема по контролю и уменьшению таких воздействий с целью обеспечения времени для срабатывания защитных систем и сохранения работоспособности защищаемых устройств и смоделирована защита от перепадов напряжения и от разных средств электромагнитного оружия и разработать схему по контролю и уменьшению таких воздействий с целью обеспечения времени для срабатывания защитных систем и сохранения работоспособности защищаемых устройств.

Следует отметить, что технически не трудно подключить к системам электроснабжения и заземления высоковольтный генератор и инжектировать в них мощный импульс напряжения, так как ТП, распределительные щиты, заземляющие устройства общедоступны.

Смоделированное устройство обеспечивает защиту при импульсе напряжения до 800 В устройство продолжает обеспечивать предельно допустимые значения напряжения.

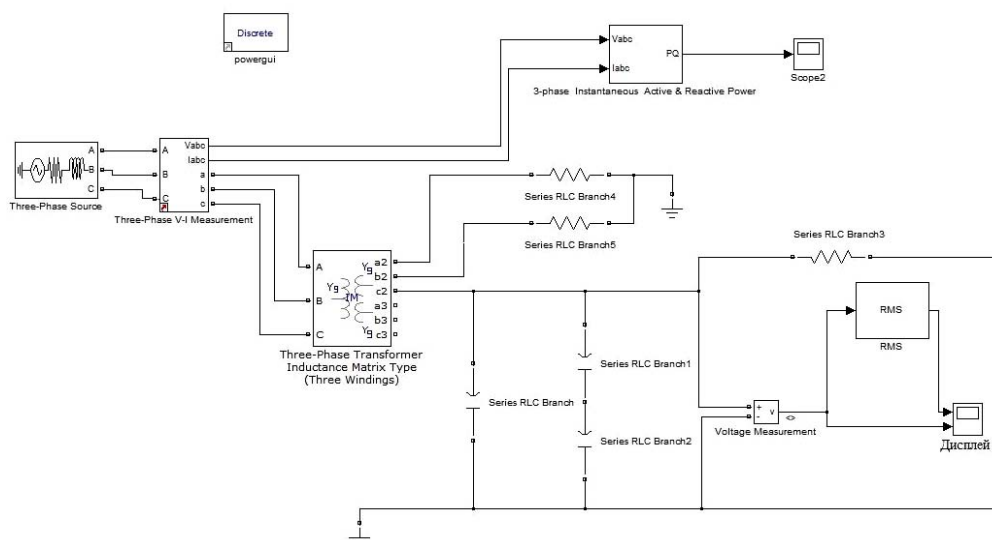


Рис. 1. Имитационная модель устройства защиты от электромагнитных импульсов в сети

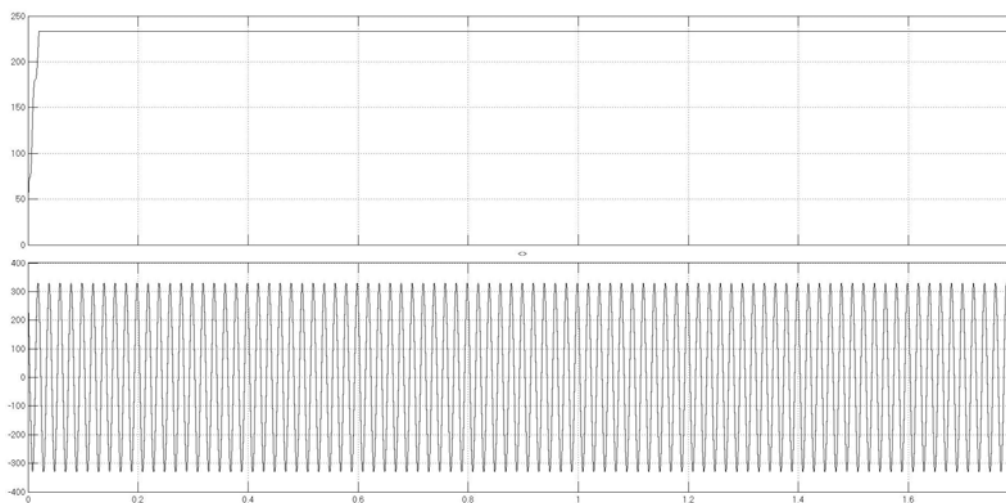


Рис. 2. Зависимость напряжения на выходе защитного устройства при воздействии импульса в 800 В

При повышении импульса до 800 В устройство продолжает обеспечивать предельно допустимые значения напряжения.

Библиографические ссылки

1. Комплексная защита крупных корпоративных сетей передачи данных / С. Д. Белов [и др.] // Системный анализ и информационные технологии (САИТ-2009) : 3-я Междунар. конф. (14–18 сент. 2009, Звенигород) : тр. конф. М. : МЭИУ, 2009. С. 20–29.

2. Бомбы, которые не взрываются: что такое вискатор? [Электронный ресурс]. URL: <http://www.porpmech.ru/article/3630-bombyi-kotoryie-ne-vzryivayutsya/> (дата обращения: 05.07.2013).

3. Прищепенко А. Б., Щелкачев М. В. Диссипативные и диффузионные потери в спиральном взрывомагнитном генераторе // Электричество. 1993. № 9. С. 31–36.

© Шаймарданов Т. Р., Загитов Р. Р., 2014

УДК 621.396.932.1

А. Р. Акзигитов, И. А. Акзигитова
Научный руководитель – *Р. А. Акзигитов*
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Проанализированы современные спутниковые навигационные системы.

В настоящее время в связи с бурным развитием цифровых технологий и внедрении их в авиацию появляется всё больше возможностей повысить безопасность полётов. Сегодня пилот авиалайнера при выполнении полёта осуществляет функции оператора бортовой цифровой вычислительной машины. Бортовое оборудование в состоянии обеспечить автоматический и автоматизированный полёт на всех этапах, начиная от взлёта, далее набор высоты, маршрут на эшелоне, снижение, посадка и заканчивая рулением до места стоянки. Это всё стало возможным благодаря развитию спутниковых навигационных систем и инерциальных навигационных систем, работающих в составе бортового навигационного комплекса [1].

Спутниковые GPS-приёмники довольно прочно обосновались на воздушных судах. Все те российские воздушные суда гражданской авиации, которые выполняют полёты на международных авиалиниях, используют стационарные GPS-приёмники. Так, к примеру, авиакомпания «ТрансАэро» использует приёмники GPS таких производителей как «Trimble», «Honeywell», «Garmin», «Litton».

Использование спутниковых навигационных систем (СНС) облегчает навигацию воздушных судов на маршруте, а в последнее время появилась аппаратура, обеспечивающая координированный заход на посадку.

Но в то же время появилась проблема повышенного доверия к СНС, а также отсутствия навыков работы с некоторыми GPS-приёмниками в связи со сложностью их управления: «При наличии СНС на борту экипажи воздушных судов становятся смелее и при наличии ограниченной видимости продолжают полёт, иногда несанкционированно спрямляют маршрут, не зная безопасной высоты, и даже пытаются выполнить заход на посадку. Несмотря на многочисленные требования и указания, экипажи продолжают проявлять полное доверие этой навигационной единице». И этому есть масса примеров. Катастрофа вертолёта Ми-2 29 ноября 2001 г. На маршруте Валёк-Пилятка (полёт экипажа с нарушением метеоминимума); авиационное происшествие в августе 2002 г. в Приморской крае (экипаж ошибочно ввёл данные торца ВПП) и т. д.

Экипажам действительно удобно работать с GPS-приёмниками, а высокое доверие к этим системам говорит о необходимости их дальнейшего совершенствования. К сожалению, существующие GPS-приёмники, которые отвечают необходимым требова-

ниям, достаточно дороги, чтобы их могли устанавливать на свои воздушные суда развивающиеся авиакомпании. А обеспечивать безопасность полётов на высшем уровне необходимо уже сейчас.

Ко всему прочему постоянно ужесточаются требования к качеству работы навигационных систем. Непрерывный рост объёмов авиоперевозок предъявляет постоянно возрастающие требования к пропускной способности воздушного пространства и обуславливает необходимость его оптимального использования. Эти факторы, в том числе возможность обеспечения эксплуатации за счёт использования спрямлённых маршрутов, а также повышенная точность современных навигационных систем, предопределили появление концепции RNP (Required Navigation Performance), то есть требуемые навигационные характеристики. Определены четыре типа RNP при маршрутных полётах: RNP1 соответствует половине полосы, внутри которой с вероятностью 95 % должно оставаться воздушное судно, в 1,85 км (1 морская миля), RNP4 – в 7,4 км (4 морских мили), RNP12,6 – в 23,3 км (12,6 морских мили), RNP20 – в 37,0 км (20 морских мили).

Помимо спутниковых навигационных систем на воздушных лайнерах последнего поколения для безопасной точной навигации используются вычислительные системы самолётовождения, а также системы раннего предупреждения близости земли [2; 3].

Вычислительная система самолётовождения (ВСС на отечественных воздушных судах, FMS/FMC – на зарубежных) воздушных судов последнего поколения является основной системой для осуществления координированного полёта в комплексе с инерциальной навигационной системой и спутниковой навигационной системой. ВСС на современных отечественных самолётах (таких как Ил-96-300, Ту-214, Ту-204-300, Ан-148 и др.) в комплексе с ИНС и СНС обеспечивает достаточно точное вождение ВС, чтобы удовлетворять требованиям ICAO RNP по зональной навигации.

Система раннего предупреждения близости земли (СРПБЗ на отечественных воздушных судах, EGPWS – на зарубежных) – это логичное развитие системы сигнализации опасности столкновения с землёй (ССОС). СРПБЗ является обязательной системой, устанавливаемой на воздушные суда для осуществления наблюдения за подстилающей поверхностью земли и предупреждения столкновения с искусственными

препятствиями в районе аэропортов, а также с другими возвышениями природного образования.

С точки зрения технической эксплуатации таких систем как ВСС, СНС и СРПБЗ их объединяет одна особенность: наличие базы данных. Данные, записываемые в базы данных этих систем постоянно изменяются, а соответственно должны своевременно обновляться сами базы данных. Конечно, для разных типов баз данных установлены разные сроки их обновления, так как, скажем, природный рельеф поверхности земли изменяется не так быстро, как искусственные препятствия в районе аэропортов, которыми могут служить строительные краны, осветительные вышки, радиомаяки и др. Но сама необходимость производить обновление баз данных в этих системах становится настоящей проблемой для персонала, эксплуатирующего авиационную технику. Причиной тому служит разнообразное расписание движения воздушных судов (для отдельно взятой авиакомпании), составляемое для удовлетворения нужд потребителя, которому необходимо перемещаться из любой точки мира в любую точку мира. Специфичность работ по обновлению этих систем и не совпадение периодичности их проведения с основными видами регламентных работ по обслуживанию воздушного судна не всегда позволяет обеспечить возможность проведения этой работы (обновление баз данных) в любом месте, где окажется воздушное судно.

Для зарубежных магистральных самолётов фирм Boeing и Airbus фирмой Jeppesen (она же Boeing) производит совершенно новую систему – электронный бортовой портфель EFB (Electronic Flight Bag), который помимо множества функций также имеет несколько типов баз данных (навигационные данные, руководство по технической эксплуатации ВС, а также руководство по лётной эксплуатации ВС) [4]. Но пока такая система является необязательной, к СНС не привязана, как ВСС и СРПБЗ, и обновление баз данных, соответственно, не регламентировано. Такая система заслуживает отдельного внимания и поэтому в данной работе рассматриваться не будет.

В связи с тем, что на ВС последнего поколения ВСС выполняет функции штурмана, в состав экипажа

штурман теперь не входит. На второго пилота накладываются дополнительные функции, такие как оперирование ВСС и СРПБЗ. Соответственно повышаются требования к квалификационному уровню экипажа.

Таким образом, благодаря увеличившейся нагрузке на экипаж ВС, создаются предпосылки к сбою в работе экипажа из-за человеческого фактора, так как обязанности штурмана по поиску, расчёту и созданию альтернативного маршрута при возникновении ситуации сложного характера технического плана или для обхода сложных метеоусловий и других ситуаций возлагаются на второго пилота. Для успешного осуществления оперативного планирования маршрута при возникновении сложных ситуаций, а также при появлении новой информации об изменениях в аэронавигационных данных или осуществлении полёта в момент смены циклов AIRAC (каждые 28 дней ровно в 0:00 UTC) необходимо оперативно получать аэронавигационную информацию. Помимо практической необходимости оперативного снабжения бортовых систем ВС обновлённой информацией существует вероятность сбоя или появления ошибки в работе базы данных ВСС, СРПБЗ или СНС. В этом случае оперативное обновление бортовой базы данных также является важным параметром при обеспечении безопасности полётов.

Библиографические ссылки

1. Гоголь В. А. Основы системы спутниковой навигации : учеб. пособие. Красноярск, 2001.
2. Астафьев Г. П., Шебшаевич В. С., Юрков Ю. А. Радиотехнические средства навигации летательных аппаратов. М. : Сов. радио, 1962.
3. Бочкарев В. В., Крыжановский Г. А., Сухих Н. Н. Автоматизированное управление движением авиационного транспорта / под ред. Г. А. Крыжановского. М. : Транспорт, 1999. 319 с.
4. Вовк В. И., Липин А. В., Сарайский Ю. Н. Зональная навигация : учеб. пособие. СПб. : Академия ГА, 2004. 123 с.

© Акзигитов А. Р., Акзигитова И. А., 2014

УДК 621.396.932.1

Р. А. Акзигитов, А. Р. Акзигитов
 Научный руководитель – *А. В. Кацура*
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ САМОЛЕТОВОЖДЕНИЯ

Рассматривается анализ эксплуатационных показателей вычислительных систем самолётовождения отечественных и зарубежных ВС.

Вычислительная система самолётовождения (ВСС на отечественных ВС), или система управления полётом (Flight Management System – FMS на зарубежных ВС), предназначена для решения задач самолётовож-

дения в соответствии с современными и перспективными требованиями аэронавигации при выполнении полетов по внутренним и международным трассам гражданской авиации по данным автономных и неав-

тономных средств навигации, а также для формирования информационных и управляющих сигналов [1; 2]. Используется на всех этапах полета (руление, взлет, полет по маршруту, заход на посадку, посадка, заруливание на стоянку). А также перед полетом: ввод ППМ, маршрута и т. д.

Наличие ВСС (FMS) в качестве бортового оборудования ВС освобождает экипаж от наличия штурмана в своём составе. Все обязанности, выполняемые штурманом, возлагаются на пилотов. В помощь экипажу работают наземные службы аэронавигационного обеспечения полётов, которые для каждого рейса подготавливают предварительные планы полётов (ППЛ) для организации воздушного движения и предполётный план полёта (ФПЛ) для использования на борту экипажем.

Любая ВСС (FMS) работает с базой аэронавигационных данных (БД), которая обновляется по двум требованиям: 1) не реже, чем раз в 28 дней согласно циклу AIRAC (Aeronautical Information Regulation and Control), установленному ICAO; 2) по мере необходимости для смены маршрутной части базы данных при появлении новых и изменении уже имеющихся маршрутов [3–5].

Много организаций предоставляют аэронавигационную информацию (АНИ), перечислим основных из них. Международная фирма Jeppesen, поставляющая АНИ по всему миру и БД практически для всех типов зарубежного оборудования. Отечественная фирма ФГУП ЦАИ ГА, поставляющая АНИ по всему миру и БД для любых типов отечественного оборудования. Швейцарская фирма LIDO (Lufthansa aeronautical services), поставляющая АНИ и БД аналогично фирме Jeppesen. Американская фирма Honeywell и её служба Wingman services Bendixking, поставляющая БД для своей продукции (ранее Allied Signal).

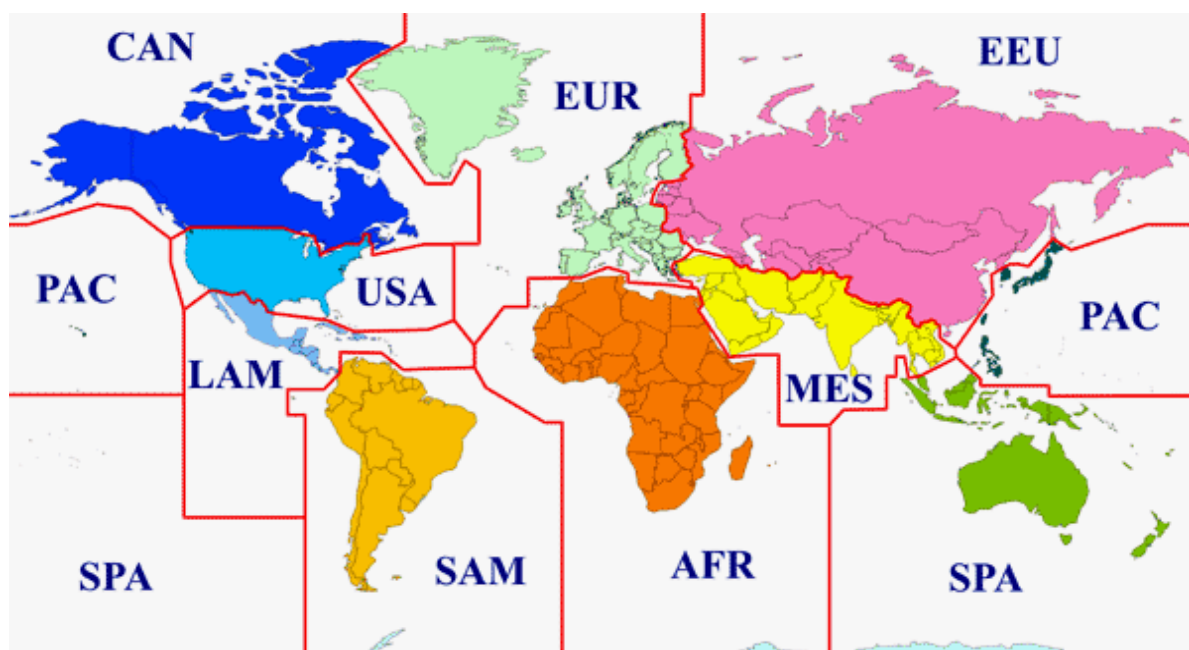
БД предназначены для использования в бортовых навигационных комплексах, спутниковых системах навигации и посадки, системах планирования полетов и УВД, навигационных тренажерах. Все производители АНИ выпускают её по международным стандартам, и поэтому структура этой информации идентична для всех производителей. Отличия в поставляемых базах АНИ могут быть только в предоставляемом объёме и подробностях касательно конкретных стран. К примеру, ЦАИ ГА поставляет более полную и подробную информацию по России, чем зарубежные конкуренты.

Поскольку БД от любого производителя имеют одинаковую структуру, рассмотрим кратко структуру БД, поставляемой фирмой ФГУП ЦАИ ГА [6–8].

База включает АНИ по десяти географическим зонам земного шара. В БД ЦАИ ГА включена информация по аэродромам с длиной ВПП 2000 м и более, в том числе стандартным маршрутам вылета, прилета и посадки, данные по радионавигационным средствам, воздушным трассам, зонам ожидания, районам УВД и зонам ограничений, минимальным безопасным высотам полета. По территории СНГ в полном объеме ведется информация по всем аэродромам, включенным в Сборники ЦАИ ГА, внутренним и спрямленным воздушным трассам.

Обновление информации в БД осуществляется непрерывно в соответствии с поступающими поправками в документы АНИ, передача потребителям – дискретная, применительно к циклам AIRAC, с таким расчетом, чтобы данные поступили заблаговременно до установленной даты ввода их действия.

ЦАИ ГА поддерживает базу данных полетной информации на основе стандарта ARINC 424. База данных подразделена на 10 различных географических зон, которые обозначены трехбуквенными указателями (см. рисунок, таблицу). В каждую зону включены соответствующие государства.



Деление базы данных на географические зоны покрытия

Географические зоны базы данных

AFR	Африка
CAN	Канада
EEU	Восточная Европа
EUR	Европа
LAM	Латинская Америка
MES	Азия
PAC	Тихий океан
SAM	Южная Америка
SPA	Южная часть Тихого океана
USA	Соединенные Штаты Америки

Обновление БД в бортовой аппаратуре производится двумя способами: 1) посредством картриджей (дискеты Floppy для зарубежных FMS или карты памяти Compact Flash для новой системы TNC-1G от фирмы Транзас); 2) посредством компьютера, связывающегося с ВСС проводом по RS-232 стандарту (для ВСС-95-1В отечественных ВС Ил-96-300, Ту-214, Ту-204-300). Предыдущая версия вычислительной системы самолётовождения ВСС-85 самолёта Ту-204-100 обновляется через стационарный загрузчик-адаптер, связывающий компьютер со съёмными модулями памяти вычислителя, что можно было бы отнести к первому варианту обновления. Но такой способ обновления, при котором необходимо снимать модули памяти системы с борта ВС, устарел безнадежно, так как очень неудобен и требует больших трудозатрат на съём и установку совсем не портативных модулей памяти [9; 10].

Процедура подготовки БД к загрузке в систему аналогична для всех систем (отечественных и зарубежных). Заключается она в следующем [9; 10]. Предварительно БД получается от производителя в файле формата ARINC-424 (по почте на компакт дисках или через Internet). Затем при помощи специального программного обеспечения производится обработка файла с целью компоновки БД в соответствии с планируемыми направлениями полётов. Это производится для того, чтобы объём файла БД удовлетворял требо-

ваниям бортовой системы (ВСС или FMS), так как память ВСС (FMS) не в состоянии принять БД полностью всего мира, а только часть его, по причине невысокой ёмкости памяти ВСС (FMS). После того как БД будет скомпонована, она конвертируется в бортовой формат и только после этого её можно загружать в ВСС. Для вычислительной системы самолётовождения ВСС-95-1В самолётов Ил-96-300, Ту-214, Ту-204-300 используется переносной компьютер ноутбук и специальный соединительный кабель, загрузка производится на борту воздушного судна непосредственно в энергонезависимую память каждого из блоков ВСС (два комплекта) по очереди. При этом обновляемый ВСС перегружается в режим загрузки, и какая-либо другая работа с ВСС при этом не возможна.

Библиографические ссылки

1. FANS CNS/ATM. Комплект исходных документов. Разд. 1. Руководство по внедрению. ICAO, IATA, 1995.
2. Изделие ВСС-95-1В: руководство по технической эксплуатации. Ч. 1. Всего частей
3. URL: www.caica.ru (дата обращения: 20.03.2014).
4. URL: www.elcus.ru/boards.htm (дата обращения: 20.03.2014).
5. URL: www.geonavigator.net (дата обращения: 20.03.2014).
6. URL: www.globalstar.com (дата обращения: 20.03.2014).
7. URL: www.gosniias.ru (дата обращения: 20.03.2014).
8. URL: www.honeywell.com (дата обращения: 20.03.2014).
9. URL: www.tecckom.com/globalstar_price.php (дата обращения: 20.03.2014).
10. URL: www.transas.ru (дата обращения: 20.03.2014).

© Акзигитов Р. А., Акзигитов А. Р., 2014

УДК 621.313.32

А. А. Анисимова, Р. С. Пашков
 Научный руководитель – *Н. В. Юрковец*
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

**ОБОСНОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКЦИИ СИНХРОННЫХ МАШИН
 НА ИХ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

Рассматривается актуальность использования авиационных электрических машин с различными характеристиками в системах воздушных судов. Рассмотрены основные СМ с наиболее выгодными характеристиками.

Электрическая машина – это электромеханический преобразователь энергии, основанный на явлениях электромагнитной индукции и силы Лоренца, действующей на проводник с током, движущийся в магнитном поле.

Электрические машины бывают 2 видов: переменного и постоянного токов. Машины переменного тока

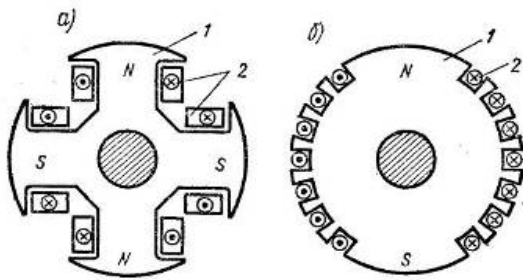
в свою очередь делят на 2 типа: синхронные и асинхронные. Главное различие состоит в том, что у асинхронной машины частота вращения электромагнитного поля отстает от частоты вращения ротора, а у синхронной – совпадает.

Основными частями синхронной машины являются якорь и индуктор. Наиболее частым исполнением

является такое, при котором якорь располагается на статоре, а на отделённом от него воздушным зазором роторе находится индуктор.

Якорь представляет собой одну или несколько обмоток переменного тока. В двигателях токи, подаваемые в якорь, создают вращающееся магнитное поле, которое сцепляется с полем индуктора, и таким образом происходит преобразование энергии.

Индуктор состоит из полюсов – электромагнитов постоянного тока. Индукторы синхронных машин имеют две различные конструкции: явнополюсную (рис. а) и неявнополюсную (рис. б). Явнополюсная машина отличается тем, что полюса ярко выражены и имеют конструкцию, схожую с полюсами машины постоянного тока. При неявнополюсной конструкции обмотка возбуждения укладывается в пазы сердечника индуктора.



Конструкция электрической машины постоянного тока:
а – сердечник ротора, б – обмотка возбуждения

Основными характеристиками синхронной машины [1–3] являются:

- 1) характеристика холостого хода;
- 2) регулировочная характеристика;
- 3) внешняя характеристика;
- 4) характеристика КПД.

Эти характеристики позволяют узнать основные параметры синхронной машины.

Влияние конструкции синхронной машины на ее характеристики.

В неявнополюсных машинах обмотка якоря размещена в его пазах. Таким образом, эта конструкция позволяет развивать большие обороты вращения. Из-за того что якорь в большей части выполнен цельным – прочность полученной конструкции позволяет развивать большие обороты. В то время как у явнополюсной машины обмотка размещается на цилиндрических катушках прямоугольного сечения. На рисунке, указанном выше (рис. а) видно, что полюса в явнополюсной машине размещены далеко от центра индуктора, это оказывает влияние на его скорость вращения. Если скорость вращения будет большая, то в машине произойдет разрушение индуктора. Это связано с тем, что прочность такой конструкции намного меньше, чем прочность электрической машины с неявно выраженными полюсами.

Помимо классических синхронных машин существуют еще и синхронные машины специального назначения.

Конструктивные особенности, преимущества и недостатки синхронных машин

СМ	Конструкция	Преимущества	Недостатки
Шаговый двигатель	Исполнительный двигатель дискретного действия, питающийся импульсами электрической энергии, ротор которых под воздействием каждого импульса перемещается на некоторый угол (шаг)	<ul style="list-style-type: none"> • Стабильная работа • Фиксированный угол поворота • Долгий срок эксплуатации • Работает при различных нагрузках • Очень надёжный 	<ul style="list-style-type: none"> • Потребляет много энергии • Отсутствует обратная связь • Высокий нагрев в процессе работы • Низкая мощность по сравнению с размером и массой • Требуется плавный разгон
Вентильный двигатель	Электропривод, в котором регулирование режима работы электродвигателя производится с помощью управляемых вентильных преобразователей электрической энергии: выпрямителя, импульсного регулятора постоянного тока, преобразователя частоты. Представляет собой электромехатронную систему, в которой объединены электрическая машина, электронный коммутатор, САУ коммутатором, оснащенная измерительными устройствами	<ul style="list-style-type: none"> • Большой КПД • Обеспечение взрывобезопасности • Быстродействие • Высокая надежность • Низкий перегрев в режиме работы с перегрузками • Отсутствие узлов требующих техобслуживание 	<ul style="list-style-type: none"> • Невозможность регулирования потока возбуждения (режим работы с постоянной мощностью)
Гистерезисный двигатель	Синхронный двигатель, вращающий момент которого создается за счет явления гистерезиса при перемагничивании ферромагнитного материала ротора. Статор выполняется так же, как и в других машинах переменного тока. Ротор двигателя представляет собой стальной цилиндр, выполненный из магнитно-твердого материала без обмотки	<ul style="list-style-type: none"> • Простота конструкции • Надежность в работе • Малый пусковой ток • Плавность входа в синхронизм • Бесшумность и высокий КПД(60%) 	<ul style="list-style-type: none"> • Повышенная стоимость • Низкий коэффициент мощности • Склонность к качаниям при резких изменениях нагрузки

Специальные синхронные машины:

- 1) шаговые двигатели;
- 2) реактивные двигатели;
- 3) гистерезисные машины;
- 4) вентильные двигатели;
- 5) синхронные машины с постоянными магнитами;
- 6) индукторные машины;
- 7) шаговые двигатели;

двигатели с катящимся ротором и двигатели с гибким волновым ротором. **Область применения синхронных машин (СМ)**

Основная область применения СМ – использование их в качестве генераторов для выработки электрической энергии в том числе и на воздушных судах. Синхронные двигатели имеют постоянную частоту вращения, поэтому используются там, где нет необходимости в регулировании частоты или, где необходимо обеспечить ее постоянство.

В авиации синхронные машины используются в таких системах как [4; 5]:

1. Курсовые системы.
2. Топливные системы.
3. Система автоматического управления самолетом и т. д.

Библиографические ссылки

1. URL: http://machinepedia.org/index.php/Синхронная_машина (дата обращения: 20.03.2014).
2. URL: <http://remont220.ru/sinkhronnyye-mashiny.php> (дата обращения: 20.03.2014).
3. URL: http://www.induction.ru/library/book_001/glava1/1-1.html (дата обращения: 20.03.2014).
4. URL: http://servomotors.ru/documentation/a_course_on_electrical_machines/33.htm (дата обращения: 20.03.2014).
5. URL: <http://leg.co.ua/info/elektricheskie-mashiny/shagovye-elektrodvigateli.html> (дата обращения: 20.03.2014).

© Анисимова А. А., Пашков Р. С., 2014

УДК 629.73.08; 629.7.004.67

О. В. Болотова

Научный руководитель – *В. М. Мусонов*

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

ГЕНЕРАТОР ПОДНЕСУЩИХ КОЛЕБАНИЙ ДЛЯ КАНАЛА VOR

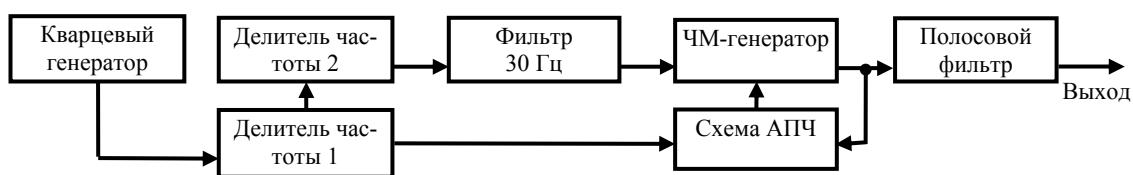
Рассмотрен формирователь поднесущих колебаний для канала VOR, используемый для передачи сигнала опорной фазы азимутального канала системы ближней навигации.

Для обеспечения высокой точности измерения азимута воздушного судна сигнал опорной фазы азимутального канала системы ближней навигации должен отличаться высокой фазовой стабильностью. Для получения высокой стабильности фазы опорного канала необходима высокая линейность модуляционной характеристики формирования частотно-модулированной поднесущей и минимальное значение паразитной амплитудной модуляции ЧМ-сигнала. С этой целью в радиомаяках канала VOR используют достаточно сложную аппаратуру с использованием электронного гониометра [1].

В настоящей работе представлен формирователь поднесущих колебаний с использованием автоколебательного мультивибратора напряжения поднесущей частоты в режиме внешней модуляции напряжением сигнала опорной фазы 30 Гц. Особенностью используемой схемы является высокая линейность характеристики напряжение-частота и отсутствие паразит-

ной частотной модуляции. Структурная схема генератора поднесущих колебаний приведена на рисунке.

Схема содержит кварцевый генератор на частоту 99600 Гц, первый делитель частоты на 10, позволяющий получить среднюю частоту ЧМ-генератора канала VOR – 9960 Гц. Напряжение первого делителя частоты используется для подстройки среднего значения частоты ЧМ-генератора схемой автоподстройки частоты (АПЧ). Второй делитель частоты с коэффициентом деления 10 позволяет получить импульсы прямоугольной формы с частотой 30 Гц. Активный фильтр, настроенный на частоту 30 Гц, позволяет выделить первую гармонику этих колебаний. Гармонические колебания частотой 30 Гц поступают на модулирующий вход ЧМ-генератора. Требуемая девиация частоты ± 480 Гц устанавливается путем регулировки амплитуды модулирующего напряжения на выходе активного фильтра. Полосовой фильтр преобразует напряжение прямоугольных колебаний на выходе ЧМ-генератора в синусоидальные.



Структурная схема генератора поднесущих колебаний

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.

© Болотова О. В., 2014

УДК 629.7.051.5

Д. А. Волчѣк, К. В. Владимирова
 Научный руководитель – *Е. А. Нартов*
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ БПЛА НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА ATME1

Приведена блок-схема системы управления на базе микроконтроллера Atmel. Также рассмотрены технические характеристики элементов системы управления.

Беспилотный летательный аппарат – это летательный аппарат без экипажа на борту, в просторечии иногда используется название «беспилотник» или «дрон» [1].

Система управления проектируется для БПЛА, разрабатываемого в МФЦ АИСТ для поисково-спасательных целей. В задачи которого входит обнаружение людей потерявшихся на какой-либо местности и сброса им медикаментов и припасов (если требуется), а также устройств связи и позиционирования для облегчения их спасения. В дополнительные задачи входит патрулирование местности и аэрофото-видеосъемка.

Наш выбор пал на микроконтроллеры фирмы ATME1 по причине их дешевизны и доступности, а также простоты программирования в среде Arduino, которая в свою очередь может быть установлена на любую широко используемую операционную систему (Windows, Linux).

Система управления имеет два режима: ручной и

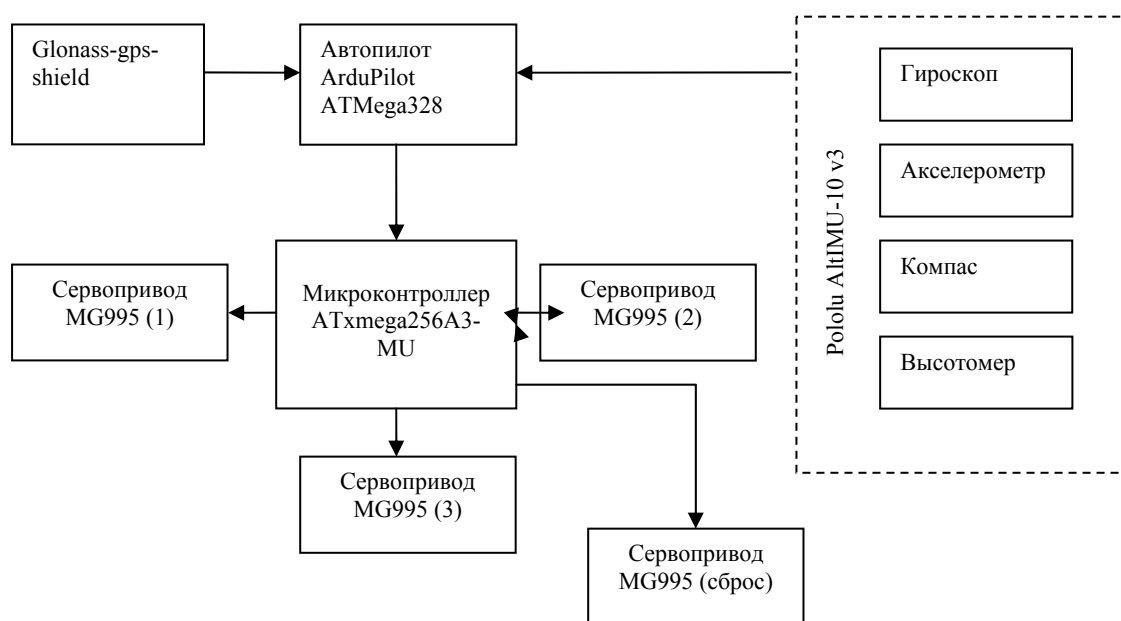
автопилота. Здесь мы рассматриваем только управление от автопилота. Ниже приведена блок-схема.

Теперь рассмотрим характеристики и назначение отдельно каждого элемента схемы.

Модуль автопилота ArduPilot ATMega328 (производитель SparkFun Electronics) является полностью программируемым автопилотом, к которому можно подключить GPS-модуль и инфракрасные датчики препятствий XY и Z. В зависимости от загруженного программного обеспечения можно управлять самолетами, квадрокоптерами, вертолетами.

Особенности:

- 16 МГц ATmega328 процессор
- Контроллер предназначен для автономного управления ЛА.
- В комплекте 6-контактный разъем для подключения GPS-модуля.
- Имеет шесть аналоговых входов (с АЦП на каждом) и шесть цифровых входов / выходов для дополнительных датчиков.



Блок-схема системы управления БПЛА

Размеры: 30×47 мм

Glomass Shield – для определения географических координат, а также – времени, измерения расстояния и скорости движения. Плата базируется на 32-канальном навигационном модуле, позволяющем принимать сигналы с использованием всех глобальных навигационных систем: GPS, ГЛОНАСС, Galileo и QZSS. Запитывать плату можно от 5 или от 3,3 В. На шилде есть согласование уровней сигналов, а также возможность подключения внешней GPS-антенны.

Гироскоп, акселерометр, компас, высотомер Pololu AltIMU-10 v3 является инерциальным измерительным устройством. По последовательной шине данных передаются данные о 10 независимых измерениях – давлении, вращении, ускорении, которые могут быть использованы для определения высоты и абсолютного положения.

Микроконтроллер ATmega256A3-MU (производитель Atmel)/

Высокоэффективный и малопотребляющий 8/16-битный микроконтроллер AVR XMEGA 256 кбайт внутрисистемно-самопрограммируемой Flash-памяти, 4–8 кбайт загрузочного сектора с отдельными битами защиты

Рабочая температура –55...+125 °С.

Напряжение на любом выводе 0,5 В.

Макс. рабочее напряжение 3,6 В.

Макс. постоянный ток через линию ввода-вывода 20.0 мА.

Сервоприводы MG995/

Сервоприводами называют любые следящие приводы, т. е. такие, на которые подается задание (обычно – желаемый угол поворота), а привод самостоятельно обрабатывает это задание – поворачивается на заданный угол, и фиксируется в нем.

Вес: 55 г.

Размеры: 40,7×19,7×42,9 мм.

Момент удержания: 8,5 кгс·см (4,8 В), 10 кгс·см (6 В).

Скорость: 0,2 с/60° (4,8 В), 0.16 с/60° (6 В).

Напряжение: 4,8–7,2 В.

Рабочий диапазон: 0–90°.

Подобное устройство элементов в представленной системе управления не является универсальным для всех типов БПЛА.

Таким образом, описан наиболее простая и доступная для сборки версия системы управления.

Библиографическая ссылка

1. У. Соммер Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino. СПб. : БХВ-Петербург, 2012.

© Волчѣк Д. А., Владимирова К. В., 2014

УДК 629.735.3

В. Н. Гейман, Д. Е. Строков

Научный руководитель – *А. В. Кацура*

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

ВЛИЯНИЕ МАЛЫХ КОРРОЗИЙНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ НА УСТАЛОСТНУЮ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Выполнение требований норм летной годности ВС возможно лишь при наличии соответствующих методов и средств оценок возможных повреждений. Любое повреждение силовой конструкции, в том числе и коррозионное, требует оценки и определения условий безопасности дальнейшей эксплуатации или необходимости ремонта конструкции.

Выполнен анализ характеристик коррозионных повреждений, определяющих остаточную усталостную долговечность элементов конструкции. Экспериментальными исследованиями доказано, что наиболее близка к функциональной зависимости и устойчива к изменениям конфигураций связь циклической долговечности по зарождению трещины зоны повреждения язвенной или расслаивающей коррозии с параметром (мерой) повреждения:

$$f = F / t^2, \quad (1)$$

где F – площадь сечения миделя повреждения; t – толщина элемента в зоне повреждения.

Теоретически и экспериментально показана возможность применения единой характеристики сплава с КП для поверхностных и кромоочных повреждений. Получены характеристики сплава В95пчТ2 для диапазона циклических максимальных напряжений от нулевого цикла 100...180 МПа. Разработаны методы

прогнозирования (оценки с учетом вероятности разрушения): циклической долговечности зоны повреждения, размеров повреждения допускаемых по условию не снижения ресурса элемента конструкции, остаточной циклической долговечности элемента с концентраторами напряжений и КП [1; 3]. Полученные в экспериментах данные позволяют оценивать КП, находящиеся в поле максимальных циклических напряжений 100...180 МПа. Такой уровень напряжений характерен для регулярных зон конструкции планера ЛА. Распространение методов на повреждения в зонах концентраторов напряжений типа вырезов, отверстий требует исследований усталостной долговечности зон коррозии при более высоких уровнях нагрузок и, соответственно, расширения диапазона исследуемых повреждений в сторону малых размеров. Малые размеры повреждений имеют место также в тонких элементах конструкции планера, например, обшивке

гермофюзеляжа носовой секции, где ее толщина составляет порядка одного миллиметра.

Разработанные методы соответствуют случаю предварительной коррозии – возникновение КП предшествует последующему циклическому нагружению металла. Данный случай непосредственно соответствует случаю обнаружения повреждения при осмотре после длительного простоя ЛА, что типично для неинтенсивно эксплуатируемой техники. С некоторыми допущениями условие предварительной коррозии может применяться для оценок к ряду типовых последовательностей летной эксплуатации и периодичности технического обслуживания. Случай предварительной коррозии соответствует наиболее важной для современной практики ситуации, когда при обнаружении коррозии удаляется весь поврежденный коррозией металл и восстанавливается защитное покрытие. При зачистке удаляется тонкий поверхностный слой металла, контролируется отсутствие микротрещин на поверхности – фактически, усталостная нарботка металла в зоне зачистки устраняется. Применение модели КП вместо гладкой выемки на поверхности металла обеспечивает оценку долговечности в запас. Дальнейшее развитие разработанной расчетной модели остаточной долговечности зоны КП возможно за счет более полного учета конфигураций реальных повреждений, учитывая неровности поверхности язв. Такие неровности можно рассматривать как язвы, находящиеся в поле напряжений пер-

вичной язвы. Эта задача, как и первая, вызывает необходимость исследований сопротивления усталости зон повреждений, имеющих размеры, сравнимые с размерами элементарных нерегулярностей корродированной поверхности, получения характеристик циклической долговечности зон КП при соответствующем повышении уровня нагрузки и анализа НДС повреждений соответствующих конфигураций [2; 4].

Библиографические ссылки

1. Артамоновский В. П. Об использовании метода максимального правдоподобия для оценки параметров распределения времени безотказной работы авиационных деталей // Оценка долговечности и межремонтных сроков службы авиац. конструкций. 1967. Вып. 107. Рига. С. 5–17.
2. Барзилович Е. Ю., Савенков М. В. Статистические методы оценки состояния авиационной техники. М. : Транспорт, 1987. 240 с.
3. Пивоваров В. А., Машонин О. Ф. Дефектоскопия гражданской авиационной техники. М. : Транспорт, 1997. 136 с.
4. Проектирование авиационных комплексов с применением информационных технологий / М. А. Погосян, А. Г. Братухин, Е. П. Савельевских, Ю. И. Тарасов // Авиаци. пром-сть. 2004. № 2. С. 14–24.

© Гейман В. Н., Строков Д. Е., 2014

УДК 629.73.08; 629.7.004.67

И. В. Герасев, Е. С. Золкина

Научный руководитель – *Н. В. Юрковец*

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

МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ЭЛЕКТРОМАШИНОСТРОЕНИИ

Рассмотрены электротехнические материалы, используемые в электромашиностроительной промышленности, в частности в авиастроении и космической отрасли.

Материалы, применяемые в электромашиностроительной промышленности, в значительной степени определяют технические показатели электрических машин. Использование высококачественной стали позволяет существенно уменьшить вес и габариты машин и увеличить их КПД. Свойства изолирующих материалов и лаков ограничивают допустимые электромагнитные нагрузки. Толщина и нагревостойкость изоляционных материалов определяют степень использования электрических машин. Обычно изоляция занимает в среднем 30 % общего объема паза, в котором заложены проводники обмотки. Уменьшение толщины изоляции позволяет увеличить объем проводников в пазу, а, следовательно, увеличить мощность машины при сохранении ее габаритов. Повышенная нагревостойкость изоляционных материалов также позволяет увеличить нагрузку машины. Технические показатели электрических машин и их надежность в значительной мере зависят не только от пра-

вильной конструкции и расчета, но и от правильного выбора магнитных и изолирующих материалов, их свойств и качеств, а также от материалов конструктивных элементов, обеспечивающих требуемую механическую прочность.

Применяемые в электропромышленности материалы делятся на три группы [1]: конструктивные, активные и электроизоляционные.

Конструктивные и активные материалы. Из конструктивных материалов изготавливаются части машины, несущие механическую нагрузку. В электромашиностроении применяются в основном те же конструктивные материалы, что и в общем машиностроении. К ним относятся сталь, чугун, цветные металлы и пластмассы. Активные материалы служат для проведения магнитного потока машины и электрического тока и делятся на токопроводящие и магнитопроводящие. В качестве основного токопроводящего материала до последнего времени использовалась

медь. В последние годы в качестве проводникового материала начали применять более дешевый и широко распространенный алюминий. Его достоинствами являются низкий удельный вес, более высокая проводимость на единицу веса, легкость механической обработки и хорошие антикоррозийные свойства. Недостатком алюминия является повышенное удельное электрическое сопротивление и плохая свариваемость. Вследствие повышенного удельного электрического сопротивления машины с алюминиевыми обмотками имеют большие габариты. В электромашиностроении широко применяют различные медные сплавы, например латунь, фосфористую бронзу и т. д. К токопроводящим элементам следует отнести также щетки, при помощи которых осуществляется съем тока с вращающихся обмоток через контактные кольца или коллектор. Щетки обычно изготавливаются на основе графита, угля или меди. Основным магнито-проводящим материалом является листовая легированная электротехническая сталь, содержащая от 2 до 5 % кремния. Присадка кремния уменьшает потери на гистерезис. Вследствие увеличения удельного электрического сопротивления стали уменьшаются потери на вихревые токи. Сталь становится устойчивой к окислению и старению, но делается более хрупкой. В последние годы широко используется холоднокатаная текстурованная сталь с более высокими магнитными свойствами в направлении проката. Сердечник магнитопровода выполняется в виде пакета, собранного из листов штампованной стали. Толщина стального листа от 0,5 до 0,15 мм. Для проведения постоянного магнитного потока широко используется стальное литье и чугуны.

Электроизоляционные материалы. Электроизоляционные материалы применяются для электрической изоляции токоведущих частей машины. Изоляция обмоточных проводников машины в значительной мере определяет ее технико-экономические показатели и эксплуатационные качества. От толщины изоляции существенно зависят габариты и вес машины. Применяемые изоляционные материалы должны иметь высокую электрическую прочность, быть нагрево-, влаго- и химически стойкими. Изоляция должна также обладать высокими удельными сопротивлениями и малыми диэлектрическими потерями. От твердых материалов требуется достаточная механическая прочность. По условию нагревостойкости твердые электроизоляционные материалы делятся на семь классов. Наибольшее распространение до последнего времени имели материалы класса А, к которому относятся пропитанные бумага, картон, дерево, хлопчатобумажные и шелковые ткани и ленты. Материалы пропитываются с целью улучшения электрической прочности и теплопроводности, а также для уменьшения гигроскопичности. Пропитывающими

веществами могут служить трансформаторное масло, масляные лаки и битумные составы. Допустимая температура нагрева для материалов этого класса составляет 105 °С. При отсутствии пропитки эти изоляционные материалы принадлежат к классу У, их допустимая температура нагрева 90 °С. В последнее время начинают широко применять синтетические изоляционные материалы, которые имеют малую толщину и высокие электрические и механические показатели.

Синтетические органические пленки типа лавсан, пластмассы с органическим наполнителем и слоистые пластики принадлежат к электроизоляционным материалам класса Е, допустимая температура нагрева которых 120 °С. К материалам класса В принадлежат изделия из слюды, асбеста и стеклянного волокна, содержащие для их связывания и пропитки органические лаки и смолы повышенной нагревостойкости, а также изделия из пластмассы с неорганическим наполнителем. К этому классу относятся такие высококачественные материалы, как микалента и микафоллий, изготавливаемые из пластинок слюды, клеенных между собой и наклеенных на бумагу. Они хорошо удовлетворяют всем требованиям, предъявляемым к изоляционным материалам, но относительно дороги. Предельно допустимая температура нагрева для материалов класса В 130 °С.

В последнее время получает широкое распространение синтетическая изоляция типа термопластик, изготовленная на слюдяной основе с применением термоактивного полиэфиро-стирольного компаунда. Электроизоляционные и механические свойства термопластика выше, чем микаленты, но он имеет более сложную технологию изготовления. Изделия из слюды, асбеста и стеклянного волокна, на основе синтетических пропитывающих составов, принадлежат к электроизоляционным материалам класса F, их допустимая температура нагрева 155 °С. Те же материалы, применяемые в сочетании с кремнийорганическими связывающими и пропитывающими веществами, принадлежат к классу H, допустимая температура нагрева которого 180 °С. Кремнийорганическая изоляция является особенно перспективной, хотя она в настоящее время относительно дорога. К материалам класса С относятся изделия из слюды, стекла, стекловолокна, фарфора и других неорганических материалов без примеси органических связывающих веществ. Допустимая температура для материалов этого класса не ограничивается.

Библиографическая ссылка

1. Кулик Ю. А. Электрические машины. М. : Высш. шк., 1966.

© Герасев И. В., Золкина Е. С., 2014

УДК 629.73.08; 629.7.004.67

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

КОНТРОЛЬ КАНАЛА ТАНГАЖА ПО ВРЕМЕННЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ В АВТОПИЛОТЕ «КРЕМЬЕНЬ-40» (АП-40)

Рассмотрена временная характеристика канала тангажа, моделированы ее частотные характеристики и построен частотный портрет по полученным данным.

Контроль канала тангажа по частотным характеристикам относится к параметрическим методам динамической системы.

Чтобы гарантировать отсутствие влияния высокочастотных составляющих на систему управления, необходимо убедиться, что частотная реакция разомкнутой системы в области высоких частот по величине меньше 1. Одним из путей проверки выполнения данного условия является снятие частотной характеристики всей системы [1].

Контроль исправности продольного канала (рис. 1) основан на пропускании непрерывного контрольного сигнала через весь тракт канала тангажа: генератор вырабатывает частоту 25 Гц. Удвоения частоты на выходе нет, и релейный усилитель не является конечным. Реле, на которое работает усилитель, своим контактом держит группу реле в постоянно сработавшем состоянии. При пропадании непрерывного контрольного сигнала реле обесточиваются без задержки. Контакт разрывает цепь лампочки «Готов» и кнопки «Включен».

Если у самолета неудовлетворительные частотные характеристики, необходимо их улучшить по средствам использования демпферов [2]. Простейший

демпфер тангажа (рис. 2) реализует следующий закон управления: $\Delta\sigma^{ДТ} = K_{wy} W_z$.

Он состоит из датчика угловой скорости тангажа, вычислителя, сервопривода руля высоты, который включает сумматор, усилитель, исполнительный механизм и датчик обратной связи. Принцип работы: при возникновении угловой скорости тангажа датчик ДУС вырабатывает сигнал $U_{вz}$, пропорциональный этой скорости. Сигнал подается в вычислитель, который вырабатывает управляющий сигнал по закону управления. Сервопривод преобразует его в перемещение штока рулевого агрегата. Одновременно с ДУС снимается электрический сигнал обратной связи U_{oc} . Как только сигналы уравниваются друг друга на входе сумматора сервопривода, обработка руля высоты рулевым агрегатом прекращается и руль остановится в положении, пропорциональном возникшей угловой скорости w_z .

В данной работе мы собрали устройство отображающее частотные характеристики канала тангажа и его демпферов (рис. 3, 4). Сравнили полученные результаты с имеющимися данными. При включенном демпфере существенно повышается динамическая устойчивость самолета.

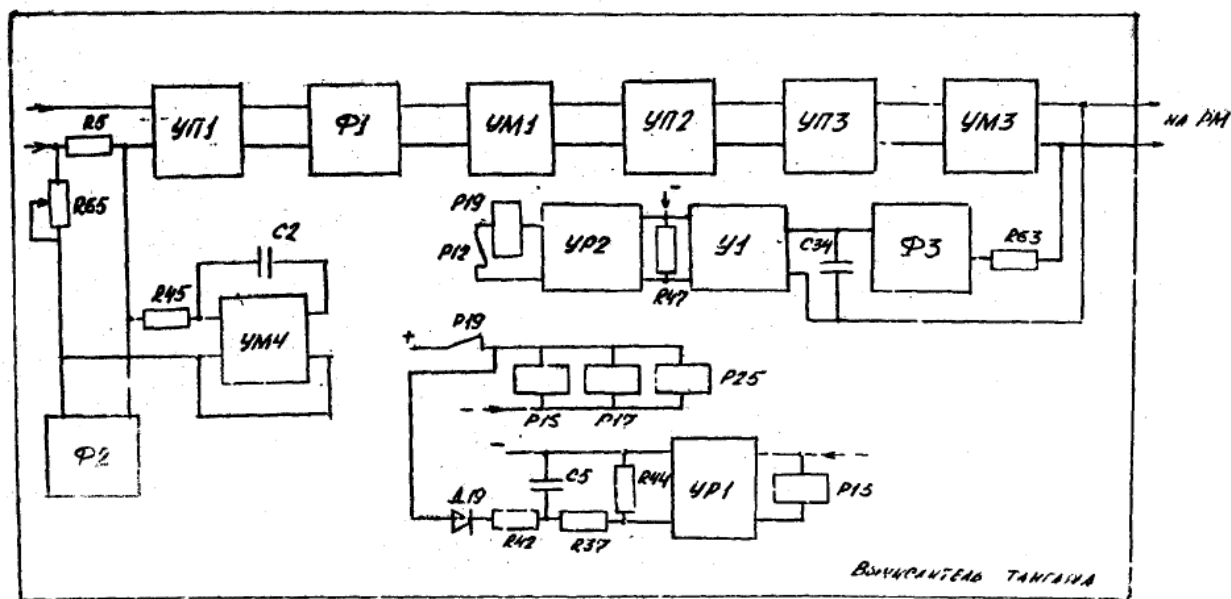


Рис. 1. Схема контроля канала тангажа

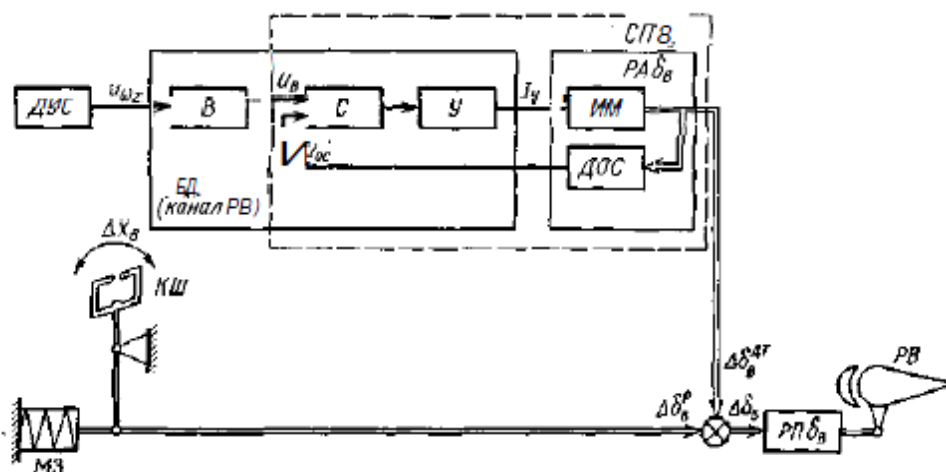


Рис. 2. Функциональная схема аналогового демфера тангажа

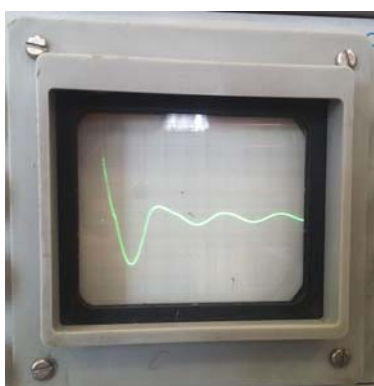


Рис. 3. Без демфера

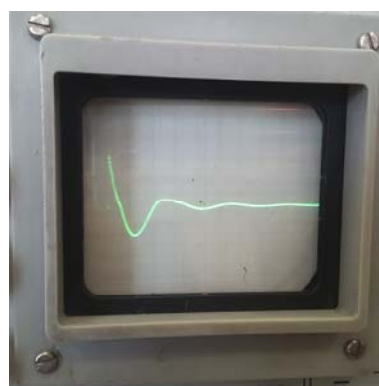


Рис. 4. С демфером

Библиографические ссылки

1. Воробьев В. Г., Кузнецов С. В. Автоматическое управление полетом самолетов : учеб. для вузов. М. : Транспорт, 1995.
 2. Кузнецов С. В. Системы автоматического управления полетом : пособие по подготовке к лабо-

раторной работе «Изучение и исследование автопилота АП-40». М. : МГТУ ГА, 2010.

© Герасимова Д. С., 2014

УДК 629.73.08; 629.7.004.67

А. О. Григорьевская, Е. А. Мутовина
 Научный руководитель – В. М. Мусонов
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

**КОНТРОЛЬ КАНАЛА КРЕНА ПО ЧАСТОТНЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ
 В АВТОПИЛОТЕ «КРЕМЕНЬ-40» (АП-40)**

Рассмотрены вопросы технической диагностики канала крена по частотным характеристикам в автопилоте «Кремень-40».

Метод контроля по частоте относится к параметрическим методам. При его использовании осуществляется контроль динамических характеристик объектов. Это имеет большое значение, так как для определенных структурных схем объектов по статическим характеристикам вообще невозможно диагностирова-

ние, если не изменять эти схемы специальным образом на время процесса контроля.

Для определения признаков работоспособности элементов схемы необходимо измерить соответствующие параметры в определенные дискретные моменты времени и сравнить результаты измерений

с областью допустимых значений. При использовании частотного метода роль такого изменяемого параметра играет тестовый ступенчатый сигнал, поступающий на вход объекта контроля [1].

На практике данный метод используется для непрерывного динамического контроля систем управления с достаточно инерционным исполнительным приводом. Например, в автопилоте «Кремень-40» (АП-40) при контроле исправности бокового и продольного каналов.

Принцип осуществления частотного контроля в боковом канале АП-40 следующий. Сигнал частотой 400 Гц амплитудно модулируется сигналом частотой 13 Гц. Через сопротивление сигнал подаётся на вход канала. На выходе модулированный контрольный сигнал попадает на диодный мост, где он преобразуется из переменного в постоянный ток. Так как выпрямление двухполупериодное, то происходит удвоение моделирующей частоты. Далее сигнал поступает на фильтр, где происходит выделение модулирующей частоты (удвоенной) и выпрямление сигнала. Сигнал постоянного тока держит контрольный усилитель

в постоянно сработанном состоянии. При пропадании контрольного сигнала через определённое время задержки усилитель обесточивает реле, что приводит к отключению канала крена и подаче напряжения на табло «Отказ АП бок». При возобновлении сигнала восстановление работы автопилота не произойдёт до его перезагрузки [2].

Для наилучшего усвоения принципа работы данной системы предполагается сконструировать её модель и получить соответствующие частотные характеристики.

Библиографические ссылки

1. Воробьев В. Г., Константинов В. Д. Надежность и техническая диагностика авиационного оборудования : учебник. М. : МГТУ ГА, 2010.
2. Кузнецов С. В. Системы автоматического управления полетом: Пособие по подготовке к лабораторной работе «Изучение и исследование автопилота АП-40». М. : МГТУ ГА, 2010.

© Григорьевская А. О., Мутовина Е. А., 2014

УДК 629.73.08; 629.7.004.67

Д. А. Казанцев, М. А. Шнайдер

Научный руководитель – *Н. В. Юрковец*

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

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ СИНХРОННЫХ МАШИН ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ

Проведено исследование работы синхронных машин при различных режимах работы и процессов, связанных с изменением их состояния.

Синхронной машиной называется такая машина переменного тока, ротор которой вращается с такой же скоростью, что и магнитное поле, создаваемое статорной многофазной обмоткой переменного тока, т. е. с синхронной скоростью.

Ссинхронная машина может работать в режимах двигателя, генератора и синхронного компенсатора

Применение синхронных машин в авиации находит своё место в авиационных генераторах. По принципу действия авиационные генераторы не отличаются от аналогичных наземных генераторов, но обладают рядом специфических особенностей: малый вес и габариты, большая плотность тока якоря, принудительное воздушное, испарительное или жидкостное охлаждение, высокая частота вращения ротора, применение высококачественных конструкционных материалов и пр. Применение на летательных аппаратах переменного тока вместо постоянного дает возможность повысить напряжение в системе электроснабжения до 200–400 В и, тем самым, снизить передаваемые токи, а следовательно, и массу бортовой сети; применить бесколлекторные генераторы и электродвигатели, которые более надежны, чем коллекторные машины; получить постоянный ток с помощью трансформаторно-выпрямительных блоков, имеющих высокий КПД. Поэтому на современных самолетах

применение переменного тока вместо постоянного, находит широкое распространение, хотя это и связано с рядом трудностей [1–3].

Исследование работы синхронной машины (генератора) и получение экспериментального подтверждения теоретическим сведениям о свойствах ее, проведено в двух режимах работы

Внешние характеристики синхронного генератора при исследовании работы на активную, индуктивную и емкостную нагрузки имеют вид (рис. 1).

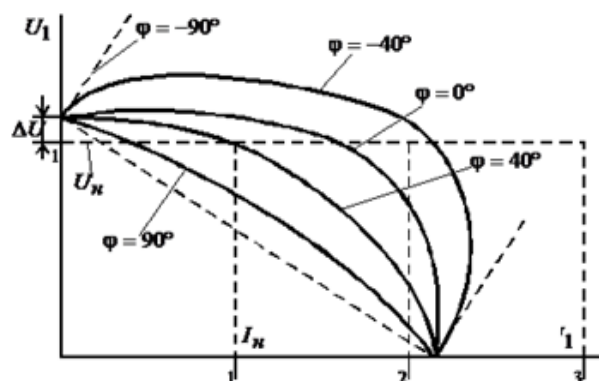


Рис. 1. Внешние характеристики синхронного генератора при различных видах нагрузки

Исследования показали, что при активной нагрузке ток якоря создает магнитное поле, действующее в поперечном отношении к полюсам. При этом одну сторону размагничивает, а другую подмагничивает. В итоге магнитная система машины незначительно, но все же размагничивается, поэтому магнитный поток и ЭДС уменьшаются [4–6].

При индуктивной нагрузке в синхронном генераторе вектор I отстает от вектора U на 90° и создает магнитодвижущую силу направленную встречно основному магнитному потоку, который создает обмотка возбуждения расположенная на роторе. Поэтому она размагничивает магнитную систему и уменьшает ЭДС создаваемую генератором.

При емкостной нагрузке ток подмагничивает магнитную систему машины, содействует основному магнитному потоку и увеличивает ЭДС генератора, т. е. напряжение генератора с увеличением нагрузки тока повышается вследствие действия продольно-намагничивающей реакции якоря.

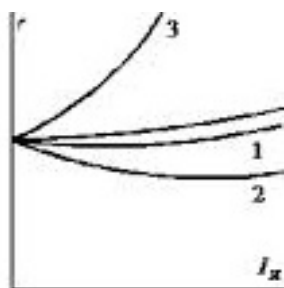


Рис. 2. Параллельная работа синхронных генераторов

В параллельной работе ЭДС синхронных генераторов в момент подключения их к сети равна и противоположна по фазе напряжению сети, частота ЭДС равна частоте переменного напряжения в сети, а порядок следования фаз на выводах генераторов такой же как и на зажимах сети. Следует отметить, что если порядок следования фаз генератора отличается от порядка следования фаз сети, то для создания требуемого порядка следования фаз необходимо поменять местами соответствующие фазы генераторов.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в двух режимах работы синхронных генераторов экспериментальные исследования подтверждают теоретические сведения.

Библиографические ссылки

1. URL: http://ru.wikipedia.org/Синхронная_машина (дата обращения: 25.03.2014).
2. URL: <http://www.favorit-grand.narod.ru/preimuschestvo.sm.html> (дата обращения: 25.03.2014).
3. URL: http://konspektiruem.ru/articles/electrical_engineering/Harakteristiki_sinhronnogo_generatora/ (дата обращения: 25.03.2014).
4. URL: <http://vertol.com.ua/catalog/katalog-ati/ati-dlya-otechestvennyh-vs-sistemy-bortovogo-oborudovaniya/sistema-bortovogo-9> (дата обращения: 25.03.2014).
5. URL: http://rza.org.ua/elteh/read/128--Harakteristiki-sinhronnih-generatorov_128.html (дата обращения: 25.03.2014).
6. URL: <http://adfoss.ru/knigi/oborudovanie/elektricheskie-mashiny-48.htm> (дата обращения: 25.03.2014).

© Казанцев Д. А., Шнайдер М. А., 2014

УДК 621.396.932.1

В. А. Калинин, А. В. Вишнев

Научный руководитель – *А. В. Кацура*

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

ВЛИЯНИЯ ЗАТЕНЕНИЯ РЕЛЬЕФОМ МЕСТНОСТИ НА ВЕРОЯТНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ВОЗДУШНОГО СУДНА

Представлен анализ влияния затенения рельефом местности на вероятность определения местоположения ВС, терпящего бедствия, с использованием средств системы Коспас-Сарсат.

Основными причинами снижения эффективности работы системы, связанными с характером рельефа местности в зоне бедствия, могут быть:

- недостаточное количество сообщений, полученных станциями приема и обработки информации от радиомаяка для осуществления доплеровских измерений, из-за ограниченного времени нахождения в зоне видимости АРМ искусственного спутника Земли (ИСЗ) низкоорбитальной группировки (НГ) системы Коспас-Сарсат (рис. 1) [1; 2].
- недостаточное количество НКА GPS/ГЛОНАСС, находящихся в зоне видимости АРМ, для определения местоположения встроенным ПИ СРНС [3–5];

- ухудшение точности определения местоположения объекта, терпящего бедствие, встроенным в АРМ ПИ СРНС из-за плохого взаимного геометрического расположения АРМ и НКА рабочего созвездия;
- невозможность передачи аварийного сообщения на СПОИ через ИСЗ геостационарной группировки (ГГ) системы Коспас-Сарсат из-за его затенения рельефом местности.

Для оценки влияния рельефа местности на работу системы был разработан математический программный комплекс (МПК) в среде прикладного научно технического программирования MATLAB (рис. 2).

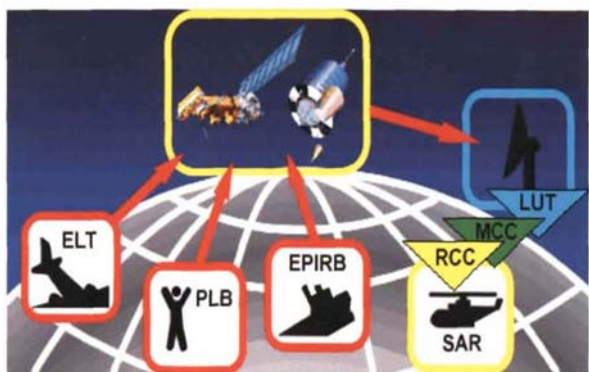


Рис. 1. Концепция системы Коспас-Сарсат

Комплекс позволяет оценивать вероятность определения координат терпящего бедствие с использованием собственных средств системы Коспас-Сарсат (доплеровских измерений) и дополнительного навигационного устройства, работающего по сигналам СРНС GPS/ГЛОНАСС, а также возможность передачи полученных от навигационного устройства координат через ИСЗ геостационарной и низкоорбитальной группировки системы Коспас-Сарсат в течение заданного интервала времени.

Входными данными для моделирования является:

- набор орбитальных параметров НКА (альманахи GPS и ГЛОНАСС), позволяющих рассчитать координаты спутников в геоцентрической прямоугольной системе координат $X_{ИСЗ}^{СРНЗ} = [x, y, z]$;
 - координаты геостационарных спутников $X_{ИСЗ}^{СРНЗ} = [\varphi, \lambda]$ набор орбитальных параметров низкоорбитальной группировки системы Коспас-Сарсат;
 - угол раскрытия ущелья α ;
 - координаты объекта, терпящего бедствие $X_{об} = [B_{об}, L_{об}, H_{об}]$.
- При моделировании приняты следующие допущения:
- Объект, терпящий бедствие, находится на дне ущелья.
 - Значение эксцентриситета орбит спутников созвездия GPS/ГЛОНАСС и спутников системы Коспас-Сарсат в модели равно нулю ($e = 0$).
 - Период повторения сообщения $APMT_{повт} = 50$ с.
 - Все передаваемые АРМ сообщения в системе передаются без ошибок.
 - Созвездие НКА системы ГЛОНАСС состоит из спутников серии М (в альманахе передается рассогласование системного времени GPS и ГЛОНАСС).

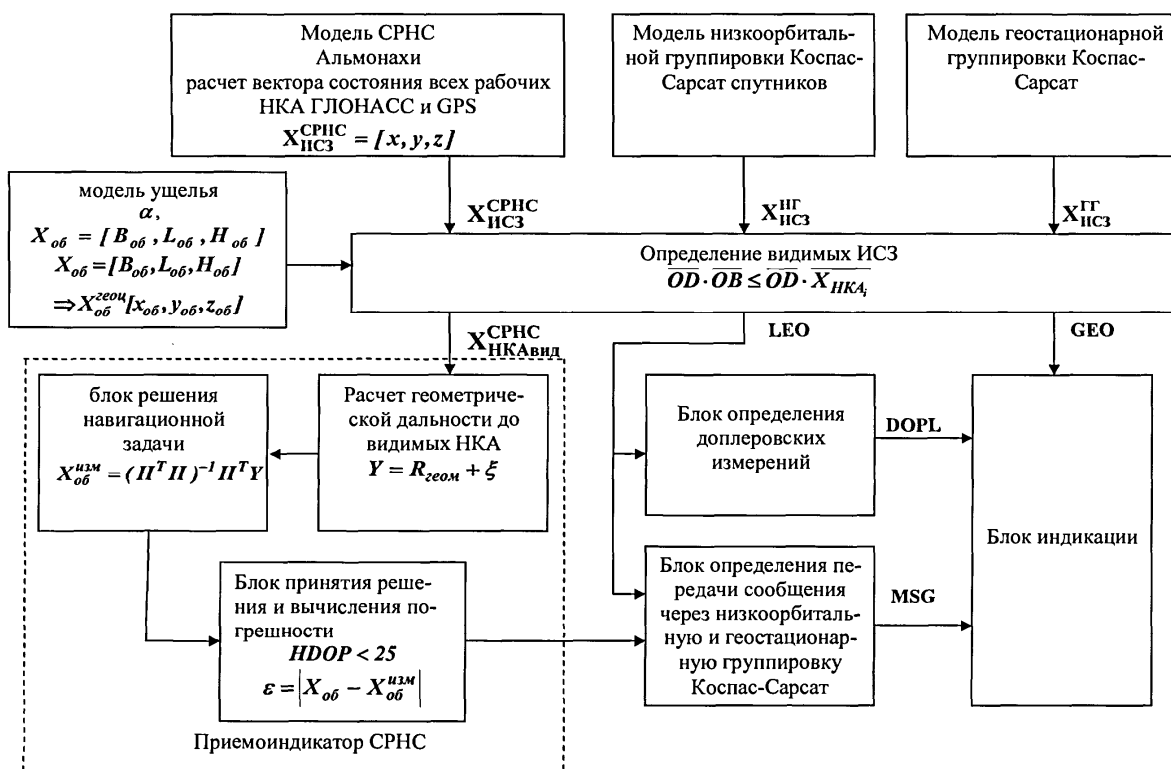


Рис. 2. Схема программно-математического комплекса

Библиографические ссылки

1. Федеральные авиационные правила поиска и спасения в государственной авиации.
2. Коспас-Сарсат : офиц. сайт. URL: <http://www.cospas-sarsat.org> (дата обращения: 18.03.2014).
3. ИКД ГЛОНАСС Редакция 5.0.2002.

4. GPS interface control document ICD-GPS-200,2000.
5. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / под ред. А. И. Петрова, В. Н. Харисова. М. : Радиотехника, 2005.

УДК 621.396.932.1

А. В. Кацура, А. В. Вишнев, Ю. А. Макаренко
Научный руководитель – *В. М. Мусонов*
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ НАДЕЖНОСТИ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВЕРТОЛЕТОМ МИ-8, МИ-8ПС, МИ-8Т

Повышение эффективности использования по назначению авиационной техники при обеспечении высокой безопасности полетов – главный источник укрепления и роста экономики предприятий гражданской авиации.

В процессе совершенствования авиационной техники, возрастает оснащение летательных аппаратов автоматическими системами управления и регулирования, аналоговыми и цифровыми вычислительными устройствами. Однако при этом увеличивается число элементов, узлов, блоков изделий. И чем больше элементов в изделии, тем будет и больше вероятность отказа. Появление отказа определенных изделий в полете может быть причиной предпосылки к летному происшествию или самого происшествия. Таким образом, повышение эффективности авиационной техники усложняет проблему повышения надежности и безопасности полетов [1].

По данным ИКАО около 20...30 % всех авиационных происшествий (АП) происходят из-за отказов авиационной техники, до 14 % АП являются следствием низкого качества технического обслуживания авиационной техники, т. е. происходят по вине инженерно-технического состава авиационных предприятий [2].

Существенный рост усилий в системе управления наблюдается при маневрировании вертолета по сравнению с уровнем этих усилий на режиме установившегося горизонтального полета, особенно при выполнении маневрирования с большой исходной скоростью, так как вследствие искривления траектории полета лопасти попадают в собственный вихревой след. Мощные вихревые жгуты, сходящие с концов предыдущих по вращению лопастей или этих же самих лопастей за предыдущий оборот, воздействуя на лопасти, вызывают всплески аэродинамической нагрузки и шарнирных моментов. А шарнирные моменты, скручивающие лопасти относительно продольной оси, и являются, как известно, источником усилий в системе управления вертолета.

Таким образом, срыв потока с лопастей несущих винтов НВ при полете на большой высоте с большой скоростью, а также при энергичном маневрировании приводит к значительному росту мгновенных усилий на исполнительных штоках гидроусилителей системы управления, создающему угрозу безопасности полетов вертолета из-за возможной «просадки» гидроусилителей и «вождения» рычагов управления. По этой причине в руководстве по летной эксплуатации ограничиваются максимальные скорости горизонтального полета вертолета на больших высотах, углы тангажа и крена при маневрировании.

На участке системы управления от рычагов и педалей в пилотской кабине до гидроусилителей действуют лишь мускульные усилия пилота, преодолеваю-

щего трение в системе управления (в сочленениях тяг, качалок, в золотниковых распределительных устройствах гидроусилителей) и усилия пружинных механизмов загрузки. Зависимость усилий на рычагах управления от их перемещений, создаваемая пружинными механизмами загрузки, позволяет пилоту хорошо «чувствовать» вертолет в полете, управлять им не по величине отклонений ручки и педалей управления, а по ощутимым нагрузкам на органах управления и поведению самого вертолета.

Элементы забустерной части системы управления (автомат перекося, тяги, качалки, кронштейны, детали крепления гидроусилителей) нагруженные значительными переменными усилиями, имеют ограниченный ресурс.

Влияние гидросистемы на управляемость. Система управления современных вертолетов неразрывно связана с гидравлической системой, к эффективности функционирования и надежности которой предъявляются особенно высокие требования, так как выход из строя гидросистемы для вертолета Ми-8, как правило, влечет за собой полную потерю управляемости.

Высокая эксплуатационная надежность гидросистем современных вертолетов обеспечивается следующими основными факторами:

- в отличие от самолетов на вертолетах гидрососы устанавливаются не на двигателях, а на главном редукторе и при отказе двигателей работают с нормальной подачей на режиме самовращения НВ;
- установка гидроусилителей на жестком картере главного редуктора исключает возможность автоколебаний управления на участке за гидроусилителями, возникающих обычно вследствие недостаточной жесткости и деформаций опор гидроусилителей;
- специально проектируемые гидроусилители обладают повышенной динамической прочностью для восприятия знакопеременных нагрузок от шарнирных моментов лопастей.

Благодаря отмеченным особенностям гидросистемы современных вертолетов обладают высокой степенью безотказности и эффективности функционирования.

Однако для обеспечения безопасности полетов при летной эксплуатации вертолетов необходимо иметь в виду следующее.

1. На закритических режимах полета, при значительном превышении допустимых значений максимальной скорости, нормальной перегрузки, углов тангажа и крена усилия от шарнирных моментов лопастей НВ могут превысить располагаемые усилия гид-

роусилителей. Это приводит к «просадке» гидроусилителей, «вождению» ручки управления, самопроизвольному отклонению автомата перекоса, т. е. создает опасную ситуацию.

2. Располагаемые расчетные усилия гидроусилителей определяются при нулевой скорости штока и номинальном давлении в гидросистеме, а при энергичном маневрировании вертолета, когда пилот интенсивно работает одновременно всеми органами управления, давление жидкости в гидросистеме и соответственно располагаемая мощность гидроусилителей заметно падают. Это приводит к уменьшению задаваемой пилотом скорости перекладки органов управления и также может усложнить пилотирование вертолета.

Если усилие, развиваемое гидроусилителем, меньше усилия от шарнирных моментов на органах управления соответствующей системы, начинается затяжеление, а затем рывки, при полном падении давления переходящие в вождение ручки управления или перемещение рычага «шаг-газ» вверх. При отсутствии давления нагнетания и в дублирующей системе, т. е. полном отказе гидросистемы, гидроусилители работают как жесткие тяги, поэтому усилия от шарнирных моментов лопастей передаются на органы управления. Управление вертолетом Ми-8 в этом случае даже при согласованных действиях левого и правого пилотов чрезвычайно затруднительно.

В связи с этим важно сделать выводы, что основной причиной поломки гидроусилителей является

разрушающая нагрузка от вибрации при неблагоприятных обстоятельствах в полете, как показано на плакатах, основными неисправностями является трещина штока и ушка штока как у КАУ-30Б, так и у РА-60Б. Для этого важно более часто проводить инструктаж и доводку до летного состава ограничения по руководству летной эксплуатации вертолета, так как возникновение предельных нагрузок в основном является причиной ошибки летного состава.

Для предотвращения разрушения штока можно предпринять его усиление, то есть увеличение толщины стенки, что приведет к большей прочности штока, т. е. как выявлено из расчетов, что после 1 500 часов использования гидроусилителей вероятность разрушения штока составляет приблизительно 2 %, откуда следует, что толщину стенки штока следует увеличить на 2 %. Единственным недостатком при использовании этого метода будет увеличение массы гидроусилителя, что является не значительным недостатком при решении этой проблемы.

Библиографические ссылки

1. Авиация: Энциклопедия. М. : Большая российская энциклопедия / гл. ред. Г. П. Свищев. М., 2008.
2. Когге Ю. К., Майский Р. А. Основы надежности авиационной техники М. : Машиностроение, 2005.

© Кацура А. В., А Вишневу. В.,
Макаренко Ю. А., 2014

УДК 621.396.932.1

С. А. Кривенко

Научный руководитель – *А. Р. Акзигитов*

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

ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАВИГАЦИИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ В ОТДАЛЕННЫХ И ТРУДНОДОСТУПНЫХ РАЙОНАХ РОССИИ

Рассматривается проблема обеспечения навигации воздушных судов при доставке грузов и людей в труднодоступные районы, не охваченные единым навигационным полем.

В процессе обеспечения воздушного движения одной из важных задач является непрерывное определение местоположения воздушных судов. Именно оно позволяет контролировать выполнение заданного плана полета и фиксировать отклонения от маршрута.

Большие трудности возникают при выполнении данной задачи в районах, где отсутствуют радиолокационные станции (РЛС), в горных местностях, лесных массивах, в высоких широтах и на малых и предельно малых высотах [1–3].

Целесообразно решать данную проблему с использованием спутниковых навигационных систем, спутниковых систем связи и систем автоматического мониторинга транспортных средств.

Гражданская авиация РФ является одной из основных составляющих Единой транспортной системы России и выполняет огромные объемы работ по пере-

возке людей и грузов в пределах страны и за рубеж. В то же время имеются такие регионы в стране, куда может производить доставку грузов и людей только авиация, где практически отсутствуют железнодорожные и автомобильные коммуникации. К таким регионам относятся регионы за Полярным кругом, на Крайнем Севере, на Дальнем Востоке, в горах Алтайского края, в тайге Красноярского края и т. д. В эти районы выполняются полеты воздушных судов МЧС, Гражданской авиации, Авиации общего назначения. Возникают потребности отправки грузов и людей для геолого-разведывательных и геодезических, для целей топливно-добывающей промышленности (нефтяные и газовые комплексы), для обеспечения действий санитарной, пожарной и других видов авиации.

Отсюда возникает достаточно сложная задача обеспечения своевременной доставки грузов и людей

в заданную точку с обеспечением необходимых требований по безопасности полетов. Задача осложняется тем, что в указанных выше труднодоступных районах практически отсутствует единое радионавигационное поле, что существенно осложняет вопрос проводки ВС по маршруту, вывода его в заданную навигационную точку и обеспечения посадки в местах, для этого не предназначенных.

Решение задачи создания единого радионавигационного поля для всей РФ в обозримом будущем не ставится, так как размещение соответствующей радионавигационной аппаратуры на земле и создание необходимой инфраструктуры в труднодоступных и отдаленных районах экономически невозможно из-за огромных материальных и других затрат.

Естественным путем решение указанной задачи является использование спутниковых навигационных систем типа ГЛОНАСС и GPS [4; 5].

Однако на данный момент система ГЛОНАСС развернута примерно на 30 % своих возможностей (используется в ИСЗ вместо требуемых ГУ) и в ближайшей временной перспективе ожидать ввода ее в полнообъемную эксплуатацию нереально. Система GPS не предусматривает возможности обеспечения навигации ВС над всей территорией России и может это сделать только при совместном использовании с системой ГЛОНАСС.

Таким образом, возникает важная и актуальная научная проблема обеспечения навигации ВС авиации различного назначения в отдаленных и труднодоступных районах России. Обратим внимание, что эта проблема по существу распадается на 2 взаимосвязанных проблемы: проблема проводки воздушного судна по маршруту в отсутствие единого радионавигационного поля, вывода ВС в заданную точку, где отсутствуют специальные навигационные реперные ориентиры и проблема обеспечения посадки ВС в местах, для этой цели не предназначенных.

Указанную проблему можно попытаться решать с помощью установки дополнительных средств навигации на борту ВС в виде автономных устройств, и на-

пример, радиометрическое оборудование или иного. Однако установка дополнительного оборудования не всегда желательна, а для ряда типов ВС и невозможно.

Поэтому рассматривается вариант решения сформулированной выше проблемы путем использования штатного бортового радиотехнического оборудования в качестве навигационного средства, одновременно решающего задачу навигации ВС по маршруту и обеспечения посадки ВС на необорудованные площадки при сохранении заданного уровня безопасности полетов.

В этой связи возникает важная научно-техническая задача обеспечения навигации ВС при доставке грузов и людей в труднодоступные районы страны в условиях отсутствия единого радионавигационного поля путем использования для этих целей штатного бортового радиотехнического оборудования.

Библиографические ссылки

1. Крыжановский Г. А. Введение в прикладную теорию управления воздушным движением. М. : Машиностроение, 1984. 208 с.
2. Организация управления воздушным движением / В. И. Алешин, Ю. П. Дарымов, Г. А. Крыжановский др. М. : Транспорт, 1988. 264 с.
3. Управление воздушным движением / Т. Г. Анодина, С. В. Володин, В. П. Куранов, В. И. Мокшанов. М. : Транспорт, 1988. 229 с.
4. Вычужанин В. Б. Повышение точности отображения воздушной обстановки за счет перехода на спутниковую технологию навигационных определений ВС при УВД с автоматическим зависимым наблюдением // Научный вестник МГТУ ГА. 2007. № 112. С. 121–124.
5. Вычужанин В. Б. Повышение эффективности принятия решений диспетчером УВД по устранению конфликтных ситуаций при использовании СРНС // Научный вестник МГТУ ГА. 2007. № 112. С. 125–128.

© Кривенко С. А., 2014

УДК 621.396.932.1

С. А. Кривенко

Научный руководитель – Р. А. Акзигитов

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

АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ДВИЖЕНИЯ ОБЪЕКТА НА ВОЗДУШНОМ УЧАСТКЕ ТРАЕКТОРИИ

Рассматривают метод решения задачи движения системы «груз-парашют».

На начальной стадии проектирования, когда многих исходных данных еще не имеется, а требуется знать хотя бы приближенные значения условий привода, применяют приближенный метод решения задачи движения системы «груз-парашют».

Метод заключается в том, что систему заменяют материальной точкой, масса которой равна массе груза и парашюта, сила аэродинамического сопротивления

равна сумме сопротивлений груза и парашюта. Кроме того, рассматривается движение в вертикальной плоскости при отсутствии ветра.

В этом случае уравнения движения системы принимают вид [1; 2]:

$$m \frac{dV}{dt} = -X - mg \sin \theta;$$

$$mV \frac{d\theta}{dt} = -mg \cos \theta;$$

$$\frac{dx}{dt} = V \cos \theta;$$

$$\frac{dy}{dt} = V \sin \theta.$$

В этих уравнениях m – суммарная масса груза и парашюта; V – скорость движения; X – сила лобового сопротивления; θ – угол наклона траектории; x , y – координаты траектории.

В выписанных уравнениях следует учитывать переменность плотности воздуха и зависимость коэффициента лобового сопротивления от числа Маха.

Естественно, уравнения решаются численным методом, причем здесь имеется возможность оценить влияние тормозного парашюта.

Алгоритм решения задачи состоит в следующем:

1) ввод исходных данных:

– параметры груза: масса, площадь миделевого сечения, коэффициент лобового сопротивления при нулевом угле атаки и нулевом числе Маха;

– условия постановки: высота сбрасывания, скорость сбрасывания, начальный угол наклона траектории;

– параметры парашютной системы: площадь и коэффициент сопротивления тормозного парашюта, высоту раскрытия тормозного парашюта;

2) решение уравнений движения системы одним из численных методов. На каждом шаге интегрирования определяются характеристики движения (скорость, координаты траектории, угол наклона касательной к траектории к горизонту), а также изменение внешних условий (плотность воздуха), коэффициента сопротивления. Останов программы должен произойти, когда высота достигнет нулевого значения.

Представленный приближенный метод обладает существенной простотой и, в то же время, позволяет получить достаточно точные результаты, на основании которых можно судить о баллистических свойствах исследуемой системы груз-парашют [3].

Формула для вычисления величины коэффициента сопротивления парашюта имеет вид:

$$c_n = 0.5c_{w0}(k_1 + \beta^2 - 1)A^2 f_1(L)f_2(k_n).$$

Здесь c_{w0} – коэффициент воздухопроницаемости ткани, из которой сделан купол парашюта; k_1 – коэффициент, характеризующий гидравлические потери; β – коэффициент, учитывающий увеличение скорости обтекания парашюта воздухом в районе его миделевого сечения;

$$A = \frac{\sqrt{c_{w0} + (1 - k_n)^2 - \frac{(\tilde{\alpha}k_n)^2 c_{w0}}{1 + \lambda} - \frac{\tilde{\alpha}k_n(1 - k_n)}{(1 + \lambda)^2}}}{c_{w0} + (1 - k_n)^2}$$

функция, характеризующая конструктивные особенности парашюта; $kn = F_0/F_n$ – коэффициент конструктивной воздухопроницаемости; F_0 – площадь полного отверстия; F_n – площадь парашюта; λ – коэффициент гидравлических потерь;

$$f_1(L) = \frac{L - 0.39}{0.135 + 0.87L}$$

функция, зависящая от длины строп; L – длина стропы, отнесенная к радиусу купола парашюта в раскрые;

$$f_2(k_n) = 1 - k_n -$$

функция, зависящая от конструктивной проницаемости парашюта.

Для парашютов типа плоский круг принимают:

$$k_1 \approx 1; \tilde{\alpha} = 0.64; \lambda = 0.06; \beta = 1.26.$$

Коэффициент воздухопроницаемости ткани C_{w0} зависит от многих факторов. Основными из них являются толщина нити и стиль ткани. В таблице представлены значения этого коэффициента для некоторых тканей.

Для предварительной оценки значения коэффициента сопротивления парашюта были выбраны:

– ткань № 3, $C_{w0} = 158.7$;

– коэффициент искусственной воздухопроницаемости $K_p = 0.2$;

– безразмерная длина стропы $L = 3$;

– газодинамические параметры

В этом случае коэффициент аэродинамического сопротивления парашюта $S_p = 0,55$.

Коэффициенты воздухопроницаемости некоторых парашютных тканей

№ ткани	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C_{w0}	81.35	76,7	158,7	220	334,3	606	1353,6	83,5	43,2	77,08

Библиографические ссылки

1. Егупов Н. Д. Синтез регуляторов и теория оптимизации систем автоматического управления. М. : Изд. МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000.

2. Grimble M. J. Robust industrial control: Optimal design approach for polynomial systems. Prentice Hall. 1994. P. 433–456.

3. Лэ Ху Фонг. Демпфирование колебаний груза, подвешенного под вертолетом, при управлении его продольным движением с помощью нейронной сети // Авиакосмическое приборостроение. М., 2003. № 10. С. 54–60.

© Кривенко С. А., 2014

УДК 629.73.08; 629.7.004.67

И. А. Ларченко, Ю. О. Шмелев
 Научный руководитель – Н. В. Юрковец
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АВИАЦИОННЫЕ АСИНХРОННЫЕ МАШИНЫ СПЕЦИАЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ. ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Проанализированы основные технические и эксплуатационные данные авиационных асинхронных машин специального применения.

Электрические машины представлены на самолетах генераторами постоянного и переменного тока, преобразователями тока и напряжения, электромашинами усилителями, электродвигателями привода и электромеханизмами. Для удобства анализа все эти устройства относят к одному из двух основных видов электрических машин – генераторам или электродвигателям [1].

Асинхронные преобразователи частоты применяются преимущественно для получения переменного напряжения с частотой 100–200 Гц, необходимого для питания асинхронного привода с частотами вращения выше 3 000 об/мин (электропилы и другие ручные электрические машины).

Однофазные асинхронные двигатели – машины небольшой мощности, которые по конструктивному исполнению напоминают аналогичные трехфазные электродвигатели с короткозамкнутым ротором [2].

Статор асинхронного двигателя с экранированными полюсами имеет явнополюсную конструкцию. На полюсах размещается однофазная обмотка, которая подключается в однофазную сеть. Часть полюса охватывает короткозамкнутый виток **К**. На роторе двигателя имеется обычная короткозамкнутая обмотка в виде беличьей клетки.

Исследования влияния частоты на размеры и вес асинхронных электродвигателей и трансформаторов самолетного типа показали, что оптимальной частотой переменного тока для самолетов является частота 400 Гц, при которой наибольшая возможная скорость вращения электродвигателей составляет 24 000 об/мин.

Вес асинхронных электродвигателей самолетного типа при частоте 400 Гц примерно на 40 % меньше веса электродвигателей постоянного тока, рассчитанных на 24 В, имеющих ту же номинальную мощность и скорость вращения. В связи с этим в последние годы была установлена как наиболее рациональная для тяжелых самолетов трехфазная система при частоте 400 Гц с нейтралью, соединенной с корпусом самолета, линейным напряжением 208 В и фазовым 120 В. Во многих случаях самолетные электродвигатели должны иметь большие кратности пусковых моментов. В связи с этим асинхронные электродвигатели самолетного типа выполняются с глубоким пазом для обмотки ротора и беличьей клеткой из латуни, обладающей значительно большим удельным сопротивлением, чем медь.

Специальные асинхронные машины включают: Автономный асинхронный генератор,

- асинхронный преобразователь частоты;
- однофазный асинхронный двигатель;
- однофазный асинхронный двигатель с пусковой обмоткой;
- асинхронный двигатель с экранированными (расщепленными) полюсами, и другие, которые рассмотрены ниже.

Асинхронные тахогенераторы. Тахогенераторы применяют для преобразования механического вращения в электрический сигнал. На выходе тахогенератора возникает напряжение, пропорциональное частоте вращения вала какой-либо машины. Шкала прибора, включенного на выходе тахогенератора, градуируется непосредственно в оборотах в минуту (об/мин) или километрах в час (км/ч) [3].

Асинхронный тахогенератор устроен так же, как двухфазный асинхронный двигатель с полым немагнитным ротором. На статоре в пазах уложены две обмотки, сдвинутые в пространстве на 90°. Одна из обмоток **В** (возбуждения) постоянно включена в сеть переменного тока, другая обмотка **Г** (генераторная) присоединена к нагрузке (электроизмерительному прибору **У**), т. е. является выходной.

Сельсины. Сельсины синхронной связи служат для синхронного и синфазного поворота или вращения двух или нескольких осей, механически не связанных между собой. В простейшем случае синхронную связь осуществляют с помощью двух одинаковых, электрически соединенных между собой индукционных машин, называемых сельсинами. Одну из этих машин, механически соединенную с ведущей осью, называют датчиком, а другую, соединенную с ведомой осью (непосредственно или с помощью промежуточного исполнительного двигателя), – приемником.

Вращающиеся трансформаторы. К ним относятся электрические микромашины переменного тока, преобразующие угол поворота ротора θ в напряжение, пропорциональное этому углу или некоторым его функциям. В зависимости от закона изменения напряжения на выходе их подразделяют на следующие типы:

- а) синусно-конусный трансформатор, позволяющий получать на выходе два напряжения, одно из которых пропорционально $\sin\theta$, а другое – $\cos\theta$;
- б) линейный вращающийся трансформатор, выходное напряжение которого пропорционально углу θ ;
- в) вращающийся трансформатор-построитель, выходное напряжение которого имеет связь с подаваемыми первичными напряжениями U_1 и U_2 в виде закона

$$U_{\text{вых}} = C\sqrt{U_1^2 + U_2^2},$$

где C – конструктивная постоянная.

Для получения вращающихся трансформаторов различных типов можно использовать одну и ту же машину с двумя обмотками на статоре и двумя на роторе при различных способах их включения. Эти трансформаторы применяют в автоматических и вычислительных устройствах, предназначенных для решения геометрических и тригонометрических задач, выполнения различных математических операций, построения треугольников, преобразования координат, разложения и построения векторов и пр. В системах автоматического регулирования их используют в качестве измерителей рассогласования, фиксирую-

щих отклонение системы от некоторого заданного положения.

Библиографические ссылки

1. Панасюк Г. И., Попов И. А., Привалов Г. В. Авиационные электрические машины. М. : ВВИА им. Н. Е. Жуковского, 1985.
2. Специальные электрические машины / А. И. Бертинов, Д. А. Бут и др. М. : Энергоиздат, 1982.
3. Бут Д. А. Бесконтактные электрические машины. М. : Высш. шк., 1986.

© Ларченко И. А., Шмелев Ю. О., 2014

УДК 629.73.08; 629.7.004.67

Е. А. Лосев, С. В. Полежаев

Научный руководитель – *Н. В. Юрковец*

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

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ И ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ТИПОВ АВИАЦИОННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН. МЕСТО АВИАЦИОННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН В СИСТЕМЕ СОВРЕМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

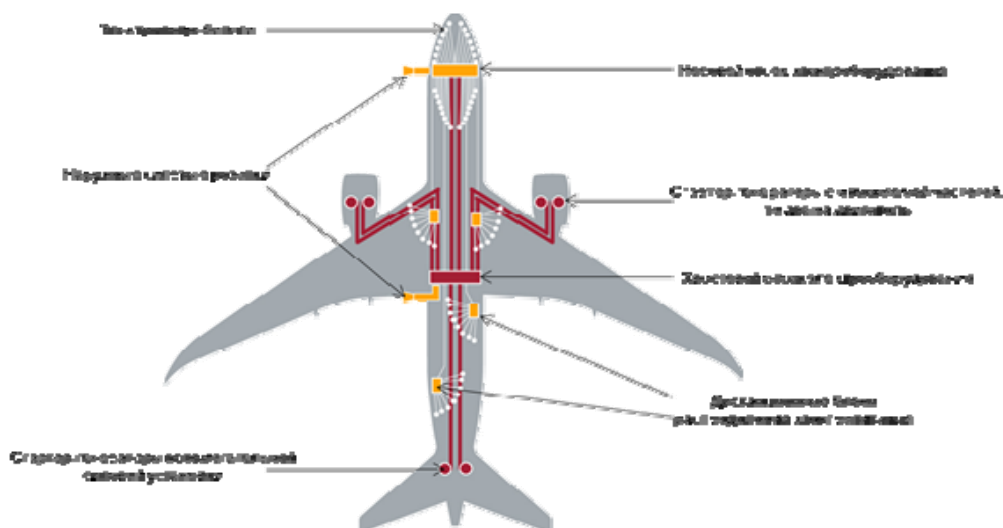
Рассматривается актуальность использования авиационных электрических машин в системе современного оборудования воздушных судов.

Электрические машины являются основными элементами электрических установок. Электрические машины, предназначенные для преобразования механической энергии в электрическую называются генераторами, а электрической в механическую – двигателями. К электрическим машинам также относят и трансформатор. Принцип действия электрических машин основан на физических законах электромагнитной индукции и электромагнитных сил [1].

Авиационные электрические машины применяются в качестве электромашинных преобразователей (ПТ-750, ПО-750), синхронных однофазных и трёх-

фазных машин (ГТ-40ПЧ-6), асинхронных однофазных и трёхфазных машин, машин постоянного тока (СТГ-18ТМО).

Место авиационных электрических машин в системе современного оборудования воздушных судов рассмотрим на примере последней модели самолёта американской компании Boeing – Boeing 787 Dreamliner [2]. В самолёте Boeing 787 Dreamliner для питания систем самолёта используется электроэнергия, а не пневматика, и он зависит от электроэнергии в большей степени, чем все другие самолёты компании Boeing.



Размещение электрооборудования на самолете Boeing 787 Dreamliner

В отличие от других моделей, электроэнергия на борту самолета Boeing 787 используется для питания такого оборудования, как приборы для контроля параметров окружающей среды, система пуска двигателей, гидравлическая и противобледенительная система. Для обеспечения большего потребления электроэнергии самолет Boeing 787 вырабатывает ее большее количество – около 1,5 МВт, или в четыре раза больше, чем на других самолетах Boeing.

На каждом двигателе имеется по два генератора, называемых стартер-генераторами с изменяемой частотой, непосредственно соединенных с коробкой приводов двигателя. Они называются генераторами «с изменяемой частотой», потому что они генерируют частоту напряжения, пропорциональную частоте вращения двигателя.

Стартер-генераторы с изменяемой частотой являются первичными источниками электроэнергии во время работы двигателей. На земле их можно использовать для запуска двигателей, используя электроэнергию от вспомогательной силовой установки (ВСУ). На ВСУ также имеются два стартер-генератора. Как и стартер-генераторы двигателей, стартер-генераторы ВСУ являются источниками электропитания в полете. Также их можно использовать на земле для запуска двигателей самолета: стартер-генераторы ВСУ (в режиме электродвигателя) получают электропитание от специальной аккумуляторной

батареи (или от аэродромного питания) для запуска ВСУ, которая затем используется для запуска стартер-генераторов (в режиме генератора) с изменяемой частотой, которые, в свою очередь, запускают двигатели.

На самолете Boeing 787 электропитание подается от генераторов на четыре шины переменного тока. Далее оно распределяется для потребления без преобразования (235 В переменного тока) или сначала преобразуется до значений, которые требуются другим системам и оборудованию.

В современных самолётах электроэнергия играет огромную роль, ведь с её помощью работает большое количество различных систем, что следует из примера с Boeing 787. Авиационные электрические машины в системе современного оборудования воздушных судов применяются в основном как стартер-генераторы: в роли электродвигателя, для запуска ВСУ, и в роли генератора, для обеспечения бортовой сети электроэнергией.

Библиографические ссылки

1. Панасюк Г. И., Попов И. А., Привалов Г. В. Авиационные электрические машины. М., 1985. 500 с.
2. Boeing Russia [Электронный ресурс]. URL: <http://www.boeing.ru/> (дата обращения: 18.03.2014).

© Лосев Е. А., Полежаев С. В., 2014

УДК 621.396.932.1

О. И. Любченко

Научный руководитель – *Р. А. Акзигитов*

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

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ НАВИГАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ГА НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ МЕЖСАМОЛЕТНОЙ НАВИГАЦИИ

Рассматриваются пути повышения эффективности использования авиационного транспорта посредством реализации концепции «Фри Флайт».

Целью исследований является повышение точности навигационного обеспечения ВС ГА на основе применения методов навигации, базирующихся на комплексной: обработке информации от взаимодействующих в системе УВД объектов, прежде всего ВС.

В настоящее время это пока только экспериментальные полеты в отдаленных районах с низкой плотностью воздушного движения [1]. Однако ИКАО уже начала работать над стандартами систем, которые могли бы оказать влияние на реализацию концепции «Фри Флайт». К таким системам относятся, например, бортовая система эшелонирования ASAS, широкоэшелонные системы автоматического зависящего наблюдения типа АЗН-В и некоторые другие. Однако до окончательной реализации этой концепции, как говорится, дистанция огромного размера. Здесь много организационных и правовых вопросов, связанных с ответственностью и ее разделением между диспетчером и пилотом. Помимо норм эшелонирования, дру-

гим важным фактором, повышающим пропускную способность и, соответственно, эффективность системы организации воздушного движения, является реализация новых высокопроизводительных концепций организации воздушного движения таких, как: свободный полет, передача ответственности за эшелонирование на борт воздушного судна и ряд других [2; 3]. Основным инструментом такой реализации будет являться вещательное АЗН.

Прогнозируемый на 2015 год уровень интенсивности воздушного движения в ВП России позволяет надеяться, что эксплуатируемые и внедряемые в ближайшее время радиолокационные системы обеспечат, в основном, требуемый уровень обслуживания прогнозируемого воздушного движения до полного внедрения АЗН-В, которое в 2015–20 годах должно стать основным методом наблюдения. Таким образом, не потребуются широкомасштабного развертывания инфраструктуры ВОРЛ с режимом S и реализации на его

основе функции улучшенного наблюдения. Состояние разработки АЗН-В в США, Европе и России внушает уверенность в том, что все оставшиеся вопросы, связанные с некоторой неопределенностью в отношении целостности и готовности АЗН-В, будут в ближайшее время сняты.

Обеспечение перехода от традиционных к перспективным наземным, бортовым и спутниковым средствам и системам требует соответствия концепции CNS/ATM и Глобальной эксплуатационной концепции системы организации воздушного движения ИКАО, создания технической базы для интеграции АНС в единую региональную Европейскую аэронавигационную систему. Для этого необходимо:

- широкое внедрение метода автоматического независимого наблюдения, линий передачи данных «земля–борт–земля», сокращенных минимумов вертикального эшелонирования, метода трехмерной зональной навигации прецизионной точности на маршруте и в районе аэродрома, процедур посадки воздушных судов по I и II категориям ИКАО на базе спутниковых систем с функциональными дополнениями, методов полета по свободным маршрутам; обеспечение возможности корректировки плана полета в процессе его выполнения, делегирование ответственности за эшелонирование в отдельных случаях экипажам воздушных судов [4; 5];

- повышение пропускной способности воздушного пространства по сравнению с 2005 годом в 1,8 раза при одновременном снижении риска катастроф в 2,7 раза;

- снижение эксплуатационных расходов пользователей воздушного пространства на 4,04 млрд долл;

- снижение негативного влияния на окружающую среду количества вредных выбросов в атмосферу

в районах аэродромов на 15 %, уменьшение воздействия на жилые районы шумов двигателей воздушных судов и электромагнитного излучения наземных радиотехнических средств обеспечения полетов.

Библиографические ссылки

1. Доклад руководителя Федерального агентства воздушного транспорта на расширенном заседании коллегии Росавиации 5 марта 2009 г. по итогам работы за 2008 год и планам на 2009 год [Электронный ресурс]. URL: <http://www.avia.ru> (дата обращения: 23.03.2014).

2. Анодина Т. Г., Кузнецов А. А., Маркович Е. Д. Автоматизация управления воздушным движением : учеб. для вузов / под ред. А. А. Кузнецова. М. : Транспорт, 1992.

3. Авиационная радионавигация : справочник / А. А. Сосновский, И. А. Хаймович, Э. А. Лукин, И. Б. Максимов / под ред. А. А. Сосновского. М. : Транспорт, 1990.

4. Об утверждении Концепции модернизации и развития Единой системы организации воздушного движения Российской Федерации. Постановление Правительства Российской Федерации от 22.02.00 № 144. Собрание законодательства Российской Федерации. 2000. № 9.

5. Об утверждении федеральной целевой программы «Модернизация единой системы организации воздушного движения Российской Федерации (2009–2015 годы)». Постановление Правительства РФ от 1 сентября 2008 г., № 652.

© Любченко О. И., 2014

УДК 621.396.932.1

О. И. Любченко, А. В. Вишнев

Научный руководитель – *Р. А. Аксигитов*

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

СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ ОБЛЕДЕНЕНИЯ И ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОТИВООБЛЕДЕНЕНИЯ ВОЗДУШНОГО СУДНА

Рассматриваются два способа устранения обледенения.

1. Одноступенчатое – устранение обледенения и одновременно (этой же ПОЖ) обеспечение противообледенения;

2. Двухступенчатое:

а) первая ступень – выполняется ПОЖ для устранения обледенения. Необходимо правильное применение жидкости, в зависимости от наружной температуры и температуры плоскости ВС. После устранения обледенения дополнительное нанесение (распыление) ПОЖ улучшает обеспечение плоскостей ВС от обледенения;

б) вторая ступень – выполнения противообледенения должно быть сделано другой ПОЖ не позднее 3-х минут после первой ступени. ПОЖ и ее кон-

центрация должна соответствовать погодным условиям.

В настоящее время большинство авиакомпаний придерживается рекомендаций ISO/FTF по противообледенительным процедурам [1; 2]. Однако в рамках этих рекомендаций в различных аэропортах в зависимости от местных условий технология противообледенительных работ может существенно отличаться. Она также может существенно отличаться для самолетов необычной компоновочной схемы.

От того, насколько правильно разработана для конкретного аэропорта технология противообледенительных работ непосредственно зависит безопасность полетов, экономичность применяемых методов,

а также эффективность предотвращения загрязнения окружающей среды [3; 4].

Можно выделить следующие основные общие положения, которые необходимо всегда иметь в виду:

- вся организация работы должна быть направлена на то, чтобы время между окончанием противообледенительной обработки и взлетом самолета было минимальным. Это особенно относится к условиям, когда процесс наземного обледенения продолжается;
- противообледенительные процедуры начинаются и заканчиваются тщательным внешним осмотром самолета. Это особенно важно в темное время суток;
- при обработке должны учитываться особенности конструкции данного типа самолета. Технология противообледенительных работ должна быть согласована с Конструктором самолета.

При удалении льда с поверхности самолета, а также при предотвращении обледенения наиболее часто применяется обработка жидкостью по принципу «сверху вниз». Удаление льда начинается с высоко расположенных участков поверхности. Жидкость, стекая с этих участков на нижние, продолжает «работать», удаляя лед и создавая защитную пленку.

Для крыла и горизонтального оперения обработку проводят обычно от концевых участков к корневым и от передней кромки к задней. В местах расположения элеронов и рулей высоты наоборот, удаление льда производится в направлении к передней кромке крыла и стабилизатора, чтобы предотвратить затекание жидкости в узлы подвески. Обработка самих элеронов и рулей высоты ведется по направлению к их задней кромке.

На некоторых самолетах при обработке стабилизатор устанавливается в нижнее положение. На других – наоборот, в верхнее.

Вертикальное оперение обрабатывается жидкостью, начиная с верхней его части.

Фюзеляж опрыскивается жидкостью также сверху вдоль его осевой линии. Прямого облива окон фюзеляжа рекомендуется избегать. Тщательное удаление льда в верхней части фюзеляжа особенно необходимо для самолетов с двигателями, расположенными в хвостовой части.

Удаление льда и снега с воздухозаборников двигателей, а также с элементов самих двигателей рекомендуется производить нагретым воздухом или механическим способом. Допускается обработка противообледенительной жидкостью внешней поверхности воздухозаборников, при условии предотвращения попадания жидкости внутрь двигателей.

В соответствии с современными рекомендациями ISO/AEA во время обработки «должны быть приняты меры предосторожности для обеспечения минимального попадания жидкости в двигатели, в различные входные и выходные отверстия и ниши поверхностей управления». Система кондиционирования воздуха должна быть отключена. Попадание жидкости в двигатели, а также внутрь вспомогательной силовой установки может привести к отрицательным последствиям. Наличие на вентиляторе или на лопатках компрессора достаточно вязкой жидкости может ухудшить работу двигателя, вплоть до возникновения

помпажа. Вместе с тем, следует обратить внимание на опыт обработки самолетов жидкостью на некоторых стационарных установках, которые обеспечивают интенсивный облив всего самолета. На шведской автоматизированной стационарной установке (аэропорт Lulea), представляющей собой портал с системой форсунок, перемещающийся над неподвижным самолетом, обработка выполняется за 2 минуты, как правило, при работающих двигателях самолета. Попадание жидкости в двигатели (используются ПОЖ типа 1) не вызывало каких-либо осложнений. Данный способ был согласован с фирмами-изготовителями двигателей.

При обработке самолета необходимо избегать прямого попадания жидкости на тормоза, колеса, выхлопные патрубки, реверсы тяги. Не допускается попадания жидкости на приемники полного давления, на статистические отверстия, датчики углов атаки, а также другие датчики приборов и оборудования, находящиеся на внешней поверхности самолета.

Удаление льда в отсеках шасси рекомендуется выполнять механическим способом или нагретым воздухом. Применение жидкости в этой зоне должно быть минимальным.

При использовании жидкости типа II попадание ее на стекла кабины пилотов недопустимо, все остатки жидкости должны быть удалены (чистой водой или мягкой ветошью). Использовать стеклоочистители не рекомендуется, так как это приведет к размазыванию жидкости по стеклу и ухудшению прозрачности.

Для удаления «топливного льда» (или инея), образующегося на верхней поверхности крыла в зоне топливных баков следует применять противообледенительную жидкость, соответствующую требованию «аэродинамической пригодности». Жидкость, не обладающая этим качеством, может не сброситься с поверхности крыла во время взлета, замерзнуть при выходе самолета в зону низких температур и образовать слой льда на значительной площади. Этот лед (как и «топливный лед») может ухудшить характеристики самолета или вызвать при сбросе повреждения двигателей на самолетах с задним расположением двигателей.

Участки поверхности крыла, где образуется «топливный лед», обычно известны, и, с целью предотвращения его возникновения, можно производить профилактическую обработку этих участков. Применять следует противообледенительную жидкость типа II. Для предотвращения «топливного обледенения» можно также произвести дозаправку самолета теплым топливом. Это повысит температуру обшивки и образования «топливного льда» не начнется (или прекратится). Наносить жидкость на участки поверхности, где возможно появление «топливного льда» следует симметрично на левом и правом полукрыле. Вообще любую противообледенительную обработку самолета необходимо выполнять обязательно симметрично.

Кроме соблюдения принципа «симметричности», при выполнении работ по удалению или предотвращению обледенения самолета необходимо всегда следить, чтобы противообледенительная жидкость или ее смесь с остатками льда и снега не попадала и не скап-

ливалась в полостях и щелях органов управления самолетом, а также в других местах, из которых она может не удалиться при взлете. В практике известны случаи заклинивания или ограничения подвижности органов управления в результате замерзания в полете скопившейся жидкости и влаги [5].

В условиях замерзающих атмосферных осадков или по причине каких-либо задержек взлета, когда время действия ПОЖ истекает, нередко требуется выполнить повторную обработку самолета. В этом случае нельзя допускать нанесения нового слоя на предыдущий слой обработки. Если первая обработка была двухступенчатой и на втором этапе применялась ПОЖ типа II, которая, взаимодействуя с выпадающими осадками, предотвращала до определенного момента обмерзание поверхности самолета, а затем стала терять свою эффективность, то иногда обслуживающий персонал допускает ошибку. С целью «усилить» предохраняющую способность этой жидкости «добавляют» новую жидкость типа II, проводя частичную дополнительную обработку. Это недопустимо. Эффект может быть обратный. Удаление начавшегося обледенения может быть не обеспечено, а двойной слой жидкости также может ухудшить взлетные характеристики самолета.

При проведении повторной обработки (что чаще всего делается непосредственно перед взлетом) необходимо сначала полностью очистить поверхность самолета с помощью нагретой смеси жидкости (или горячей воды в допустимых условиях) от предыдущего слоя жидкости, разбавленного выпадающими осадками, а затем нанести новый слой ПОЖ.

В заключении целесообразно подчеркнуть, что проведение на должном уровне противообледенительных процедур требует от наземного персонала

развитого чувства ответственности, высокой квалификации и серьезных знаний, что должно быть обеспечено соответствующим отбором кадров, системой обучения и поддержанием постоянной профессиональной пригодности персонала.

Библиографические ссылки

1. Аварийность самолетов с ГТД стран-членов ИКАО при пассажирских перевозках за период эксплуатации с 1957 по 1986 гг. Отчет о НИР (№ 1410-87-IV) ГИЯ В-8759; рук. Полтавец В. А. № ГР Х74579. М., 1987. 74 с.
2. Аварийность самолетов с ГТД стран-членов ИКАО при всех видов полетов за период эксплуатации с 1982 по 1992 гг. Обзор № 642\ ПЯ В-8759; рук. Полтавец В. А. № ГР Х74579. М., 1987. 74 с. : ил. Отв. исп. А. В. Пляцек.
3. Анализ авиационных катастроф за 1972–1980 гг. 1980. № 52, 10, 3.
4. Анализ существующих математических моделей и создание унифицированных ее блоков. Отчет о НИР / Московский институт инженеров гражданской авиации (МИИГА); рук. Рощин В. Ф. № ГР81008116; инв. № 6990526. М., 1981. 76 с. : ил. Отв. исп. Ципенков В. Г.
5. Анализ системы обеспечения безопасности полетов в СССР и за рубежом на этапах разработки, производства, испытаний и эксплуатации. Отчет о НИР / Московский институт инженеров гражданской авиации / рук. В. С. Стреляев. № ГР01820090380; инв. № 02830054584. М., 1983. 37 с. : ил. Отв. исп. Железняков Ю. Д.

© Любченко О. И., Вишнев А. В., 2014

УДК 629.73.08

М. Г. Савина, В. Н. Гейман

Научный руководитель – *В. М. Мусонов*

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

ФОРМИРОВАНИЕ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ СИГНАЛОВ НАЗЕМНОГО РАДИОМАЯКА VOR

Рассмотрены вопросы назначения и принципа работы наземного радиомаяка системы VOR. Отображены особенности работы стандартного VOR.

Система VOR состоит из наземного радиомаяка и бортового оборудования. Данная система предназначена:

- для определения на борту ВС азимута маяка (рис. 1);
- определения курсового угла радиомаяка (КУР);
- самолетовождения по заданному азимуту;
- определения местоположения ВС по азимутам двух радиомаяков VOR;
- коррекции навигационных вычислителей;
- прослушивания сигналов опознавания маяка или сигналов речевой связи.

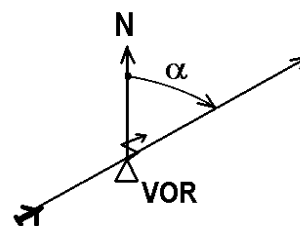


Рис. 1. Определение азимута радиомаяка VOR

Принцип действия VOR основан на сравнении фаз сигналов частотой 30 Гц, принятых из поля излучения наземного маяка.



Рис. 2. Диаграммы направленности антенн радиомаяка VOR

В составе принимаемого на самолете сигнала от маяка VOR имеются сигналы опорной фазы и переменной фазы. Фаза опорного сигнала не зависит от положения самолета относительно маяка, а фаза переменного сигнала зависит от направления приема. Измеряя разность фаз между ними в точке приема, можно определить направление на маяк.

Наземный радиомаяк стандартного VOR – передающее устройство, формирующее поле излучения с помощью двух антенн: направленной и ненаправленной (рис. 2) [1].

На рис. 3 представлены временные диаграммы сигналов, раскрывающие работу стандартного VOR.

Антенна ненаправленного действия радиомаяка VOR излучает высокочастотный сигнал (рис. 3, з), промодулированный по амплитуде сигналом поднесущей частоты 10 кГц. Этот сигнал в свою очередь промодулирован по частоте сигналом 30 Гц (рис. 3, а и в) и называется сигналом «постоянная фаза».

Антенна направленного действия имеет форму окружности со смещенным центром, вращающуюся с частотой 30 Гц. Диаграмма направленности является слабовыраженной. Антенна излучает высокочастотные немодулированные колебания, не учитывая модуляцию для опознавания.

Вращение диаграммы направленности приводит к амплитудной модуляции принимаемого на самолете сигнала с огибающей частотой равной частоте вращения диаграммы, который и является сигналом «переменная фаза» (рис. 3, д и е для положений самолетов 1 и 2 рис. 2 соответственно).

Радиомаяк VOR регулируется таким образом, что фазы сигналов (30Гц) совпадают в направлении на магнитный север. В любом другом направлении фаза

сигнала «переменная фаза» отстает от фазы сигнала «постоянная фаза» на угол между этим направлением и направлением на магнитный север. Следовательно, измерив величину такого отставания можно определить азимут.

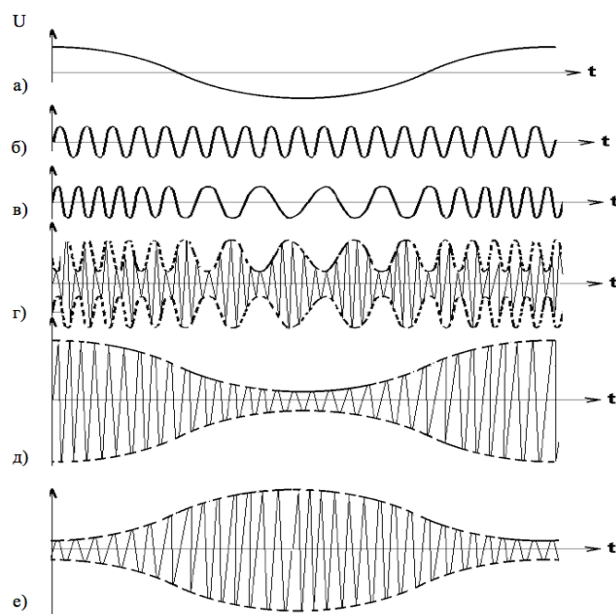


Рис. 3. Временные диаграммы сигналов работы стандартного радиомаяка VOR

Погрешность такой системы около 5° . Столь низкая точность обусловлена сильным влиянием сигналов, отраженных от местных объектов.

Для увеличения точности стандартные VOR заменяют на более сложные радиомаяки (доплеровские), погрешность которых значительно меньше (около $0,5^\circ$).

В системе VOR предусмотрена возможность опознавания маяка. Для этого используют тональную модуляцию несущих колебаний частотой 1 020 Гц, а сообщения передают кодом Морзе. Используют также модуляцию речевым сообщением [2].

Библиографические ссылки

1. Радиомаячные системы посадки и системы VOR : учеб. пособие / сост. : А. В. Хафизов – Кировоград : ГЛАУ, 2009. 83 с.
2. Горбачев О. А., Ерохин В. В., Пипченко И. П., Скрыпник О. Н. Радиотехнические системы ближней навигации и посадки : учеб. пособие. Иркутск, 2006.

© Савина М. Г., Гейман В. Н., 2014

УДК 621.396.932.1

Е. И. Стапуль, В. Н. Гейман
 Научный руководитель – А. Р. Акзигитов
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВЫСОТНО-СКОРОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЕРТОЛЕТА

Рассматриваются проблемы измерения высотно-скоростных параметров вертолета.

При штурвальном и автоматическом управлении вертолетом, решении навигационных задач, выполнении бомбометания и управлении стрелковым и ракетным вооружением используется информация о барометрической H и относительной $H_{отн}$ высотах полета, продольной V_x , вертикальной V_y и боковой V_z составляющих вектора V_v истинной воздушной скорости, а также о величине приборной $V_{пр}$ и истинной воздушной V_e скоростей, углах атаки α и скольжения β вертолета, определяющих движение вертолета относительно окружающей воздушной среды. Поэтому указанные параметры принято называть воздушными сигналами [1].

В условиях реального полета процессы изменения высотно-скоростных параметров вертолета в общем случае являются нестационарными и определяются как собственным управляемым движением вертолета и работой его несущей системы, так и возмущениями набегающего воздушного потока в виде турбулентности атмосферы, случайных порывов и изменений скорости и направления ветра, воздушных ям, восходящих потоков и т. п.

На отдельных этапах или режимах полета процессы изменения высотно-скоростных параметров вертолета можно считать стационарными и характеризовать автокорреляционными функциями и соответствующими им спектральными плотностями мощности, например, вида

$$K_H = \sigma_H^2 e^{-\alpha_H |\tau|}; \quad K_v(\tau) = \sigma_v^2 e^{-\alpha_v |\tau|};$$

$$K_\beta(\tau) = \sigma_\beta^2 e^{-\alpha_\beta |\tau|} \cos b_\beta \tau;$$

$$K_\alpha(\tau) = \sigma_\alpha^2 e^{-\alpha_\alpha |\tau|} \left[\cos b_\beta \tau + \frac{a_\alpha}{b_\alpha} \sin b_\alpha \tau \right];$$

$$S_H(\omega) = \frac{\sigma_H^2 a_H}{\pi} \frac{1}{a_H^2 + \omega^2}; \quad S_v(\omega) = \frac{\sigma_v^2 a_v}{\pi} \frac{1}{a_v^2 + \omega^2};$$

$$S_b(\omega) = \frac{\sigma_\beta^2 a_\beta}{\pi} \frac{\omega^2 + a_\beta^2 + b_\beta^2}{[a_\beta^2 + (\omega + b_\beta)^2][a_\beta^2 + (\omega - b_\beta)^2]};$$

$$S_\alpha(\omega) = \frac{\sigma_\alpha^2 a_\alpha}{\pi} \frac{a_\alpha^2 + b_\alpha^2}{(\omega^2 + a_\alpha^2 - a_\beta^2)^2 + 4a_\alpha \omega^2},$$

где σ_H , σ_v , σ_β , σ_α и a_H , a_v , a_β , a_α , b_β , b_α – параметры, определяющие преобладающий уровень и спектр частот случайных процессов изменения высотно-скоростных параметров на данном этапе или режиме полета.

Собственное управляемое движение вертолета в продольной плоскости, как правило, является колебательным и состоит из двух взаимно накладывающихся друг на друга колебаний: колебаний малого

периода $T_k = 0,3 \div 0,5$ с, характеризующих короткопериодическое движение и длиннопериодического фугоидного движения с периодом $T_d = 5 \div 3$ с.

Диапазон высот полета вертолетов определяется значениями от -500 до $+7000$ м. Максимальная воздушная скорость вертолетов ограничена значениями $350-450$ км/ч. Диапазон рабочих скоростей вертолета включает режим висения и полеты на малых скоростях, полеты вперед-назад, вправо-влево, вверх-вниз, при которых угол скольжения может изменяться в пределах ± 180 угол атаки – ± 900 .

Процесс полета вертолета отражает его взаимодействие с полями различной физической природы, при этом наиболее существенное влияние оказывают аэродинамическое, инерциальное и гравитационное поля, воздействие которых определяет уровень безопасности и эффективности полета [2].

Аэродинамическое поле вертолета формируется не только его движением относительно окружающей воздушной среды, как это характерно для самолета, но и аэродинамическими возмущениями, вызванными индуктивными потоками несущей системы. На аэродинамическое поле вертолета оказывают влияние также неустойчивость приземного слоя атмосферы – порывы ветра различной силы и направления, турбулентность и другие аномальные явления [3].

Анализ характеристик возмущенного движения вертолета при различных сочетаниях возмущающих факторов показывает, что чем сильнее реакция вертолета на них, тем больше управляющих воздействий в единицу времени должны формировать летчик или система автоматического управления (САУ). Наиболее благоприятные условия работы летчика имеют место, когда спектр управляющих воздействий не превышает $0,5$ Гц. При более высоких частотах летчик, вследствие запаздывания его реакции и инерционных свойств контура управления, может «раскачать» вертолет. Следовательно, для обеспечения безопасности полета вертолета следует провести анализ систем (см. таблицу).

Как показывает анализ, для эффективного решения полетных задач и обеспечения безопасности пилотирования вертолета современная система воздушных сигналов должна обеспечивать измерение высотно-скоростных параметров с погрешностями, не превышающими следующих значений:

- по каналу барометрической высоты – $\pm 7 \div 9$ м;
- по каналу приборной скорости – $\pm 3 \div 5$ км/ч;
- по каналу угла атаки и скольжения – $\pm 0,5 \div 1,5$;
- продольной составляющей вектора воздушной скорости – $\pm 3 \div 5$ км/ч;
- вертикальной скорости – $\pm 0,5$ м/с;
- боковой составляющей – $\pm 3 \div 5$ км/ч.

№ п/п	Наименование параметра	Всенаправленная система воздушных данных ODAS 2000								
		Приборная (индикаторная) скорость, км/ч	Составляющие вектора воздушной скорости			Аэродинамические углы, град.	Высота полета, м	Статическое давление, кПа	Температура, °С	Относительная плотность
			V_x , км/ч	V_y , км/ч	V_z , км/ч					
1	Диапазон измерения	0 ÷ 394	-92 +394	-	±92	по α ±25 по β ±180	-500 ÷ +7000	119 ÷ 35	-18,3 ÷ +54,2	0,8 ÷ 1,3
2	Погрешность измерения		±5,1		±5,1	по $\Delta\alpha$, $\Delta\beta$ ±(1+1,5) (V<100 км/ч)	±9	-	-	-
3	Чувствительность (макс. вых. сигнал)	27 мВ/км/ч (0-10 В)	-	-	-2,5 ÷ +2,5 В	±5 В	-	3 ÷ 8,25В	50 мВ/°С	-
4	Состав и масса	Система состоит из датчика воздушной скорости OAS, преобразователя воздушных данных ADS, масса комплекта 10,4 кг								
Авиационная информационная система ХМ-143										
1	Диапазон измерения	0 ÷ 462,5	-37 +462,5	±30	±92	по α ±60 по β ±60	-305 ÷ +475	110 ÷ 50	-60 ÷ +70	0,5 ÷ 1,4
2	Погрешность измерения	±(5÷10)	±(5÷8)	±5	±5,1	по $\Delta\alpha$, $\Delta\beta$ ±(1+1,5) (V<100 км/ч)	±15,25	±0.17	-	-
3	Состав и масса	Система состоит из датчика скорости и направления AADS, вычислителя EPU и индикатора малых скоростей LAI, масса комплекта 6,6 кг								
Комбинированный вертолетный измеритель скорости КВИС										
		Приборная скорость, км/ч			Продольная составляющая скорости, км/ч		Поперечная составляющая скорости, км/ч			
1	Диапазон измерения	70 ÷ 300			-50 ÷ +70		-50 ÷ +50			
2	Погрешность измерения	±5			±5 км/ч при V= ±50 км/ч ±5 км/ч при V= 70÷300 км/ч		±5 км/ч при V= ±50 км/ч			
3	Состав и масса	Комплект измерителя включает приемник давления (масса 0,6 кг), пневмоколлектор (масса 3,0 кг), указатель (масса 1,2 кг)								

Характерной особенностью системы воздушных сигналов вертолета является то, что для них характерны два различных режима работы. При малых скоростях полета (менее 50÷70 км/ч) фюзеляж и установленные на нем приемники аэрометрической информации находятся в створе вихревой колонны, формируемой индуктивными потоками несущего винта. В этом случае воспринимаемая аэрометрическая информация неоднозначно определяет высотнo-скоростные параметры движения вертолета, так как воздушный поток, набегающий на приемники воздушных давлений, является геометрической суммой вектора воздушного потока, обусловленного поступательным движением вертолета, и вектором индуктивной скорости потока от несущей системы [4]. При скоростях полета свыше 50÷70 км/ч фюзеляж с приемниками давлений выходит из створа вихревой колонны и имеет место режим измерения, традиционный для самолетных систем воздушных сигналов. При чрезмерном увеличении воздушной и вертикальной скоростей, а также при значительных нормальных перегрузках возможны выходы вертолета на критические режимы полета, связанные с явлениями «вихревого кольца», «подхвата» и другими предельными режимами [5].

Указанные особенности полета вертолета определяют специфику работы системы воздушных сигна-

лов вертолета в сравнении с аналогичными самолетными средствами измерения высотнo-скоростных параметров.

Библиографические ссылки

1. Клюев Г. И., Макаров Н. Н., Солдаткин В. М. Авиационные приборы и системы. Ульяновск : УлГТУ, 2000. 343 с.
2. Алексеев Н. В., Вожаев Е. С., Кравцов В. Г. и др. Системы измерения воздушных сигналов нового поколения // Авиакосмическое приборостроение. 2003. № 8. С. 31–36.
3. Иванов Ю. П., Синяков А. Н., Филатов И. В. Комплексование информационно-измерительных устройств летательных аппаратов. Л. : Машиностроение, 1984. 208 с.
4. Солдаткин В. М. Методы и средства измерения аэродинамических углов летательных аппаратов. Казань: Изд-во Казан, гос. технич. ун-та, 2001. 448 с.
5. Порунов А. А. Измеритель высотнo-скоростных параметров вертолета : дис. ... канд. техн. наук. Казань : Изд-во КГТУ им. А. Н. Туполева, 1996. 442 с.

© Стапуль Е. И., Гейман В. Н., 2014

УДК 629.735.3

Д. Е. Строков

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

ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПАРАМЕТРЫ КОРРОЗИОННОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ ПЛАНЕРА ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Выполнение требований норм летной годности летательного аппарата возможно лишь при наличии соответствующих методов и средств оценок возможных повреждений. Любое повреждение силовой конструкции, в том числе и коррозионное, требует оценки и определения условий безопасности дальнейшей эксплуатации или необходимости ремонта конструкции.

Естественным критерием для авиационных конструкций с коррозионными повреждениями является ресурсная характеристика – остаточная усталостная или коррозионно-усталостная долговечность, определяемая местоположением, видом и размерами повреждения. В основном оценка долговечности натуральных конструкций или элементов конструкций с коррозионными дефектами производится при стендовых или лабораторных испытаниях. При видимой значительности проведенной работы эффект невелик, так как частными случаями нельзя закрыть все многообразие вероятных ситуаций. Общий подход может состоять в определении остаточной долговечности конкретного фрагмента конструкции с дефектом по справочным данным материала с учетом определяющих долговечность параметров. Необходимо также четко обозначить, что именно при анализе коррозионного повреждения подлежит контролю и измерению [1–3].

Принимая во внимание известные явления усталости металлов, можно предсказать, что на финальных стадиях в сравнении с началом эксплуатации могут быть допустимы более существенные по эффекту снижения усталостной долговечности дефекты конструкции (требование остаточной прочности должно выполняться по определяемой в нормах летной годности располагаемой наработке конструкции). Иначе говоря, решение задачи должно подчиняться очевид-

ному для усталостной прочности положению: «большее повреждение – меньшая усталостная долговечность» – в этом смысле для подобных по конфигурации дефектов любой параметр, например геометрический размер (глубина дефекта) или масса удаленного коррозионной металлом, должен коррелировать с усталостной долговечностью. Предшествующие исследования показали, что сопротивление усталости имеет обратную зависимость от величин и глубины, и диаметра язвы. Следовательно, критериальный параметр язвы должен включать в себя эти измерения.

Библиографические ссылки

1. Артамоновский В. П., Кордонский Х. Б. Оценка максимального правдоподобия при простейшей группировке данных. Теория вероятностей и ее применение : в 15 т. Т. 1. М. : Наука, 1970. С. 132–136.
2. Белов В. К., Рудзей Г. Ф., Калюта А. А. Повышение усталостной долговечности заклепочных и сварных соединений авиационных конструкций технологическими методами : монография. Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2006. 179 с.
3. Семихов А. Ф. Обеспечение ресурсами конструкций. Опыт самолетостроения // Машиноведение. 1986. № 5. С. 11–18.

© Строков Д. Е., 2014

УДК 656.71

Д. Е. Строков

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

КРАСНОЯРСКИЙ АЭРОПОРТ КАК ГЛАВНЫЙ ТРАНСПОЛЯРНЫЙ АВИАХАБ

Проанализированы технические и экономические особенности кроссполярных воздушных путей, их преимущества и недостатки. За основу взяты работы участников Сибирского авиакосмического салона. Отражена динамика развития сети кроссполярных путей, пролегающих через аэропорт Емельяново города Красноярска. Проанализирована актуальность появления кроссполярных маршрутов, проходящих через Красноярск, для инфраструктуры аэропорта.

Идея открытия кратчайшего воздушного пути из Северной Америки в Юго-Восточную Азию впервые была заявлена в 1997 году на Санкт-Петербургском экономическом форуме. Проект назвали «Северный воздушный мост». Идея проекта заключалась в созда-

нии экономически выгодных маршрутов, пролегающих через Северный полюс, в отличие от существующих на тот момент маршрутов, пролегающих через Европу [1].

Преимущества использования кроссполярных маршрутов заключаются в следующем:

- сокращение протяженности маршрута и времени полета;
- уход от встречных ветров (в приполярных районах ветров практически нет или они слабы);
- уход с перегруженных до предела ныне используемых трасс.

В Красноярске проект «Северный воздушный мост» был инициирован группой специалистов межрегионального предприятия «Сервисаэроконтроль» и поддержан администрацией Красноярского края в лице Валерия Зубова. Уже в августе 1997 года красноярцами был совершён первый показательный перелёт через Северный полюс по маршруту Красноярск – Монреаль – Вашингтон – Красноярск на самолёте компании «СИАТ». В июне 1998 подобный демонстрационный полёт совершила компания «Трансаэро» [2].

Первый коммерческий рейс «Красноярских авиалиний» через северный полюс получил неожиданное развитие:

- Поддержка не только у министра ФАС РФ Г. Зайцева и директора госкорпорации по УВД Б. Кушнерука, но и президента ИКАО А. Коттайта.
- Представители немецкого консорциума фирм «Хохтиф» (Й. Фербер, В. В. Оганов), «Шпикерманн» (Р. Пеннинг-хаус, Т. Мартин), «Фогт и Вебер» (М. Фоп) изъявили желание выполнить проектные работы по реконструкции аэропорта Емельяново.
- В 1999 году в рамках развития проекта на Красноярском радиотехническом заводе был размещён заказ на изготовление универсального спутниково-навигационного приёмника МРК-18.

На данном этапе анализа можно сделать вывод, что участие в программе освоения кроссполярных трасс – это важный шаг в развитии авиационной инфраструктуры Красноярского края и Сибири в целом.

После распада компании «Красноярские авиалинии» дальнейшая реализация проекта «Северный воздушный мост» для Красноярского аэропорта была затруднена. Лишь 17 октября 2012 года в аэропорту Красноярска Емельяново стартовала регулярная программа кроссполярных авиарейсов, выполняемых перевозчиком AirBridgeCargo (входит в ГК «Волга-Днепр»). Перелеты осуществляются на крупных воздушных судах Boeing 747-8F. AirBridgeCargo – единственная в России компания, владеющая достаточным количеством этих самолетов. Что делает из нее фактического монополиста кроссполярных рейсов. Емельяново превращается в международный авиахаб. Этот факт накладывает на Емельяново и определенные обязательства – прежде всего по дальнейшему активному развитию аэропортовой инфраструктуры [3].

Основная задача: Развитие международного аэропорта «Красноярск» как авиатранспортного «Хаба» путем привлечения различных авиакомпаний для транзитной посадки. В основную задачу входят:

- Обеспечение коммерческой конкурентоспособности.
- Российская Федерация должна поощрять иностранные правительства к тому, чтобы они добивались коммерческих прав на КJA (Красноярский аэропорт Емельяново).
- Индивидуальный подход к авиакомпаниям, специально скорректированный, чтобы продемонстрировать специфические выгоды и преимущества КJA как пункта в их сети.
- Создание новой Красноярской авиакомпании, эксплуатирующей кроссполярные воздушные трассы своими судами, либо наращивание другими Российскими авиакомпаниями авиапарка, так как среди всех компаний, совершающих перелёты через Красноярск, нужными ВС для кроссполярных перелётов обладает только AirBridgeCargo.

Перспективы для местной экономики на примере Анкориджа (США), имеющего статус транзитного хаба азиатских грузов (данные доклада корпорации экономического развития Анкориджа) [4]:

- 2 800 постоянных рабочих мест только в секторе региональной дистрибуции грузов.
- Грузовые клиенты дают 70 % выручки аэропорта.
- 15 миллион тонн груза прошло через аэропорт в 2011 году.
- Аэропорт предоставляет 15 000 рабочих мест и приносит в местную экономику 1 миллиард долларов (согласно данным AEDC). Это достигнуто исключительно за счет статуса транзитного хаба.

Библиографические ссылки

1. Аверьянов С. А., Борсоев В. А., Михайлов Б. В. Открытие и развитие системы кроссполярных воздушных трасс // Сибирский авиакосмический салон : сб. статей. Красноярск, 2002. С. 5–13.
2. Бойко А. И. Участие Российской авиакомпании «Красноярские авиалинии» в освоении кроссполярных трасс // Сибирский авиакосмический салон : сб. статей. Красноярск, 2002. С. 34–39.
3. Малов В. Ю. Кроссполярные перелёты и их влияние на развитие экономики регионов Сибири // Сибирский авиакосмический салон : сб. статей. Красноярск, 2002. С. 14–21.
4. Семёнов А. Презентация в Лос-Анджелесе // KrasAir. 2001. № 45. С. 1.

© Строков Д. Е., 2014

УДК 629.734/735

К. С. Хотько

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск**АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
САМОЛЁТА ТУ 204-300 В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ПОЛЁТА**

Проводится анализ эксплуатационно-технических характеристик самолёта ТУ 204-300 с целью нахождения зависимости влияния различных условий полёта на данные характеристики.

Гражданская авиация является неотъемлемой частью современной транспортной системы общества. Основной транспортной деятельностью гражданской авиации является перемещение грузов по воздуху, т. е. полеты самолетов, вертолетов, аэростатов и других объектов, объединяемых названием «летательные аппараты» [1].

Расходы или себестоимость продукции предприятий ГА являются основным показателем для экономической оценки целесообразности и эффективности работы отрасли в целом и каждого авиапредприятия, в частности.

Себестоимость рейсов представляет собой стоимостную оценку используемого авиационного топлива, материалов, энергии, основных фондов, трудовых ресурсов, затрат на полеты и обеспечение взлет-посадок, а также затрат, необходимых для выполнения регулярных и нерегулярных рейсов воздушных судов (ВС) по внутренним или по международным воздушным линиям. Уровень себестоимости рейсов зависит от характеристик маршрута, от лётно-технических характеристик самолетов, от стоимости топлива, затрат на аэропортовое и аэронавигационное обслуживание, от стоимости ВС, затрат на поддержание исправности авиационной техники, уровня заработной платы и других составляющих затрат [2].

При прочих равных условиях более низкий расход топлива у самолёта означает меньшие издержки для авиакомпаний, эксплуатирующих данный тип самолётов. Однако один и тот же самолёт можно эксплуатировать по-разному.

Расход топлива в полете в значительной мере зависит от режимов полёта и работы двигателей, полётной массы летательного аппарата, наличия ветра и высоты полета [3].

Например: два одинаковых самолёта пролетающие по одному и тому же маршруту, на одной и той же высоте, при равнозначной загрузке, затрачивают разное количество топлива.

При эксплуатации воздушного судна, показателей, влияющих на расход топлива, очень много.

Работа направлена для анализа влияния различных условий полета (температурные условия, влияния

высот, плотности среды, встречный и боковой ветер, величина скоростного напора и т. д.) на эксплуатационно-технические характеристики на примере самолёта Ту 204-300, с целью нахождения зависимости влияния различных условий полета на удельный расход топлива.

В ходе работы используются формулы из таких дисциплин как: «Аэромеханика», «Аэродинамика», «Теория авиационных двигателей» для создания методики расчёта расхода топлива для конкретного воздушного судна и заданного маршрута.

Если известно, что воздушное судно будет набирать в высоту в заданных условиях до коридора, который тоже имеет свои параметры, влияющие на эксплуатационно-технические характеристики можно рассчитать расход топлива на всей протяженности полета. Расчет производится в программах MS Office Excel и MathCAD. Следовательно, расчет применим для других типов воздушных судов как шаблон, необходимо только задать свои значения планера (данные вносятся 1 раз), параметров двигателей (изменяющиеся параметры исходя из условий полёта), значение массы воздушного судна (взлетная масса на момент отрыва от взлётно-посадочной полосы, изменяющаяся масса вследствие расхода топлива в различные промежутки времени) и величина скорости необходимой для движения данного воздушного судна на конкретном участке маршрута.

Этот метод поможет оператору избежать лишних издержек во время эксплуатации воздушных судов путем более точного прогнозирования необходимых затрат на расход топлива. Например, для совершения рейса изначально выделяется коридор на заданной высоте и направлении, но из-за плохих погодных условий, меняют на другой уже с другими параметрами. Оператор будет анализировать стоит ли ему совершить рейс с большими затратами на топливо или подождать и совершить полёт по более выгодному маршруту для него с большей эффективностью, но при этом неся издержки за простой.

Также это поможет оператору сравнить показатели эффективности воздушных судов на стадии их приобретения.

Библиографические ссылки

1. Гарбузов В. М., Ермаков А. Л., Кубланов М. С., Ципенко В. Г. Аэромеханика : учебник для студентов вузов. М. : Транспорт, 2000. 287 с.

2. Черкашин Д. С. Экономическое обоснование выбора воздушного судна на основе определения себестоимости летного часа. Методические указания по

выполнению курсовой работы ; ДВГУПС. Хабаровск, 2007. 32 с.

3. Никушкин Н. В., Фаворский В. С., Кацура А. В. Основы аэродинамики, конструкции и прочности летательных аппаратов : учеб. пособие : в 2-х ч. ; Сиб. гос. аэрокосм. ун-т. Красноярск, 2012. 269 с.

© Хотько К. С., 2014

УДК 621.45

А. Ю. Васянина, А. А. Тонких, Т. Н. Антоновский, Д. С. Швецова
Научные руководители – М. В. Чижевская, В. П. Назаров
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ВЛИЯНИЕ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ ЖИДКОГО И ТВЕРДОГО РАКЕТНОГО ТОПЛИВА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Рассмотрены экологические результаты и анализ последствий запусков ракет с жидкостными и твердо-топливными ракетными двигателями.

При зарождении основ теоретической космонавтики экологические аспекты играли важную роль. Тесное взаимодействие биосферы Земли с космической средой дает основание утверждать, что происходящие во Вселенной процессы оказывают воздействие на нашу планету [1–3].

Нельзя не признать, что сегодня имеет место отрицательное воздействие ракетно-космической техники (РКТ) на окружающую среду (разрушение озонового слоя, засорение атмосферы окислами металлов, углерода, азота, а ближнего космоса – частями отработанных космических аппаратов).

Производство, испытания и эксплуатация ракетно-космической техники имеет свои специфические факторы негативного влияния на окружающую среду. Ниже приведены наиболее весомые факторы негативного влияния эксплуатации ракетно-космической техники (РКТ):

- загрязнение атмосферного воздуха и поверхностных водоемов в процессе изготовления элементов ракетно-космической техники и продуктами выбросов ракетных двигателей;
- риск возникновения аварийных ситуаций во время изготовления и хранения ракетного топлива (возможны утечки и испарение токсичных компонентов ракетного топлива (КРТ), их горение и взрывы);
- риск возникновения аварийных ситуаций во время наземных испытаний ракетных двигателей;
- локальное загрязнение атмосферы во время запуска ракет-носителей;
- негативное влияние продуктов реакций в ходе сгорания топлива на состояние озонового слоя Земли;
- отчуждение территорий и загрязнение плодородного слоя почвы отпадающими частями ракет, а также продуктами реакций.
- отделение фрагмента конструкции, либо отделившейся части ракет-носителей или космического аппарата (КА). «Космический мусор».

В данной работе проанализированы результаты запусков ракет с жидкостными и твердотопливными двигателями, а также факторы ослабления или усиления их воздействий на окружающую природную среду.

При изучении и анализе выявили, что эксплуатация ракетно-космической техники оказывает значительное антропогенное влияние на приземную атмо-

сферу, особенно в районах космодромов во время запуска и в начале полета больших ракет носителей, имеющих на борту сотни тонн топлива. Наибольшую опасность представляют случаи, сопровождающиеся взрывами, пожарами и мощными токсичными выбросами.

Выбросы топлив сгорания и токсичных элементов могут вызывать выпадение кислотных дождей, повышение содержания в воздухе взвешенных веществ, изменение погодных условий на прилежащих территориях.

Основным вредным фактором, влияющим на состояние окружающей среды при пусках ракет-носителей, является большой объем выбросов продуктов сгорания при старте в приземном слое атмосферы (тропосферы). К нежелательным локальным последствиям в районе старта ракет-носителей могут также привести выбросы хлористого водорода и окислов алюминия, содержащиеся в продуктах сгорания некоторых носителей, в частности к таковым относится ракета-носитель «Шаттл».

Проведен анализ по данным выбросов продуктов сгорания в атмосферу при запуске ракет. Мы выяснили, что в отличие от зарубежных ракет-носителей, базирующихся в основном на РДТТ, российские ракеты, использующие ЖРД не выделяют N_2 , HCl , Al_2O_3 .

Также при исследовании жидких и твердых ракетных топлив мы выявили следующие особенности.

При падениях частей ракетной техники происходит механическое загрязнение твердыми фрагментами, что приводит к перенасыщению почвы соединениями алюминия, наличие которых в почве, даже в незначительном количестве, резко снижает урожайность сельскохозяйственных культур.

Обратимся к анализу влияния продуктов работы ракетных двигателей на нижнюю часть околоземного космического пространства – стратомезосферу. Среда здесь имеет сложный химический состав, одним из компонентов которого является озон, оберегающий нас от воздействия ультрафиолетового излучения. В результате работы ракетных двигателей образуются практически все те вещества, которые обуславливают гибель озона в естественных условиях.

Основную массу продуктов сгорания РДТТ составляют соляная (хлористоводородная) кислота и окись алюминия. Соляная кислота, поступая в почву,

повышает ее кислотность, что вызывает ряд изменений, как химических свойств самих почв, так и состояния растительности. Кроме того, есть сведения о неполном сгорании перхлората аммония – вещества второго класса опасности.

В заключение можно сделать вывод о том, что твердые ракетные топлива более опасны для окружающей среды, чем жидкие. И лучшим топливом, с экологической точки зрения, является соединение водорода в качестве горючего и кислорода в качестве окислителя, так как эти вещества не токсичны и не дают никаких вредных продуктов реакций сгорания.

В целом, объекты современной перспективной ракетно-космической техники являются потенциально опасными для экологии. Таким образом, необходимо искать новые пути создания более безопасных компонентов топлива, не жертвуя при этом энергетическими характеристиками, что важно с конструкторской точки зрения, и опираясь на существующие проблемы

окружающей среды. Также, учитывая ряды особенностей различных видов топлива, следует развиваться в направлении наиболее благоприятного для экологии – соединения водорода и кислорода.

Библиографические ссылки

1. Федоров Л. А., Кричевский С. В. Химическая безопасность и социально-экологические последствия технической деятельности. М. : МСоЭС, 2005. 167 с.
2. Дорофеев А. А. Основы теории тепловых ракетных двигателей (Общая теория ракетных двигателей). МГТУ им. Н. Э. Баумана. М., 1999.
3. Ушаков В. Г., Шпигун О. Н., Старыгин О. И. Особенности химических превращений НДМГ и его поведение в объектах окружающей среды // Ползуновский вестник. 2004. № 4.

© Васянина А. Ю., А Тонких. А., Антоновский Т. Н., Швецова Д. С., 2014

УДК 504.062.4

П. С. Гапенко, А. О. Ирина

Научные руководители – В. А. Миронова, М. В. Чижевская
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МАГНИТНАЯ ОБРАБОТКА ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ВОД

Работа освещает вопросы, касающиеся магнитной обработки водных систем. Проведены исследования, определяющие влияние омагничивания на процесс коагуляции коллоидных растворов, содержащую золь трехвалентного железа. Предложено практическое применение магнитной обработки железосодержащих вод.

Магнитная обработка воды (МО) применялась уже в первые десятилетия двадцатого века для предотвращения образования накипи на нагревательных элементах паровых машин, для воздействия на образование кристаллов в пересыщенных растворах. Первые опубликованные сообщения и патенты относятся именно к этому периоду.

За прошедшее время опубликовано большое количество статей, обзоров, монографий, в которых акцент делается, прежде всего, на практическую полезность применения МО, состоялись многочисленные конференции и совещания по практике применения МО в широком круге промышленных производств [1; 2].

Целью нашей работы стало определение влияния магнитной обработки на воду содержащую золь трехвалентного железа.

Объектом для исследования мы выбрали дисперсные системы, содержащие золь трехвалентного железа, который готовили по стандартной методике.

Модельные растворы (1, 2) объемом 25 мл пропускали через зазор постоянного магнита напряженностью 8000 эрстед (индукция 0,8 Тл).

Омагниченные коллоидные растворы фильтровали, используя плотные фильтры (синяя лента). Параллельно в таких же условиях проводили фильтрацию неомгниченных проб.

Результаты исследования показали, что время фильтрования 1-й пробы с МО и без нее отличаются.

Причем эта разница была зафиксирована во время проведения эксперимента в разные дни. В омагниченных коллоидных растворах фильтрование происходит медленнее и соответственно скорость этого процесса замедляется (табл. 1).

Во второй пробе (табл. 2) разница между этими характеристиками (время и скорость) незначительная.

Анализ полученных данных позволяет сделать следующие выводы:

1. МО в различной степени влияет на процесс коагуляции дисперсной коллоидной системы, содержащей золь трехвалентного железа, в зависимости от размера золь.

Таблица 1

Сравнение параметров (1) модельного раствора

Простая проба		Омагниченная проба	
Время (мин)	Скорость (мл/мин)	Время (мин)	Скорость (мл/мин)
11	2,3	26	1,0
14	1,8	25	1
11	2,3	16	1,6
13	2,0	17	1,5
15	1,7	17	1,5
13	2,0	20	1,25
16	1,6	22	1,1
Сред. значение 13,3	2,0	Сред. значение 20	1,3

Таблица 2

Сравнение параметров (2) модельного раствора

Простая вода		Омагниченная вода	
Время (мин)	Скорость (мл/мин)	Время (мин)	Скорость (мл/мин)
6	4,2	10	2,5
9	2,8	9	2,8
10	2,5	9	2,8
8	3,1	10	2,5
8	3,1	11	2,3
10	2,5	8	3,1
9	2,8	10	2,5
Сред. значение 8,6	3,0	Сред. значение 9,8	2,6

2. В 1-й пробе уменьшение скорости фильтрации можно объяснить разрушением гидратных оболочек коллоидных частиц и образованием ассоциатов, т. е. более крупных частиц золя трехвалентного железа. Под действием магнитного поля их устойчивость нарушается, и образуются частицы, которые быстрее коагулируют, укрупняются.

3. Подбор оптимальных режимов магнитной обработки: напряженности магнитного поля, времени воздействия, скорости, объемов, температуры, т. е. сочетание различных факторов может способствовать более глубокой очистке вод, содержащих трехвалентное железо (природные воды в период половодья, технические воды и т. д.) в коллоидном состоянии и выделении его в осадок.

4. Использование МО – это безреагентный способ очистки, имеющий много преимуществ перед другими способами (отсутствие введения других веществ в очищаемые объекты, экономичность, быстрота и простота метода).

5. Учитывая все тенденции и перспективы использования магнитной водоподготовки во многих отраслях промышленности, в настоящее время весьма актуальна разработка новых и совершенствование существующих технологий МО.

5. Хотя за прошедшее время и в настоящем опубликовано большое количество работ, связанных с теоретическим обоснованием и практическим применением эффекта МО, этот вопрос остается до конца неизученным и привлекает внимание, как научное сообщество, так и практиков.

Библиографические ссылки

1. Долгонос Б. М. Параметры равновесного спектра частиц в коагулирующей системе с распадом агрегатов // Коллоидный журнал. 2001. Т. 63. № 1. С. 39–42.
2. Голикова Е. В., Иогансон О. М., Дуда Л. В., и др. Агрегативная устойчивость водных дисперсий α -Fe₂O₃, α -FeOOH и Cr₂O₃ в условиях изоэлектрического состояния // Коллоидный журнал. 1998. Т. 60. № 2. С. 188–193.

© Гапенко П. С., Иригина А. О., 2014

УДК 504.064.36

Э. В. Горбунов, А. А. Хван, О. А. Русакова

Научные руководители – *М. В. Чижевская, В. А. Миронова*
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИАНО-ВОДОРОСЛЕВОЙ БИОМАССЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ СУБСТРАТОВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ АВИАЦИОННЫМ КЕРОСИНОМ

Все возрастающее загрязнение окружающей среды создает угрозу стойкого и необратимого изменения химического состава, физических, биохимических и микробиологических свойств почвы, определяющих ее плодородие. Для оценки состояния почвы основное значение приобретают не количественные характеристики загрязнений, а их последствия.

Актуальной проблемой нашего времени является загрязнение почвы, в том числе загрязнение территорий прилегающих к Авиационным базам. Одним из современных методов очистки таких почв от загрязнений горюче-смазочными материалами является *биоремедиация* – комплекс методов очистки вод, грунтов и атмосферы с использованием метаболического потенциала биологических объектов – растений, грибов, насекомых, червей и других организмов. Биологическая очистка является оптимальным способом очистки и восстановления жизнеспособности почвы, так как сочетает в себе экономичность при высокой эффективности очистки и полной экологической безопасности.

Почва подвергается интенсивному антропогенно-

му влиянию и служит одним из опасных звеньев циркуляции промышленных и сельскохозяйственных токсических веществ.

Для определения концентрации нефтепродуктов в почвах используется флуориметрический метод измерения массовой доли нефтепродуктов в почве с помощью «Флюората-02м» [ПНД Ф 16.1:2.21–98].

Объектом нашего исследования стали модельные субстраты (песок:торф – 1:1), загрязненные авиационным керосином. В субстраты (масса – 250 г.), внесли различное количество керосина, тщательно перемешивали, определяли начальную концентрацию нефтепродуктов в почве. Субстраты обрабатывались биомассой почвенных водорослей. Контрольный субстрат биомассой не обрабатывали. Контроль суммар-

ного содержания нефтепродуктов проводили через 30 дней после постановки эксперимента.

Исходная концентрация нефтепродуктов в почвах, загрязненных авиационным керосином, составила 10 мг/г почвы в контрольном и первом образцах, во 2 образце мы взяли 15 мг/г почвы. Через 30 дней после добавления биопрепаратов в почвах зафиксировано снижение количества нефтепродуктов (табл. 1). Так, в почвенном субстрате контрольного образца концентрация НП снизилась до 8,9 мг/г почвы, 1 образца – до 3,7 мг/г, 2 – до 6,2 мг/г почвы, соответственно.

Таблица 1

Суммарная концентрация НП в модельных субстратах при загрязнении авиационным керосином, мг/г почвы

Образец	Исходная концентрация НП, мг/г	Концентрация НП через 30 дней, мг/г
Контроль	10,0	8,9
1	10,0	3,7
2	15,0	6,2

Таблица 2

Сравнительная эффективность биомассы в почвах загрязненных керосином, %

Образец	Остаточное содержание НП через 30 дней, %	Эффективность биопрепарата, %
Контроль	89	11
1	37	63
2	62	38

Снижение эффективности биоремедиационных свойств циано-водорослевой биомассы при увеличении количества керосина в субстрате (образец 2), может свидетельствовать о нарастающем негативном влиянии загрязнителя (табл. 2). Исследование показало, что при дальнейших опытах разумнее провести корреляцию между количеством загрязнителя и видовым составом циано-водорослевых сообществ, используемых для очистки почвы.

В ходе нашей работы, были получены результаты, свидетельствующие о целесообразности применения исследуемых биопрепаратов, а именно циано-водорослевой биомассы, в качестве агентов биоремедиации почв загрязненных горюче-смазочными материалами, конкретно – авиационным керосином. Эффективность этих биомасс варьируется от 11–63 %. Метод биоремедиации не загрязняет экосистему побочными продуктами, не нарушает экологическое равновесие. При относительно невысокой себестоимости использование исследуемых биопрепаратов является экономически целесообразным.

Библиографическая ссылка

1. ПНД Ф 16.1:2.21–98: Методика выполнения измерения массовой доли нефтепродуктов в пробах почв и грунтов флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат 02» с диапазоном от 0,005 до 20,00 вкл. мг/г, М., 2007.

© Горбунов Э. В., Хван А. А., Русакова О. А., 2014

УДК 502.573

А. А. Достова

Научный руководитель – *С. М. Трухницкая*
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ XXII ОЛИМПИЙСКИХ ЗИМНИХ ИГР

Проводится краткий анализ экологических последствий олимпиады.

Прошедшую Олимпиаду в Сочи многие называют «лучшей Олимпиадой в истории по качеству организации и инфраструктуре». Но, можно ли ее назвать самой безопасной для экологии? Именно ответу на этот вопрос посвящена данная статья.

Целью статьи является проведение анализа последствий XXII Зимних олимпийских игр.

Большая часть олимпийских объектов находятся на ценных природных территориях. До начала строительства олимпийской инфраструктуры, территория Красной поляны должна была войти в состав объекта Всемирного Природного Наследия «Западный Кавказ». Но, этому не суждено было случиться. Распоряжениями Правительства РФ от 27 февраля 2003 года № 238-р и от 20 ноября 2006 года № 1592-р была разрешена застройка не только участков Сочинского национального парка, но и участков, примыкающих к границе Кавказского заповедника.

Так прокомментировал подобные нововведения представитель Greenpeace: «До 2006 года у нас было прямо запрещено проводить такие массовые мероприятия в национальных парках. Сейчас же, подписан закон о том, что можно переводить заповедники в национальные парки. В результате многие заповедники, оказались под угрозой перевода в национальные парки и застройки».

Результатом такой экологической политики государства является: огромный ущерб реке Мзымта, в результате строительства совмещенной железной и автомобильной дороги из Адлера в Красную Поляну; сплошное изменение ландшафта и растительного покрова (на площади около 6 кв. км); образование около 300 фрагментов леса, разделенных дорогами, горнолыжными трассами и др. линейными объектами; ущерб реке Шахе – основному источнику питьевой воды в Сочи; нанесение вреда Шахгинскому ущелью,

где произрастают 11 видов растений, занесенных в Красную книгу России;

В Сочи при строительстве олимпийских объектов впервые применены «зеленые» стандарты, отметил глава МОК Томас Бах. Но, как видно из вышеизложенного материала, это не соответствует действительности. Ущерб, нанесенный строительством олимпийских объектов, имеет необратимый характер. Но, в будущем, таких жертв можно избежать путем внесения поправок в экологическое законодательство и развитием природоохранных проектов.

Библиографические ссылки

1. Гринпис : офиц. сайт. URL: <http://www.greenpeace.org> (дата обращения: 22.03.2014).
2. Экологическая вахта по Северному Кавказу : офиц. сайт. URL: <http://www.ewnc.org>. (дата обращения: 22.03.2014).

© Достова А. А., 2014

УДК 502.1

А. В. Елфимова

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

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Сохранение лесного комплекса и целостности окружающей среды является актуальной задачей на сегодняшний день. Она может быть решена при знании ресурсной базы для сбалансированного производства древесины, при сохранении биоразнообразия, устойчивости ресурсов на основе распределения земель по видам пользования и совершенствовании стратегий воспроизводства лесных ресурсов, сокращении ущерба от пожаров, вредителей и болезней, а также введении природоохранных нормативов в других отраслях.

На территории Красноярского края находится около 15 % лесных угодий России. В настоящее время, когда усиливается воздействие на биосферу, этот природный комплекс становится бесценным не только для нашей страны, но и для всей планеты [1].

В области управления лесными ресурсами в крае можно выделить следующие проблемы:

– Создание нормативно-правовой основы для рационального управления лесами.

Решение этой проблемы должно обеспечить четкую, понятную, справедливую, контролируемую и сбалансированную систему управления лесами.

– Сохранение ресурса и целостности окружающей среды.

Проблема может быть решена при знании ресурсной базы для сбалансированного производства древесины, при сохранении биоразнообразия, устойчивости ресурсов на основе распределения земель по видам пользования и совершенствовании стратегий воспроизводства лесных ресурсов, сокращении ущерба от пожаров, вредителей и болезней, а также введении природоохранных нормативов в других отраслях.

– Установление таких цен на ресурсы, которые могут обеспечить неистощительное и экономически выгодное ресурсопользование.

Решение третьей проблемы требует совершенствования механизма установления цен на лесные ресурсы посредством лесных податей и лесных торгов; разграничения между рентной платой за ресурсы и налогообложением предприятий; рациональной политики в отношении концессий, налогообложения; ослабления власти монополий.

– Социальное обеспечение в лесном секторе.

Эта проблема является чрезвычайно важной, и решение ее достигается при определении прав землепользования коренного населения на специально отведенных территориях, обеспечении населения лесных районов (в том числе коренного) адекватными социальными услугами, создании программ занятости для населения.

Одной из важных проблем являются незаконные рубки практически во всех районах порядка 60 тыс. м³ древесины в год, что дает более 200 млн рублей экономического ущерба. К другим проблемам можно отнести недостаточно развитую производственную и дорожно-транспортную инфраструктуру. В среднем на 1 тыс. га лесных территорий в Красноярском крае приходится не более 0,35 км лесных, что приводит к уменьшению срока годности техники и неполному освоению эксплуатационных лесов. Мешает глубокой переработке древесины и нестабильность и противоречия в законодательстве.

«Лесным кодексом» РФ определены основные формы организации лесопользования: аренда участков лесного фонда и лесные аукционы по продаже древесины на корню. И та, и другая форма активно используются в лесном хозяйстве края [2].

Арендные отношения гарантируют лесопользователям обеспечение сырьем в достаточных объемах в течение длительного периода, позволяют планировать освоение лесосечного фонда, развивать инфраструктуру на арендуемой территории, решать социальные вопросы. В дальнейшем развитие этой формы взаимоотношений обеспечит приток в лесную отрасль края дополнительных средств, что позволит наращивать объемы и улучшать качество восстановления

насаждений, а также выполнять другую важную для леса работу.

Сейчас особенно актуальна проблема защиты леса от влияния сибирского шелкопряда, наиболее вредоносного для таежных сибирских экосистем насекомых. Массовые вспышки сибирского шелкопряда за последнее столетие уже нанесли экологический, экономический и социальный ущерб лесам Красноярского края на площади около 9 млн га.

Последствия массового размножения насекомых для экономики Сибири достаточно очевидны: отмирание древостоев на сотнях тысяч гектаров таежных территорий значительно уменьшает сырьевую базу в обширном регионе, экономика которого во многом основана на лесном хозяйстве. Столь же очевидны экологические последствия: гибель лесных экосистем вызывает резкое изменение разнообразия организмов, населяющих темнохвойную тайгу Северной Азии, и нарушает количественные параметры сложившихся циклов круговорота воды и углерода, поскольку в ближайшие 10–20 лет весь углерод, находящийся в связанном состоянии в древесине погибших деревьев, в результате деятельности микроорганизмов-деструкторов перейдет в углекислоту и поступит в атмосферу, тем самым способствуя усилению парникового эффекта. Масштабы явления позволяют предполагать, что эти нарушения могут иметь значимость для всей планеты [2].

С целью решения проблем, связанных с массовым размножением насекомых и минимизации причиняемого ущерба, в 1970 году в Красноярском крае создано государственное лесозащитное учреждение «Центр защиты леса». На данный момент оно является подразделением ФГУ «Рослесозащита» МПР России [3].

Специалисты лесной службы и «Центра защиты леса» Красноярского края при поддержке Агентства США по международному развитию (USAID) и Института устойчивых сообществ (ISC) активно участвуют в международных проектах (ROLL, FOREST) по развитию сети лесопатологического мониторинга [4].

Таким образом, это наглядно свидетельствует о том, что приоритетом государственной политики в лесной отрасли становится сохранение и развитие средозащитной функции лесов. Одна из основных задач лесоводов Красноярского края – предотвратить масштабную гибель лесов, применяя современные методы мониторинга и своевременно назначая санитарно-оздоровительные мероприятия. В свою очередь, главными целями должны стать: уменьшение угрозы глобального изменения климата и сохранение биоразнообразия за счет пропаганды устойчивого лесопользования и сохранения российского леса как поглотителя углерода всемирного значения, а также крайне важной среды обитания редких и исчезающих видов растений и животных.

Библиографические ссылки

1. Запас лесосырьевых ресурсов в Красноярском крае увеличивается // ЛесПромИнформ. № 5 (95).
2. Красноярский край (состояние и перспективы развития ЛПК края) // ЛесПромИнформ. № 2 (15).
3. Филиал ФБУ «Рослесозащита» – «ЦЗЛ Красноярского края» [Электронный ресурс]. URL: <http://czl24.ru/>
4. Проект «Лесные ресурсы и технологии» (Фонд) в Красноярске // ЛесПромИнформ. № 2 (15).

© Елфимова А. В., 2014

УДК 504.054, 504.055

К. Е. Зырянова

Научный руководитель – *Е. Н. Бельская*

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

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ТРУДА ЗАЛИВЩИКА КОМПАУНДАМИ

Проводится анализ негативных производственных факторов и количественная оценка уровней их воздействия на рабочем месте заливщика компаундами; анализ возможных аварийных ситуаций и порядка действий персонала в аварийных ситуациях. Предлагаются мероприятия по улучшению условий труда.

Рабочее место заливщика относится к индивидуальному рабочему месту для работы сидя. Рабочий стол и стул антистатические. На рабочем столе обязательно наличие вытяжной трубы и антистатического коврика. Стул дополнительно снабжен подъемно-поворотным механизмом.

Виды выполняемых работ на рабочем месте заливщика компаундами включают: нанесение компаунда на поверхность простых деталей вручную; обработку, очистку и обезжиривание поверхности ацетоном или бензином; герметизацию приборов методом заклеивки специальными смолами; сушку в термостате; проверку заливки по внешнему виду; подготовку

форм для заливки, промывание форм в бензине, смазку их спец жидкостью; прокаливание форм в термостате; контроль заливочных форм и других приспособлений, влияющих на качество заливки.

Количественная оценка уровней воздействия химических факторов [1] на рабочем месте заливщика компаундами показывает, что фактические концентрации химических веществ ниже предельно допустимых значений. Для защиты от химических факторов в соответствии с «Нормами бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты» заливщику выдаются: очки защитные; перчатки хлопчатобумажные;

перчатки резиновые; респиратор РПГ-67 с фильтром марки А или полумаска серии 6000.

Результаты анализа физических факторов [1] и количественная оценка уровней их воздействия приведены в таблице.

Наиболее опасными и вредными физическими производственными факторами [1], действующими на заливщика в процессе работы, являются: движущиеся части машин и механизмов; повышенная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень статического электричества; острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.

Для создания и автоматического поддержания в помещении оптимальных значений температуры, влажности и скорости движения воздуха в холодное время года используется водяное отопление, а в теплое время года применяется кондиционирование воздуха.

Защита от шума выполняется в соответствии с ГОСТ 12.1.003–83, а звукоизоляция ограждающих конструкций отвечает требованиям [2]. В качестве дополнительных мер по снижению шума предлагается следующее: облицовка потолка и стен звукопоглощающим материалом (снижает шум на 6–8 дБ); экранирование рабочего места (постановкой перегородок, диафрагм); рациональная планировка помещения.

Помещение по опасности поражения электрическим током можно отнести к 1 классу, т. е. без повышенной опасности (сухое, с нормальной температурой воздуха, изолированными полами). Электробезопасность обеспечивается в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.030–81.

Здание, в котором находится производственное помещение, по пожарной опасности строительных конструкций относится к категории К3 (пожароопасные), поскольку здесь присутствуют горючие вещества (клеи класса В3 [легковоспламеняемые]), которые при взаимодействии с огнем могут гореть со взрывом

[3]. Следовательно, степень огнестойкости здания можно определить как вторую (II). Помещение по функциональной пожарной опасности относится к классу Ф 5.1 – производственные здания и сооружения, производственные и лабораторные помещения, мастерские [3].

При работе с клеями возможны следующие аварийные ситуации: задымление с последующим возгоранием; возгорание электрической проводки в результате короткого замыкания; поражение электрическим током; неисправность приточно-вытяжной вентиляции; разлив клеевых материалов; отравление; термические ожоги.

При возникновении аварийной ситуации, угрожающей жизни и здоровью, необходимо: немедленно прекратить работу; принять меры по удалению других работающих из опасной зоны; срочно сообщить о случившейся аварийной ситуации непосредственному руководителю работ; до устранения неисправности к работе не приступать.

Таким образом, в работе проведен анализ опасных и вредных производственных факторов на рабочем месте заливщика. Рассмотрены возможные аварийные ситуации и порядок действий персонала в случае их возникновения; предложены мероприятия по улучшению условий труда. Выполнение предлагаемых мероприятий и соблюдение инструкций по охране труда для маляра, при выполнении работ по окраске лакокрасочными материалами сборочных единиц и инструкции по охране труда для работника, занятого на работах с применением клеев, компаундов, герметиков и других клеевых составов, позволит сохранить хорошую работоспособность в течение всего рабочего дня, повысить как в количественном, так и в качественном отношении производительность труда заливщика, что в свою очередь будет способствовать быстрой окраске компаундами (и иными клеевыми составами) сборочных единиц.

Количественная оценка физических факторов

Физические производственные факторы	Количественная оценка	
	факт	норма
Температура воздуха рабочей зоны	х.п.г.: 22 – 23°C	х.п.г.: 22 – 24°C
	т.п.г.: 24 – 25°C	т.п.г.: 23 – 25°C
Уровень шума на рабочем месте	30 дБА	50 дБА
Влажность воздуха	45–50 %	40–60 %
Подвижность воздуха	0,3–0,4 м/с	0,3–0,4 м/с
Значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	220 В	
	50 Гц	
Уровень статического электричества	400 В	500 В
Напряженность электрического поля	–	25 В/м
Напряженность магнитного поля	–	250 нТл
Освещенность рабочей зоны	300 лк	300 лк

Библиографические ссылки

- ГОСТ 12.0.003–74* Опасные и вредные производственные факторы : Постановление Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 18 ноября 1974 г. № 2551, дата введения: 01.01.76.
- Строительные нормы и правила СНиП 23-03-2003* «Защита от шума. Нормы проектирования» (Приняты и введены в действие постановлением Гос-

стра России от 30 июня 2003 г. № 136, взамен СНиП П-12-77).

- Строительные нормы и правила СНиП 21-01-97* «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (приняты постановлением Минстроя РФ от 13 февраля 1997 г. № 18-7) (в редакции от 3 июня 1999 г., 19 июля 2002 г.).

УДК 504.064.2

Ю. В. Казакова, Е. И. Гертнер
 Научный руководитель – О. В. Тасейко
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

**РАСЧЕТ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
 ГЕНЕРАТОРА ВОДОРОДА В ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

Важнейшей глобальной общечеловеческой проблемой современности стала экологическая проблема. Одним из загрязнителей является транспорт. Все виды современного транспорта наносят большой ущерб биосфере, но наиболее опасен для нее автомобильный транспорт.

Актуальность проблемы, выбранной нами, состоит в том, что в больших городах первенство в загрязнении атмосферы переходит от промышленности к транспорту, прежде всего автомобильному [1–2].

Цель работы заключалась в выявлении зависимости загрязненности атмосферного воздуха от интенсивности движения автотранспорта и изучении мероприятия, направленных на снижение вредных примесей в нем на примере улицы Партизана Железняка.

Основные задачи работы:

- определить количество единиц автотранспорта разных типов, проезжающих по участку автотрассы ул. Партизана Железняка за недельный период времени;
- определить нормы расхода топлива автотранспортом исходя из средних норм расхода топлива в условиях города;

- определить количество выбросов вредных веществ автотранспортом;
- разработать мероприятие по уменьшению выброса от АТС.

Количество вредных веществ, поступающих в атмосферу от АТС, может быть оценено расчетным методом. Исходными данными для расчета количества выбросов являются: количество единиц АТС разных типов, проезжающих по участку автотрассы за единицу времени; норма расхода топлива АТС (средние нормы расхода топлива АТС при движении в условиях города; значение эмпирических коэффициентов, определяющих выброс вредных веществ от АТС в зависимости от вида горючего.

Мероприятия по борьбе с выбросами автотранспорта – Генератор водорода STAFOR ННО.

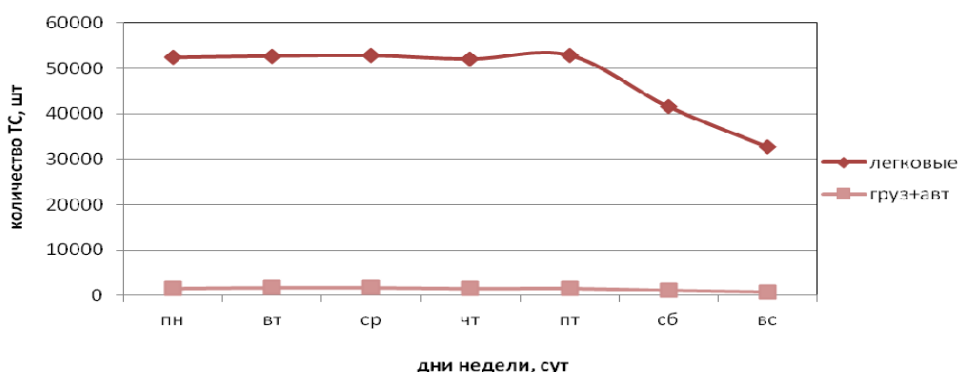


Рис. 1. Динамика количества автотранспортных средств по дням недели

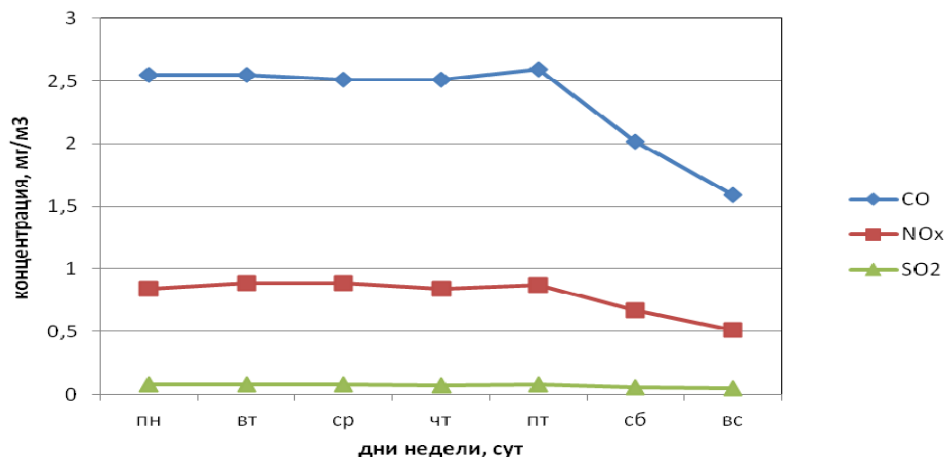


Рис. 2. График зависимости концентрации загрязняющих веществ от дней недели по трем компонентам (CO, NO_x, SO₂)

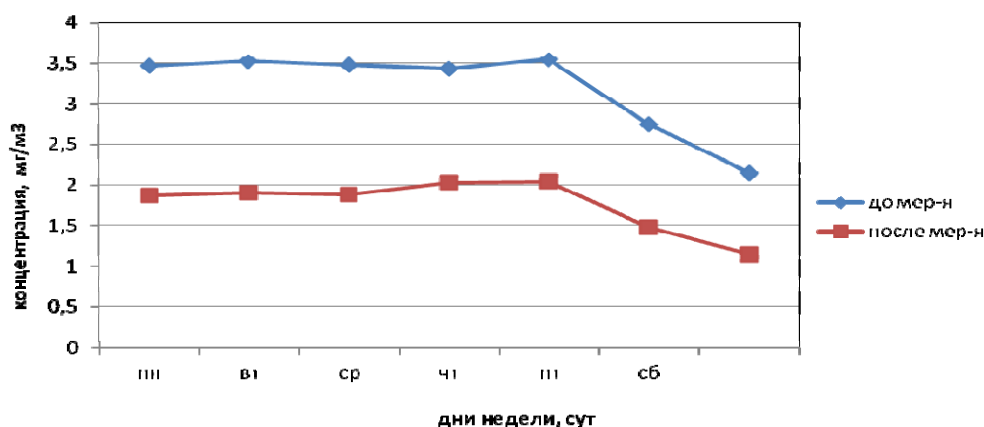


Рис. 3. График зависимости концентрации загрязняющих веществ от дней недели до и после проведения мероприятия

- Замена двигателей внутреннего сгорания на экологически чистые (газотурбинные, электромобили);
- Зеленые насаждения;
- Использование альтернативных видов топлива (на смену нефтепродуктам приходят водород, азот, обычная вода, сжиженный газ).

Проанализировав данные по интенсивности транспортного потока, составу АТС ул. Партизана Железняк и изучив мероприятия, направленные на уменьшение загрязнения атмосферного воздуха и снижение вредных примесей в нем, мы сделали вывод, что так как вблизи ул. Партизана-Железняк нет предприятий, загрязнение воздуха происходит в основном из-за выбросов от АТС. В неделю выбросы составили 250,8 кг. Мы предложили мероприятия, которые зна-

чительно уменьшат количество выбросов в атмосферу и сделают наш город более чистым.

Библиографические ссылки

1. Расчетная инструкция (методика) по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ от автотранспортных средств на территории крупнейших городов. Согласовано: Письмо № 70К-46/853 от 07.12.2006.
2. URL: <http://www.staforhho.com/ru/produkti-447671/stafor-hho-uudenjrazha-ggeneratori-457931> (дата обращения: 20.03.2014).

© Казакова Ю. В., Гертнер Е. И., 2014

УДК 504.062.4

А. А. Калашиников, Н. В. Никитевич, А. М. Турчанов
 Научные руководители – *А. Г. Кучкин, В. А. Миронова*
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАСЧЕТ ЭМИССИИ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Существует проблема систематизации данных по эмиссии различных авиационных двигателей. Представлено создание калькулятора расчета эмиссии для конкретного авиационного двигателя или воздушного судна, основанного на базе данных ИКАО.

Гражданская авиация одна из самых развитых отраслей транспорта в мире на данный момент. Мировой парк воздушных судов насчитывает в себе несколько миллионов аппаратов. Это огромное количество бороздит ежедневно воздушное пространство над нашей головой, оставляя за собой шлейф отработанных газов или эмиссию. Слово «emission» переводится на русский язык как выделение, излучение и как распространение. В отечественной терминологии в области охраны окружающей среды от загрязнения используются два специальных термина «выделение» и «выброс», которые обозначают различные процессы: первый – образование загрязняющего вещества, а второй – поступление этого вещества в атмосферу из источников образования.

Количество и качество эмиссии зависит от следующих показателей: режима и времени работы двигателя, удельного показателя образования этого вещества, отнесённого к единице количества используемого топлива, расхода топлива на соответствующем режиме работы.

Наиболее сложные лётные операции самолёт выполняет в зоне аэродрома. При этом двигатели эксплуатируются в максимальном диапазоне изменения режимов работы, так как от них требуется обеспечить тяговые характеристики, необходимые ЛА для совершения операция взлётно-посадочного цикла (ВПЦ).

В данной работе рассмотрен пример расчёта эмиссии для стандартного ВПЦ. Данный цикл был создан с целью унификации описания режимов работы авиа-

двигателей различных типов при выполнении воздушным судном манёвров в зоне аэродрома. Такой цикл принят в качестве «стандартного цикла ИКАО» и используется в международной практике для различных испытаний, сравнений и расчётов, связанных с проблемами загрязнения атмосферы.

В нашей работе мы применили метод усредненной оценки [1]. Методики усредненной оценки предполагают использование заранее рассчитанных и обобщенных показателей выбросов загрязняющих веществ как по отдельным ингредиентам, так и по их сумме.

Используя готовые методы расчета и базу данных ИКАО эмиссии авиационных двигателей, был создан калькулятор эмиссий. Данная программа на основе Microsoft Excel легка в использовании и не требует

никаких особых специфических навыков. В будущем данная программа может заложить фундамент для создания профессиональной версии для использования на предприятиях.

Библиографическая ссылка

1. Николайкин Н. И., Смирнова Ю. В., Карпин Б. Н. Промышленная экология: Расчет выбросов загрязняющих веществ от воздушных судов : пособие для практич. занятий и дипломного проектирования. М. : МГТУ ГА, 2006. 58 с.

© Калашников А. А., Никитевич Н. В., Турчанов А. М., 2014

УДК 504.75

А. И. Кириченко

Научный руководитель – *Л. А. Герасимова*

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

КАЧЕСТВО ВОЗДУХА В НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Красноярский край занимает третье место в России по масштабам загрязнения природы. Если смотреть в процентном соотношении, то неблагоприятные, с точки зрения экологии, земли занимают всего 10 %. Казалось бы, немного, но именно в этой части проживает основная часть населения края, именно в этих местах сосредоточены промышленные объекты и сельскохозяйственные зоны.

Для нашего региона специфична высокая концентрация производства. Многие промышленные предприятия Красноярска, Норильска, Ачинска и Канска являются крупнейшими в России и относятся к группе энергоёмких отраслей производства с большими объемами выбросов, сбросов и образующихся отходов.

Поэтому экологическая обстановка в Красноярском крае определяется, в первую очередь, напряженной ситуацией в промышленных центрах региона – Красноярске, Норильске, Ачинске, а также Канске: 70–80 % основные производства сосредоточены именно в этих городах: Норильский горно-металлургический комбинат, Химкомбинат «Енисей», Ачинский глиноземный комбинат, Ачинский нефтеперерабатывающий завод.

В Норильске один из крупнейших загрязнителей воздуха – ЗФ «Норникель», предприятия которого выбрасывают в атмосферу большие количества диоксида серы. Годовой объем выбросов в атмосферу Норильска составляет 1 959,5 тысяч тонн, 99,5 % приходится на стационарные источники [1].

Загрязняющими воздух Красноярского края являются и лесоперерабатывающие предприятия. Воздух жилых зон вблизи таких предприятий загрязнен взвешенными веществами (пылью), диоксидом азота, диоксидом серы, формальдегидом, фенолом, оксидом углерода, бензпиреном, хромом. Загрязнение атмосферного воздуха такими веществами, как формальдегид и бензпирен, может вызвать раковые заболевания, в этих районах наблюдается также высокий уровень заболевания дыхательной системы [2].

По данным Росгидромета, в 138 городах России (57 % городского населения) уровень загрязнения

воздуха характеризуется как высокий и очень высокий [4]. На территории Красноярского края имеются пять городов с таким уровнем загрязнения: Ачинск, Красноярск, Норильск, Лесосибирск, Минусинск [3].

В топе регионов Сибирского федерального округа с наибольшим объемом выбросов загрязняющих веществ в атмосферу Иркутская область (по данным 2012 года) занимает третье место после Красноярского края и Кемеровской области. За год в области в воздух было выброшено 980 тыс. тонн загрязняющих веществ, в Кемеровской области – 1 млн 565 тыс. тонн, Красноярском крае – 2 млн 879 тыс. тонн [4].

Автотранспорт также занимает ведущее место в загрязнении окружающей среды Красноярска, впрочем, как и в целом Красноярского края. На его долю приходится около 90 % общего объема вредных веществ, поступающих в атмосферу от всех видов транспорта. В выбросах автотранспорта содержится 280 наименований вредных веществ, основная доля вредных автомобильных выбросов приходится на оксиды углерода и азота, углеводороды.

Кроме того, по данным УГИБДД ГУВД по Красноярскому краю количество различных видов автомобильного транспорта продолжает постоянно увеличиваться, большую часть из которого составляют подержанные автомобили.

1 июля 2013 года Федеральная служба государственной статистики (Росстат) опубликовала бюллетень «Основные показатели охраны окружающей среды», где были представлены данные по городам России по выбросам загрязняющих атмосферу веществ стационарными источниками и автомобильным транспор-

том. Опираясь на эти данные, был составлен следующий рейтинг самых экологически грязных городов России по общему объёму выбросов. По общему объёму выбросов Москва находится на втором месте, а Красноярск на 11-м (233,8 тыс. тонн, 62,6 % – стационарные источники). Но в Красноярске в выбросах загрязняющих веществ преобладает диоксид серы (более 80 %), который в 2 раза токсичнее, чем диоксид азота, соединения которого в выбросах загрязняющих веществ в Москве составляют порядка 50 % [3].

Более того, как и во многих крупных городах, серьёзной экологической проблемой Красноярска является нехватка зелёных насаждений во многих жилых районах города. Горожане также обеспокоены вырубкой зелёных насаждений в черте города, а на их месте вырастают высотные дома и торговые центры.

«По нормативам для крупных городов на одного жителя должно приходиться 16 квадратных метров зелёных насаждений с учетом лесопарков и парков, – поясняет начальник мастерской ОАО «ТГИ «Красноярскгражданпроект» Людмила Устинова. – Дело в том, что система озеленения должна быть сквозной: двор, улица, сквер, парк, лесопарк. У нас очень мало зелени общего пользования. Улицы не всегда озеленены, бульваров тоже не хватает. В итоге реально на одного человека в Красноярске приходится 6 квадратных метров зелени» [5].

Таким образом, общая тенденция развития городов – прогрессирующее ухудшение в них экологической обстановки. На территории Красноярского края экологическое состояние городов можно определить как неблагоприятное: по объёму выбросов загряз-

няющих веществ в атмосферу Красноярский край постоянно занимает первое место в Российской Федерации. Поэтому следует разрабатывать экологические программы по направлениям: снижение выбросов в атмосферный воздух; организация управления всеми видами отходов; широкое экологическое воспитание и просвещение через детские и учебные заведения, профессиональную переподготовку специалистов, средства массовой информации. Публикация подготовлена в рамках поддержанного РГНФ научно-го проекта № 14-16-24001.

Библиографические ссылки

1. О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае за 2011 год : Государственный доклад. Красноярск, 2012.
2. Зарубин Г. П., Новиков Ю. В. Гигиена города // Природа и человек. 2011. № 6. С. 8.
3. Самые экологически грязные города России на 2013 год. Топ-60 [Электронный ресурс]. URL: <http://topmira.com/goroda-strany/item/47-samy-grjaznye-goroda-russia-2013> (дата обращения: 20.03.2014).
4. Названы города с высоким уровнем загрязнения воздуха (статья) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.vsp.ru/ecology/2014/01/21/539324> (дата обращения: 20.03.2014).
5. Проекты Красноярья. Проблемы и решения [Электронный ресурс]. URL: http://xn--80atnddcf.xn--p1ai/articles/problemi_i_resheniya/doroga_v_gorod-sad.html (дата обращения: 20.03.2014).

© Кириченко А. И., 2014

УДК 504.75.05

А. Н. Конончук, Е. А. Кузнецова

Научный руководитель – *Н. В. Юрковец, О. П. Потопаева*
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ВСЕМИРНАЯ СЕТЬ КАК ИСТОЧНИК ОПАСНОСТИ

Проанализированы проблемы и опасности всемирной сети, с которыми сталкивается современное общество и предложены меры по их предупреждению.

Всемирная паутина ежегодно привлекает в свои сети миллионы новых пользователей. Среднестатистический современный человек уже с трудом представляет свое существование без Интернета. Однако далеко не все могут точно ответить на вопрос, что такое интернет – ведь для каждого из нас он играет свою роль.

Всемирная сеть – всемирная система объединённых компьютерных сетей для хранения, передачи и переработки информации.

Что представляет собой всемирная сеть для большинства из нас:

- общение;
- развлечение;
- самообразование;
- творчество, саморазвитие;

- место совершения покупок и сделок;
- заработок [5].

Исходя из этого, можно сделать вывод, что Интернет может стать очень интересным и увлекательным для каждого. Однако всё, что нам интересно, может быть и опасно.

Современное общество часто сталкивается с **проблемой интернет-зависимости**. Сетевой недуг может принимать разные формы:

1. Бесконечное общение в Интернете приводит к тому, что у заядлого компьютерщика в сети друзей больше, чем в реальности.

2. Другой вариант – пристрастие к онлайн-играм.

Как же понять, не страдаете ли вы от интернет-болезни? Вот в каких случаях можно насторожиться:

- Придя домой, Вы сразу же заходите в интернет.
- Интернет заставляет Вас жертвовать сном.
- Вдали от Интернета Вы думаете о том, как будете за ним сидеть, играть, общаться.

Найти у себя что-то из этих «симптомов» может каждый. Не стоит пугаться, ведь в отношениях с Интернетом, как и в любом деле, главное знать меру [6].

Кроме проблемы компьютерной зависимости для общества существуют ещё и опасности, связанные с интернетом. Перечислим **основные психологические факторы риска**.

1. Мошенничество

Мошенники действуют почти в каждой сфере человеческой деятельности – естественно, не могли они обойти своим вниманием и Интернет.

1.1. Работа. Предложение прибыльной работы на дому – от набора текстов, до сбора шариковых ручек. Но сначала вы должны заплатить первоначальный взнос или сообщить свой номер телефона (отправить СМС), чтобы подтвердить серьезность своих намерений.

Как этого избежать:

- Не отсылать копии своих документов малознакомым сомнительным личностям, а ещё лучше пользоваться услугами кадровых агентств с хорошей репутацией.

- Не переводить на счет потенциального работодателя никаких финансовых средств до того, как ваши трудовые отношения не будут зафиксированы документально.

1.2. Торговля. При приобретении товаров или услуг в Сети следует быть очень осторожным: скорее всего вам придется вводить данные своей банковской карты и соответствующие пароли. Мошенники могут снять с вашего счета большую сумму, чем вы ожидали. Нередки случаи, когда товара вы можете не увидеть вообще.

Как этого избежать:

- Приобретать товары только в проверенных и популярных интернет-магазинах.

- Проверить отзывы покупателей интернет-магазина.

- Внимательно присмотритесь к оформлению сайта, выясните, указаны ли на нем адрес и телефон продавца и являются ли они подлинными.

- Завести специальную банковскую карту для покупок в Интернете и не использовать ее в других случаях.

- Но ещё надежнее использовать способ оплаты при получении товара [1].

1.3. «Несчастный друг». Действия подобных людей можно назвать мошенничеством на доверии. В минуту откровения человек рассказывает, что он – безнадежно болен. Особенно часто на эту удочку попадают женщины и мужчины пенсионного возраста.

Как этого избежать:

- Проверить все ли утверждения человека соответствуют истине.

- Попросить выслать выписку из медицинской карты [4].

2. Второй психологический фактор риска – это **интернет-знакомства**.

Не стоит всегда переводить интернет-знакомства из виртуального мира в реальный, так как, знакомясь в Интернете, люди часто преподносят себя не такими, какие они на самом деле.

Как этого избежать:

- Задавать прямые вопросы о личной жизни: если человек увиливает от ответа, то стоит насторожиться – ему есть, что скрывать.

- Но лучше всего общаться с помощью веб-камеры [3].

3. Еще одна опасность Интернета – **взлом паролей**. В интернете на каждом сайте, каждая учетная запись должна иметь свой пароль. Потеря или взлом пароля может вылиться в большую проблему.

Как этого избежать:

- Никому не сообщать свои пароли.

- Использовать сложные пароли: как утверждает статистика, 80 % всех паролей – это простые слова: имена, марки телефона или машины, имя кошки или собаки, а также пароли вроде 123.

- Не пользоваться одним паролем для всего.

- Сообщать как можно меньше личной информации [2].

Таким образом, помните, что, несмотря на то, что Интернет имеет много положительных сторон, опасности здесь практически те же, что и в реальном мире – обман, мошенничество, воровство. И не стоит их недооценивать.

Библиографические ссылки

1. Основы безопасности жизнедеятельности в сети Интернет (ОБЖИ) : метод. пособие для учителей. СПб. : МПСС, 2012. 61 с.

2. URL: <http://www.windxp.com.ru/acpeg.html> (дата обращения: 20.03.2014).

3. URL: http://russiafaq.ru/spravochnik/Opasnost_Interneta_dlya_cheloveka_V_chem_ona_viragaetsya.html (дата обращения: 20.03.2014).

4. URL: <http://namza60.ru/opasnosti-interneta-beregite-nervyi!.html> (дата обращения: 20.03.2014).

5. URL: <http://vse-sekretu.ru/149-chto-takoe-internet.html> (дата обращения: 20.03.2014).

6. URL: <http://www.superstyle.ru/22aug2007/internetomania?print=1> (дата обращения: 20.03.2014).

© Конончук А. Н., Кузнецова Е. А., 2014

УДК 614.8.084

А. С. Корнев, И. В. Илькив
 Научный руководитель – Н. В. Юрковец, О. П. Потопаева
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЛИЧНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Дана оценка состоянию пожарной безопасности и предложены меры по ее обеспечению в повседневной жизни (быту).

Личная безопасность состояние защищенности жизни и здоровья человека, его целей, потребностей, интересов от опасных воздействий (физических, духовных, информационных, этнокультурных, социальных, экономических, политических, экологических, медико-биологических, военных и т. д.) [1].

XX век принес людям не только достижения в области технического прогресса, облегчившие жизнь, но и массу проблем, затрудняющих ее, а иногда делающих просто невыносимой. Болезни, изменение климата, нарушение экологического равновесия, войны и т. д. Все это таким или иным образом отражается на нас. Многие считают, что эти беды обойдут их стороной, никакие проблемы не коснутся. Но дело в том, что большие катаклизмы порождают малые, которые, возможно заденут вас или ваших близких [2].

Как же защититься от всех напастей и крушений, которые могут коснуться нас в повседневной жизни, где одной из опасностей являются пожары.

Ни для кого не секрет, что пожары чаще всего происходят от беспечного отношения к огню самих людей.

Пожар – это вышедший из-под контроля процесс горения, уничтожающий материальные ценности и создающий угрозу жизни и здоровью людей.

Статистика пожаров по России показывает, что 80 % пожаров происходит в жилье. Здесь же гибель и травматизм людей от дыма и огня составляет 9 случаев из 10. Количество ЧС и пожаров, а также погибших в РФ за 6 месяцев 2013 г. и за аналогичный период 2012 г. отражены на рис.1, 2.

Пожары бывают разные, в закрытых помещениях

и на открытых пространствах. Наиболее распространены пожары в быту. Наибольшее количество пожаров в 2013 году было зарегистрировано в жилом секторе. Их доля от общего числа пожаров по России составила 70,2 % (в 2012 г. – 71,5 %). Гибель людей при пожарах в бытовом секторе, от общего количества по стране, составила 91,9 % (в 2012 г. – 92,8 %), получили травмы 76,2 % (в 2012 г. – 75,5 %).

Пожар – это всегда беда. Однако не все знают элементарные правила поведения в случае пожара. И даже знакомое с детства – «звоните 01» – в панике забывается. И для безопасности нужно знать и соблюдать основные правила поведения, чтобы выжить

- При пожаре немедленно вызовите пожарных, позвонив по телефону 01. Сообщите диспетчеру:

- 1) Причину вызова (загорелся телевизор, пожар на балконе).

- 2) Свой точный адрес (улица, номер дома и квартиры, этаж, подъезд).

- 3) Фамилию и номер телефона, с которого Вы звоните.

- Не дожидаясь прибытия пожарных, попытайтесь потушить возгорание подручными средствами (водой, плотной мокрой тканью).

- НЕЛЬЗЯ ТУШИТЬ ВОДОЙ включенные в сеть электроприборы и лить воду на электрические провода.

- НЕЛЬЗЯ ТУШИТЬ ВОДОЙ Легковоспламеняющиеся жидкости (бензин, керосин). Их тушите мокрой тканью, огнетушителем, песком или землей из цветочных горшков.

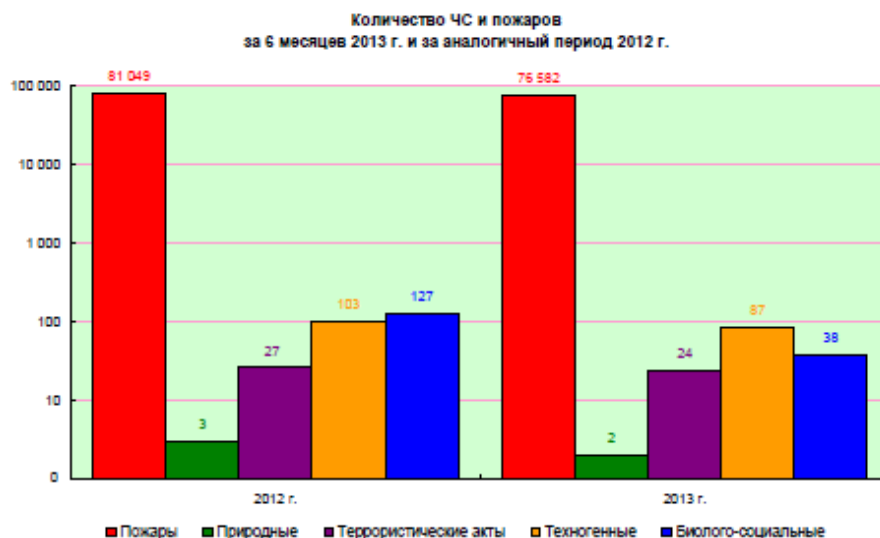


Рис. 1. Сравнительная оценка количества ЧС и пожаров

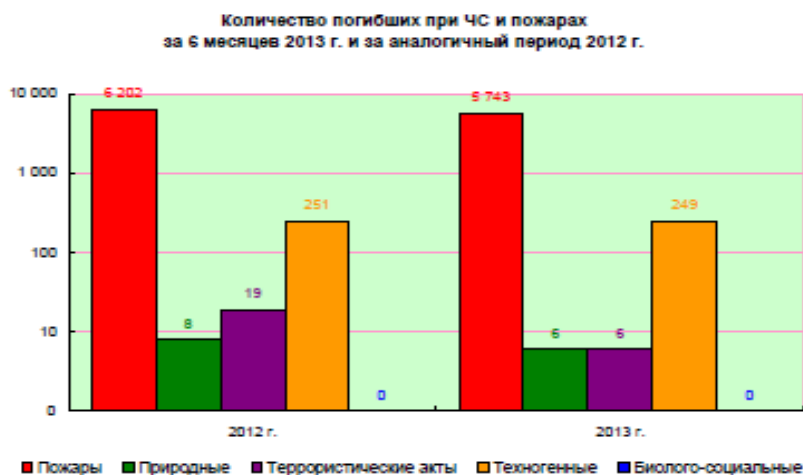


Рис. 2. Сравнительная оценка количества погибших в ЧС и пожарах

- В задымлённом помещении необходимо передвигаться на четвереньках (внизу меньше дыма) и дышать через влажную ткань (мокрое одеяло, пальто).
 - Если пожар возник в одной из комнат, не забудьте плотно закрыть двери горячей комнаты.
 - Если вы видите, что ликвидировать возгорание своими силами не удастся, немедленно уходите.
- Таким образом, ради себя и ближних, для сведения к минимуму опасности возникновения пожара по вине человека необходимо, чтобы правила безопасного поведения людей переросли в общую культуру, на это и должна быть направлена постоянная и целенаправленная работа по вопросам пожарной безопасности

Библиографические ссылки

1. URL: http://civil_protection.academic.ru/585/Личная_безопасность (дата обращения: 18.03.2014).
2. URL: <http://www.sec4all.net/> (дата обращения: 18.03.2014).
3. URL: <http://forum.detective-agency.info/> (дата обращения: 18.03.2014).
4. URL: www.nast.md (дата обращения: 18.03.2014).
5. URL: <http://pozhproekt.ru/stat/mchs/pozhstat-polo-vina-2013.pdf> (дата обращения: 18.03.2014).

© Корнев А. С., Илькив И. В., 2014

УДК 504.062.2

Е. В. Королёв

Руководитель – *О. В. Тасейко*

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

ТЕРМОЯДЕРНЫЙ СИНТЕЗ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЭНЕРГИИ

Рассмотрены возможности использования реакции управляемого термоядерного синтеза как альтернативного способа получения энергии. Проанализированы технические особенности реализации этого процесса и мировой опыт в создании экспериментального термоядерного реактора.

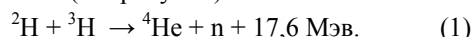
В настоящее время во всем мире принимаются стратегические решения по освоению, развитию и добычи новых источников дешевой и экологически безопасной энергии. Необходимость разработки таких источников связана с ожидаемым дефицитом производства энергии, ограниченностью топливных ресурсов и экологии.

Одним из наиболее перспективных инновационных источников энергии является управляемый термоядерный синтез (УТС). Термоядерный синтез – это дешевый и экологически безопасный способ добычи энергии. На Солнце уже миллиарды лет происходит неуправляемый термоядерный синтез – энергия синтеза выделяется при слиянии ядер тяжелых изотопов водорода, образуется гелий. При этом выделяется колоссальное количество энергии.

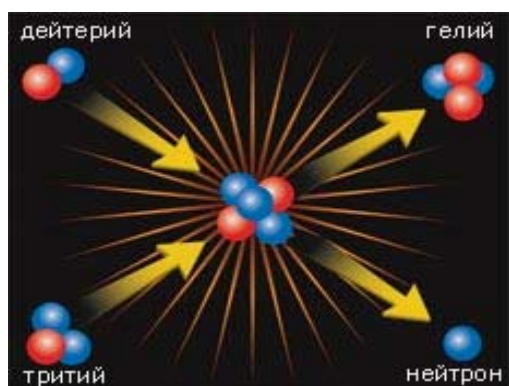
По разным прогнозам, основные источники электроэнергии на планете закончатся через 50–100 лет. Запасы нефти человечество исчерпает лет через 40, газа – максимум через 80, а урана – через 80–100 лет. Запасов угля может хватить лет на 400. Но использование этого органического топлива, причем в качестве основного, ставит планету за грань экологической катастрофы. Страны-участницы Киотского протокола, обсуждая проблемы выживания человечества, «угольные» выбросы поставили в разряд самых опасных факторов. Если сегодня не остановить столь нещадное загрязнение атмосферы, а именно угольные станции служат главным источником ее загрязнения: выбрасывают радиоактивных веществ в десятки раз больше, чем АЭС; образуют CO_2 при сжигании угля (лю-

бого топлива), что приводит к «парниковому эффекту». Поэтому ни о каких столетиях не может быть и речи. А значит, альтернативный источник энергии нам необходим уже в обозримом будущем.

Управляемый термоядерный синтез (УТС) – процесс слияния лёгких атомных ядер, происходящий с выделением энергии при высоких температурах в регулируемых, управляемых условиях. В природных условиях термоядерные реакции между ядрами водорода протекают в недрах звёзд. Сгорание водорода в звёздах идёт с малой скоростью, но гигантские размеры и плотности звёзд обеспечивают непрерывное испускание огромных потоков энергии в течение миллиардов лет. С несравненно большей скоростью идет реакция между тяжёлыми изотопами водорода дейтерием (^2H) и тритием (^3H) с образованием сильно связанного ядра гелия (см. рисунок):



Эта реакция (формула (1)) представляет наибольший интерес для проблемы управляемого термоядерного синтеза, так как сопровождается большим энерговыделением и протекает со значительной скоростью.



Реакция синтеза между дейтерием ^2H и тритием ^3H

Сооружение реактора предполагает: 1) получение плазмы, нагретой до температур в сотни миллионов градусов; 2) сохранение плазменной конфигурации в течение времени, необходимого для протекания ядерных реакций. Исследования по управляемому термоядерному синтезу ведутся в двух направлениях – по разработке квазистационарных систем, с одной стороны, и устройств, предельно быстродействующих, с другой.

Международный экспериментальный термоядерный реактор. Проблема управляемого термоядерного синтеза настолько сложна, что самостоятельно с ней не справится ни одна страна. Поэтому мировое сообщество избрало самый оптимальный путь – создание проекта Международного термоядерного экспериментального реактора – ITER, в котором на сегодня участвуют, Россия, США, Евросоюз, Япония, Индия, Китай и Республика Корея.

Цель проекта: долгожданный переход от экспериментальных установок по удержанию плазмы к полномасштабному источнику электроэнергии на основе термоядерной реакции.

Задача проекта: заключается в демонстрации возможности коммерческого использования термоядерного реактора и решении физических и технологических проблем, которые могут встретиться на этом пути.

Таким образом, в настоящее время человечество удовлетворяет свои потребности в энергии, главным образом сжигая нефть, газ и уголь. Однако легкодоступные и дешевые их запасы ограничены: с учетом роста потребления энергии они могут быть в значительной мере исчерпаны уже в обозримом будущем.

Исчерпание не возобновляемых ресурсов, в том числе и урана для АЭС на тепловых нейтронах, рано или поздно вынудит обратиться к термоядерным электростанциям как экологичным и безопасным. Термоядерная энергетика в первую очередь могла бы развиваться там, где в силу разных причин нельзя строить АЭС.

Доступность топлива для термоядерной электростанции – важный фактор для большинства стран мира. Равномерность топлива смягчит многие мировые конфликты, возникающие из-за крайне неоднородного распределения на земном шаре природных запасов нефти, газа и даже угля.

Экологичность термоядерной энергетики основана, в частности, на отсутствии выбросов CO_2 . Нарастающее поступление CO_2 в атмосферу от традиционной энергетике – важная проблема в связи с возможным потеплением климата.

Термоядерная энергетика представляет собой экологически чистый и практически неисчерпаемый источник энергии.

© Королёв Е. В., 2014

УДК 502.085

Д. О. Кочергина², П. В. Лебедева², А. А. Достова¹
Научный руководитель – Л. А. Герасимова¹, И. Ю. Еремина²

¹Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

²Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск

ОЦЕНКА ФИТОТОКСИЧНОСТИ ТВЕРДЫХ ОСАДКОВ ОТДЕЛЬНЫХ ПРОМЗОН ГОРОДА КРАСНОЯРСКА

Методом биотестирования на семенах кресс-салата определена фитотоксичность твердых осадков промышленно загрязнённых зон г. Красноярска на организменном и клеточном уровнях. Реакция объекта на качество среды оценивалась по всхожести семян и значению митотического индекса.

Фактические масштабы антропогенного пресса на окружающую среду давно переросли контролируемые возможности санитарно-гигиенического нормирования. Для осуществления контроля, за загрязнением природных вод, необходимо достоверно определить влияние и степень нагрузки на биосферу.

На данный момент существуют различные методы контроля, одним из перспективных методов экологических исследований является биотестирование, которое позволяет установить факт токсичности среды, т. е. изучает реакцию живых организмов на загрязняющие вещества. Благодаря простоте, оперативности и доступности биотестирование получило широкое признание во всем мире и его все чаще используют наряду с методами аналитической химии

В связи с этим, целью исследования является оценка опасности тех или иных загрязнителей, прогнозировать последствия их воздействия на живые организмы.

Действие загрязнителей на живые организмы ощущается на разных уровнях, поэтому была поставлена задача определения реакции живых организмов как на организменном, так и на генетическом уровнях.

В качестве тест-объекта выбраны семена кресс-салата (*Lepidium sativum* L.), как одного из типичных индикаторов качества субстрата. Кресс-салат (*Lepidium sativum* L.) – однолетнее овощное растение, обладающее повышенной чувствительностью к загрязнению почвы тяжелыми металлами, а также к загрязнению воздуха газообразными выбросами автотранспорта. Этот биоиндикатор отличается быстрым прорастанием семян и почти стопроцентной всхожестью, которая заметно уменьшается в присутствии загрязнителей.

Снежный покров является эффективным накопителем аэрозольных загрязняющих веществ, выпадающих из атмосферного воздуха. При снеготаянии эти вещества поступают в природные среды, главным образом в воду и почву, загрязняя их.

Характерная высота поступления загрязняющих веществ от крупных промышленных предприятий и тепловых электростанций составляет 150 метров. Эта

оценка учитывает высоту труб, начальный подъем газового факела, распределение мощности выброса по отдельным типам источника. Реальная высота выброса может колебаться в широких пределах, от десятков до сотен метров.

Исследования проводились в течение зимы 2014 г. по стандартной методике для выявления уровня загрязнения токсическими веществами выпадающих твердых осадков [1–2].

Фитотоксичность среды оценивалась по всхожести семян и значению митотического индекса. Также были проанализированы основные физико-химические параметры проб талой воды.

Все выводы по качественной оценке имеют значение, если используются физиологически однокачественные семена одной партии. Для того, чтобы устранить разнокачественность семян из разных партий, были закуплены свежие семена из одной партии.

Результаты анализа показали специфичность реакций биообъектов с разных участков на среду. Вероятно, в пробах присутствуют компоненты, с одной стороны незначительно снижающие жизнеспособность биообъектов на стадии зародыша, а с другой, они же, вероятно, могут оказывать стимулирующее действие на активность деления клетки. Это может быть связано с зависимостью организма от количества полученного им компонента, который способен в разных концентрациях либо ингибировать, либо стимулировать биоактивность объекта. Публикация подготовлена в рамках поддержанного РГНФ научного проекта № 14-16-24001.

Библиографические ссылки

1. Методическое руководство по биотестированию воды РД 118-02-90 Утвержден Госкомприроды СССР от 06.08.1990. № 37.
2. Руководство по определению методом биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов. М. : РЭФИЯ, НИИ-Природа, 2002.

© Кочергина Д. О., Лебедева П. В.,
Достова А. А., 2014

УДК 616.96

Ю. А. Макишева, Н. В. Мацук
 Научный руководитель – Н. В. Юрковец, О. П. Потопаева
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОПАСНОСТИ, ВОЗНИКАЮЩИЕ В ПОВСЕДНЕВНОЙ ЖИЗНИ И БЕЗОПАСНОЕ ПОВЕДЕНИЕ

Дана характеристика социальных опасностей, проанализирована статистика их в Красноярском крае. Проведен опрос среди студентов с целью знания ими опасностей социальных болезней и предложены меры по их предупреждению.

Социальные опасности – это опасности, связанные с противоречиями в сфере общественных отношений. Направлены эти крайне опасные явления и процессы на социум, т. е. на конкретных людей, общественные и государственные структуры и окружающую их среду (природную, производственную, социальную и пр.), вне которой социум просто не может существовать. В силу этого их нужно не только знать, уметь идентифицировать, прогнозировать, но и защищаться от них – предупредить, локализовать, нейтрализовать, пресекать, а если есть такая необходимость, то и уничтожить [1].

Социальные опасности весьма многочисленны. К ним относятся различные, в том числе и узаконенные, формы насилия (войны, вооруженные конфликты, террористические акты, массовые беспорядки, репрессии и пр.), криминал (бандитизм, воровство, мошенничество, шарлатанство и т. д.), употребление веществ, нарушающих психическое и физическое равновесие человека (алкоголь, никотин, наркотики, лекарственные препараты), суициды (самоубийства) и пр., способные нанести ущерб здоровью и жизни человека [3].

Вполне определенно можно указать причины социальных опасностей в Российской Федерации: состояние российской экономики, экономическая дезинтеграция, ослабление научно-технического и технологического потенциала страны; социально-политическая поляризация российского общества, увеличение удельного веса населения, живущего за чертой бедности, рост безработицы; криминализация общественных отношений, коррупция, рост организованной преступности, увеличение масштабов терроризма; обострение межнациональных отношений; сокращение рождаемости и средней продолжительности жизни и пр. [2].

Обратим внимание на Красноярский край.

По данным Росстата, среди социальных опасностей в нашем крае можно особенно выделить: мошенничество, грабеж, кражу, тяжкие телесные повреждения, ДТП, наркоманию, алкоголизм, суицид, социальные болезни (сифилис, туберкулез, ВИЧ и др.).

Приведем статистику по Красноярскому краю за 2013 г.

Доли уголовных статей в Красноярском крае, % (табл. 1) [5].

Статистика социально значимых заболеваний (заболевания, обусловленные преимущественно социально-экономическими условиями, приносящие ущерб обществу и требующие социальной защиты человека) по Красноярскому краю за 2013 г. (табл. 2) [6].

Распределение умерших по причине суицида и случайного отравления алкоголем за 2013 г. (табл. 3).

Таблица 1

Красноярский край	Кража	Наркотики	Грабеж	Тяжкие телесные	Мошенничество
	40,7	21,8	10,7	7,4	3,1
	ДТП	Угон	Разбой	Убийство	Оружие
4,2	5,7	1,7	1,8	1,4	

Таблица 2

Заболевания	Количество случаев
Сифилис	192
Гонококковая инфекция	108
Туберкулез (впервые выявленный)	277
ВИЧ	252
Педикулез	134

Таблица 3

	Человек		2013 г, в % ко всем умершим
	2013 г	2012 г	
Суицид	617	641	1.7
Случайное отравление алкоголем	369	675	1.0

Анализируя приведенную выше статистику, можно сделать вывод, что в Красноярском крае необходимо уделять большое внимание предотвращению роста организованной преступности, криминала; проводить профилактику социально значимых заболеваний (организовывать семинары на эту тему, сообщать обществу о методах предупреждения болезней, разработать краткие брошюры-памятки с симптомами и причинами болезней); необходимо усиленно проводить борьбу с употреблением алкоголя и наркотиков; научить людей пользоваться телефоном доверия, это поможет избежать многих суицидов [4].

Таким образом, социальные опасности угрожают человеку ежедневно. Сюда можно отнести много: от ДТП и карманной кражи до массовых беспорядков и государственных переворотов. Многие люди страдают от туберкулеза, ВИЧ, сифилиса, умирают от случайной передозировки алкоголем и наркотиками, заканчивают жизнь самоубийством. Все социальные опас-

ности не являются случайными, они порождаются определенными субъективными действиями и процессами. Чтобы обезопасить общество, необходимо устранить причины социальных опасностей, т. е. демократическими преобразованиями, стабилизацией политической и ростом в экономической областях можно устранить социальную несправедливость, жестокость и бездуховность, ликвидировать коррупцию, организованную преступность, спонтанные бунты и, таким образом, вырастить высоко духовную и здоровую общность людей.

Библиографические ссылки

1. URL: <http://bzhde.ru> (дата обращения: 18.03.2014).
2. URL: <http://www.fos.ru/sociology/10804.html> (дата обращения: 18.03.2014).
3. URL: <http://www.obzh.ru> (дата обращения: 18.03.2014).
4. URL: <http://www.examens.ru/otvet/3/9/319.html> (дата обращения: 18.03.2014).
5. URL: https://rospravosudie.com/research/crime_map.html (дата обращения: 18.03.2014).
6. URL: http://www.gks.ru/bgd/regl/b13_01/IssWWW.exe/Stg/d12/3-4.htm (дата обращения: 18.03.2014).

© Макшева Ю. А., Мацук Н. В., 2014

УДК 502.316

С. Е. Мащенко, О. В. Болотова

Научный руководитель – О. В. Тасейко

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

МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ТЕРРИТОРИИ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Рассмотрена проблема загрязнения окружающей среды предприятиями за период времени с 2009–2012 года; выявлены наиболее загрязняющие вещества; рассчитаны выплаты, поступающие в бюджет от предприятий за нанесенный ущерб окружающей среде; дана оценка тенденции загрязнения окружающей среды предприятиями до 2017 года.

Экологический мониторинг (мониторинг окружающей среды) – это комплексная система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов.

Целью экологического мониторинга является оценка и прогноз глобальных изменений, происходящих в биосфере, и предотвращение глобальной экологической катастрофы на планете Земля.

На города края приходится основные объемы изъятия свежей воды из природных водных объектов, использования на различные нужды и сброса в них сточных вод. В таблице показан сброс сточных вод в поверхностные водные объекты, осуществляемые в Красноярском крае.

В 2010 году объем сточных вод, имеющих загрязняющие вещества, отведенных в поверхностные водные объекты, составил 489,0 млн м³. Всего сброшено основных загрязняющих веществ в водные объекты 267,4.

Основной объем стоков поставляют предприятия жилищно-коммунального хозяйства, цветной металлургии и целлюлозно-бумажного производства.

Основные объемы сброса сточных вод приходится на нормативно-чистые воды, сбрасываемые предприятиями, осуществляющими производство, передачу и распределение электроэнергии, газа, пара и горячей воды.

Общее количество очистных сооружений на территории края составило в 2011 году 172, из них оборудовано средствами учета и контроля качества сбрасываемых вод – 78.

В 2011 году произошло существенное снижение содержания загрязняющих веществ в сточных водах, сбрасываемых в природные водные объекты (52,2 тыс. т).

В 2012 году объем сточных вод, имеющих загрязняющие вещества, отведенных в поверхностные водные объекты, составил 436,6 млн м³. Крупнейшими предприятиями края сброшено в водные объекты основных загрязняющих веществ 215,2 тыс.

Наблюдения за загрязнением поверхностных вод суши по гидрохимическим и гидрологическим показателям на территории Красноярского края проводит Среднесибирское УГМС. Их наблюдения позволяют получить наиболее объективную информацию о загрязненности вод и создать систему оперативного контроля качества воды.

Качество воды рек бассейнов Оби, Енисея, Ангары и их притоков приведены по данным Среднесибирского УГМС и его подразделений. С целью изучения качества воды в источниках хозяйственно-питьевого водоснабжения в 2009–2012 гг. учреждениями Роспотребнадзора по Красноярскому краю проводились исследования воды на всем протяжении р. Енисея и его притоках.

На территории Красноярского края государственный мониторинг подземных вод осуществляет МУП ЭМР «ТЦ «Эвенкиагеомониторинг».

Существенные изменения качественного состава подземных вод отмечаются на интенсивно освоенных в хозяйственном отношении территориях. В условиях постоянного роста комплексного влияния техноген-

ных факторов и недостаточного осуществления мероприятий природоохранных мер происходит увеличение интенсивности загрязнения вод первых от поверхности горизонтов четвертичных отложений. В локальных очагах отмечаются загрязнения и более глубоко залегающих напорных водоносных горизонтов.

Загрязнение подземных вод нитратами наиболее широко распространено в районах, где развита сельскохозяйственная деятельность. Вблизи складов ядохимикатов, ферм, животноводческих комплексов и птицефабрик, на территории сельских населенных пунктов загрязнение сохраняется на протяжении многих лет. В городах и крупных населенных пунктах качественный состав подземных вод зависит от технического состояния накопителей промышленных и бытовых отходов, не нормативно действующих очистных сооружений, неисправных канализационных сетей и коллекторов. Очаги загрязнения вблизи них характеризуются содержаниями нитратов, повышенной минерализацией.

На размеры платежей существенно влияет наличие сверхлимитной платы, которая в большинстве случаев является показателем неудовлетворительного выполнения природопользователями требований природоохранного законодательства в части своевременного оформления разрешительной документации на сбросы, выбросы загрязняющих веществ, размещение отходов, а также соблюдения установленных нормативов воздействия на окружающую среду.

В общей сумме платежей за негативное воздействие на окружающую среду за 2009 год сверхлимитная плата составила 211 207 тыс. руб., в 2010 году сверхлимитная плата составила 298 174 тыс. руб., в 2011 году сверхлимитная плата составила 313 124 тыс. руб., иза 2012 год сверхлимитная плата составила 903 473,96 тыс. руб

Под экологическим ущербом, наносимым окружающей среде, понимаются выраженные в стоимостной форме фактические и возможные убытки, причиняемые народному хозяйству загрязнением окружающей среды, или дополнительные затраты на компенсацию этих убытков. Для оценки эколого-экономического ущерба на начальных этапах проведения исследований по определению природоохранной деятельности рассчитывается экологический ущерб методом прямого счета.

Экологический ущерб складывается из стоимости оплаты выбросов в пределах ПДВ и оплату сверхлимитов и рассчитывается по формуле

$$\begin{aligned} \text{Эу} = & \delta \cdot \varphi \cdot (C_1 \cdot m_1 + C_2 \cdot m_2 + C_n \cdot m_n + \\ & + C_{1сл} \cdot m_{1сл} + C_{2сл} \cdot m_{2сл} + C_{нсл} \cdot m_{нсл}), \end{aligned}$$

где δ – коэффициент относительной опасности, зависящий от типа территорий; φ – безразмерный коэффициент, учитывающий характера рассеивания примеси в атмосфере, его величина зависит от скорости оседания частиц, высоты их выбросов от земли, температуры газа. Для частиц, оседающих со скоростью 1–20 м/с, он равен 0,89–4; для частиц, оседающих со скоростью менее 1 м/с, равен 1–0,08;

C_1 – норматив платы за выбросы в пределах ПДВ, руб/усл. т;

$C_{1сл}$ – норматив платы за выбросы в пределах установленных лимитов ВСВ, руб/усл. т;

m_1 – масса загрязнений разрешенных к выбросу (ПДВ), т/год;

$m_{1сл}$ – масса загрязнений в пределах установленных лимитов выбросов (ВСВ), т/год.

Загрязнение воды нефтепродуктами в Красноярском крае идет на увеличение, по сравнению с прошлыми годами. Из данных следует, что случаи «высокого» загрязнения ПДК нефтепродуктами на территории Красноярского края в 2017 году в среднем составляет 60,1.

Меры улучшения состояния водных объектов территории Красноярского края:

1. Создание единой мониторинговой сети водных объектов края, что позволит не накапливать информацию, а учитывать потребности пользователей;

2. Увеличение финансирования водоохранного блока из бюджетов всех уровней. Так как инвестиций на охрану и рациональное использование водных ресурсов в общем объеме инвестиций на охрану окружающей среды и природных ресурсов – 8,4 % – недостаточно;

3. Разработка новых нормативно-правовые акты по охране водных объектов края и ужесточение мер по их соблюдению;

4. Создание постов наблюдений за качеством природных вод:

– обустройство пунктов наблюдений за качеством воды в Енисее.

– разработка программ режимных наблюдений за загрязнением поверхностных вод суши на пунктах наблюдения;

5. Осуществление аналитического обеспечения экологического контроля:

– разработка предложения по изменению размеров платы за негативное воздействие на окружающую среду для проблемных предприятий;

– проведение внеплановых проверок службой по контролю в сфере природопользования Красноярского края;

6. Обеспечение населения информацией о состоянии окружающей среды в крае, в том числе публикация в еженедельной газете «Наш край» материалы о состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае.

В результате выполнения работы было выяснено, что основными загрязнителями водных объектов в Красноярском крае являются нефтепродукты, взвеш. В-ва, медь, железо. Их содержание в воде превышает ПДК.

В данной работе сделан долгосрочный прогноз на 5 лет загрязнения водных объектов Красноярского края. Также выяснили, что загрязнение водных объектов идет на увеличение, по сравнению с предыдущими годами. Посчитан экономический ущерб, $\text{Эу} = 4\,631\,342$ рубля.

Из этого можно сделать вывод что, идет тенденция к увеличению загрязнения водных объектов территории Красноярского края, В контрольной работе пред-

ложены меры по улучшению состояния водных объектов.

Библиографические ссылки

1. Степень Р. А., Соболева С. В. Экологический мониторинг : учеб. пособие ; СибГТУ. Красноярск, 2003. 220 с.

2. О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае за 2009 год : государственный доклад. Красноярск, 2010. 237 с.

3. О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае за 2010 год : Государственный доклад. Красноярск, 2011. 280 с.

4. О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае за 2011 год : Государственный доклад. Красноярск, 2012. 320 с.

5. О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае за 2012 год : Государственный доклад. Красноярск, 2013. 314 с.

© Машенков С. Е., Болотова О. В., 2014

УДК 504.75.05

Н. В. Носырева, А. М. Оттева

Научный руководитель – *О. В. Тасейко*

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

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ЗДОРОВЬЕ ГРАЖДАН ГОРОДА КРАСНОЯРСКА

Изучалось влияние погоды на здоровье населения на примере г. Красноярска. Предложены меры защиты от отрицательного воздействия высоких температур.

В последние годы изменение климата рассматривается как один из ведущих факторов, оказывающих влияние на здоровье населения. Происходит как прямое влияние за счет увеличения числа дней с аномально высокими или низкими температурами, наводнений, штормов, тайфунов, так и косвенное, опосредованное влиянием экологических или социально-экономических факторов (увеличение площади засушливых земель, уменьшение объемов качественной питьевой воды и др.). Воздействие изменения климата в городах сочетается с неблагоприятным воздействием на здоровье населения загрязненного атмосферного воздуха.

Цели данной работы: выявление влияния климата города Красноярска на здоровье людей, влияние температуры на заболевания, определение мер защиты от отрицательного воздействия климата на здоровье человека.

Изменение климата сопровождается увеличением числа дней с аномально высокой температурой. Устойчивая, продолжительная жаркая погода вызывает увеличение смертности и заболеваемости сердечно-сосудистыми заболеваниями. 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].

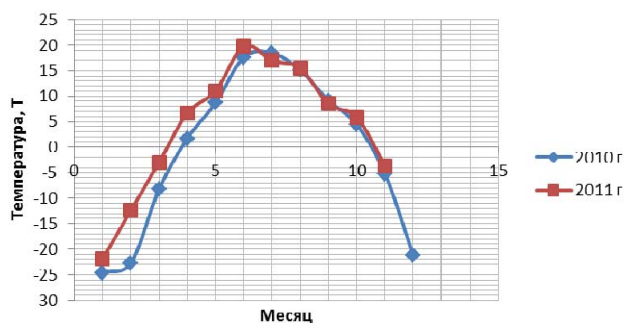
Данные более 50 европейских исследований смертности населения в периоды летней жары показали, что наиболее высоки показатели смертности среди пожилых людей, страдающих хроническими заболеваниями сердечно-сосудистой системы, органов дыхания, диабетом, госпитализированных лиц, людей, проживающих на верхних этажах, и людей проживающих в городах, по сравнению с пригородом [2]. В жаркие дни прослеживалась также связь с обострением течения различных сердечно-сосудистых заболеваний, например, стенокардии, с появлениями болей в грудной клетке, головной боли, головокружения, тошноты, чувства усталости и т. д. К группам наибольшего риска относят дети младшего возраста, люди пенсионного возраста, лица, профессиональная деятельность которых связана с пребыванием на открытом воздухе и лица с низким уровнем доходов.

Зависимость смертности от температуры характеризуется двумя экспонентами с разными показателями, соответствующими температурам ниже -10°C и выше -10°C . Падение среднесуточных температур на каждый 1°C в интервале от -20°C до -10°C приводит к возрастанию ежедневной смертности в среднем уже на 6,9 случаев [3].

Изменения погоды не одинаково сказываются на самочувствии разных людей: у здорового человека происходит подстраивание физиологических процессов в организме к изменившимся условиям окружаю-

щей среды, однако у больного приспособительные реакции ослаблены, поэтому отрицательное влияние погоды он ощущает наиболее сильно, что заметно влияет на самочувствие [4].

Мы проследили изменение температуры на протяжении 2010 года и 2011 года. Мы видим как на протяжении года резко изменяется температура, особенно это заметно в марте и апреле, мае (весной) и в сентябре, октябре, ноябре (осенью). Именно в эти периоды у людей ухудшается самочувствие.



Изменение температуры в 2010- 2011 году

На графике изменения температуры за 2011 год видно, как часто на протяжении года резко меняется температура. По сравнению с данными 2010 года в 2011 году участились резкие перепады температуры, а это значит, что количество людей с плохим самочувствием и смертностью увеличилось.

Меры предосторожности. Повлиять на погодные условия мы не можем. Но можем снизить риски для здоровья, связанные с влиянием внешней среды. В случае обострения болезни на фоне плохой погоды, следует принимать лекарства, выписанные врачом по основной патологии (мигрень, вегетососудистая дистония, панические атаки, неврозы и неврастения). А, кроме того, в соответствии с прогнозом погоды надо выработать для себя определенные правила поведения. Например, «сердечники» остро реагируют на высокую влажность воздуха и приближение грозы, значит, надо в такие дни избегать физических нагрузок и обязательно принимать выписанные врачом лекарства [6].

- Всем, у кого при изменении климатических условий меняется самочувствие, важно более бережно в такие дни относиться к своему здоровью: не переутомляться, высыпаться, избегать употребления спиртных напитков, а так же физических нагрузок.

- Следить за атмосферным давлением, чтобы понимать, как контролировать артериальное. Например, при низком атмосферном давлении надо сократить прием препаратов, снижающих артериальное давление, а гипотоникам — принимать адаптогены (женьшень, элеутерококк, лимонник), выпить кофе. И вообще, следует помнить, что летом в теплую и жаркую погоду происходит перераспределение крови от внутренних органов к кожным покровам, поэтому артериальное давление летом ниже, чем зимой.

- Жители больших городов, большую часть жизни проводят в помещении. А чем больше времени мы

«прячемся» в комфорте от внешних климатических факторов, тем больше нарушается равновесие между организмом человека и внешней средой, снижаются его адаптивные возможности. Нам следует повышать устойчивость организма к неблагоприятным изменениям погоды.

- Организуйте себе физические нагрузки - при них повышается артериальное давление, снижается уровень кислорода в тканях, усиливается обмен веществ, теплообразование и теплоотдача. Хорошо тренируют сердечно-сосудистую и дыхательную системы быстрая ходьба в течение 1 часа, легкий бег, плавание. Тренированные люди легко переносят изменения погоды, которые оказывают аналогичное воздействие на организм.

- Спать рекомендуется с открытой форточкой. Причем сон должен быть достаточным – проснувшись, вы должны чувствовать, что выспались.

- Следите за уровнем влажности и искусственной освещенности в квартире.

- Одевайтесь «по погоде», чтобы телу было комфортно при любых погодных условиях.

- Если вы заметили, что чувствуете зависимость от погоды, забудьте о поездках в дальние страны «из зимы в лето» или «из лета в зиму». Срыв сезонной адаптации опасен даже для практически здоровых.

- Перед резким похолоданием ограничить употребление продуктов, способных вызвать аллергию (цитрусовые, шоколад, кофе, томаты).

- Во время сильной жары, организм теряет большое количество жидкости, и поэтому в летнее время пить больше очищенной воды – это поможет сохранить сердце, сосуды и почки.

- Всегда слушать прогнозы синоптиков. Владение информацией о перемене температуры, поможет снизить вероятность возникновения обострений хронических заболеваний, а может и уберечь от появлений новых проблем со здоровьем [7].

Итак, мы выявили, что резкое изменение климатических условий приводит к повышению смертности и развитию многих серьезных заболеваний или, если они уже приобретены, то к их обострению. Принимая к сведению меры предосторожности, можно уберечь себя от этих последствий.

Так же климат влияет и на уровень вредных веществ в воздухе, которым мы дышим. Это тоже приводит к различным заболеваниям, например, таким как онкология. Совсем выходить из дома вряд ли получится, поэтому при изменении в здоровье или при появлении недомоганий сразу стоит обратиться к врачам.

Берегите свое здоровье.

Библиографические ссылки

1. Белобородов Г. С., Белобородова В. Ф. Здоровье и Север. Адаптационные возможности человека в условиях Севера. Магадан : Кордис, 2008. 126 с.

2. Climate Change 2007: Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group 11 to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change, Cambridge, UK.

3. Ревич Б. А., Изменение здоровья населения России в условиях меняющегося климата // Проблемы прогнозирования. 2008. № 3. С. 140–150.

4. Ревич Б. А., Авалиани С. Л., Тихонова Г. И. Окружающая среда и здоровье населения. М. : ЦЭПР, 2003. 149 с.

5. Экологические очерки: монография / Р. Г. Хлебоброс, О. В. Тасейко, Ю. Д. Иванова, С. В. Михайлюта. Красноярск : Изд-во СФУ, 2012. 130 с.

6. Как погода влияет на ваше здоровье [Электронный ресурс]. URL: <http://doctorpiter.ru> (дата обращения: 18.03.2014).

© Носырева Н. В., Оттева А. М., 2014

УДК 504.54.062.4

С. А. Остапенко, А. С. Хейрхабаров

Научный руководитель – О. В. Тасейко

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

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ, РАСПОЛОЖЕННОГО В ТУНДРОВОЙ ПРИРОДНОЙ ЗОНЕ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

Предложены мероприятия по рекультивации земель на месте ликвидации буровой площадки в условиях тундровой природной зоны. Выполнен расчет трудозатрат и стоимости на проведение биологической и технической рекультивации и вывоз отходов.

Разведка и разработка нефтяных месторождений сопряжена с большим уроном экологической обстановке. В связи с этим после проведения работ организуется рекультивация земель. Рекультивация земель – комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды в соответствии с интересами общества [1].

Рассматриваемая территория расположена в тундровой природной зоне северной части Восточной Сибири. Площадка классифицируется по техногенному рельефу как отвал. По характеру обводнения нарушенные земли относятся к переувлажненным. Основные виды почв – каменистые россыпи с участками иллювиально-малогумусовых почв, характеризующихся низким естественным плодородием. Рекультивации подлежат нарушенные земли буровой площадки общей площадью 1,7 га.

По окончании бурения скважины проводятся работы по демонтажу оборудования; разрушению гидроизоляционных покрытий площадок; бетонных фундаментов; очистке территории буровой от металлолома, строительного мусора; снятию загрязненного слоя грунта; сбору и утилизации бурового шлама; восстановлению ландшафтов на площадке скважины и прилегающей территории. Продолжительность работ по демонтажу буровой установки и технической рекультивации – 25 суток.

Общее количество производственных отходов составит:

- буровой шлам – 17,0 т;
- строительный мусор – $78,15 \text{ т} \times 0,25 = 19,54 \text{ т}$;
- металлолом – $35,08 \text{ т} \times 0,25 = 8,77 \text{ т}$;
- бытовые отходы – 2,8 т.

Всего – 48,11 т, где К-0,25 – коэффициент износа.

Рекультивация земель проходит в два этапа: техническая и биологическая рекультивации.

По окончании работ по ликвидации скважины в течение 25 суток проводится техническая рекультивация буровой площадки. В рамках технической рекультивации в пределах буровой площадки производится:

1. Демонтаж и вывоз бурового оборудования на базу или следующую буровую площадку.

2. Очистка территории от производственных отходов с вывозом в места накопления металлических конструкций, труб, бочек, остатков химических реагентов и стройматериалов, неиспользованных горючесмазочных материалов (ГСМ), лежневых настилов.

3. Очистка территории от бытовых отходов с последующим сжиганием в металлической емкости.

4. Срезка захламлённого и замазученного слоя буровой площадки на 0,3 м. Для утилизации замазученного грунта используются полимерные сорбенты, биодеструкторы.

5. Объём разработки грунта бульдозером: $17\,000 \text{ м}^2 \times 0,3 \text{ м} = 5\,100 \text{ м}^3$

6. Планировка территории буровой площадки и рыхление поверхности грунтов в местах, где они сильно уплотнены. Размер 1 буровой площадки $17\,000 \text{ м}^2$.

7. Нейтрализация сточных вод. Для очистки сточных вод устанавливают фильтр с гигроскопичным наполнителем.

В табл. 1 представлены расчёты затрат рабочего времени на техническую рекультивацию.

Цель биологической рекультивации заключается в предотвращении водной и ветровой эрозии нарушенной территории путём повышения устойчивости растительных экосистем.

На Крайнем Севере травы следует высевать в виде травосмесей. Глубина посева семян – до 2 см. Растения высевают ранней весной или поздней осенью под снег. Исходя из опыта работ в данном регионе, нормы посева семян, без дополнительного внесения удобрений

ний, составляют около 430 кг/га. В результате травяная растительность восстановилась и нормально развивается.

Настоящим проектом на биологическую рекультивацию буровой площадки скважины предусматривается приобретение и внесение в почву 730 кг семян травосмеси.

Для нормального роста и развития растений необходимо провести рыхление почвы.

Стоимость приобретения семян – 730 кг – 111 355,78 руб. без НДС

В табл. 2 представлены расчёты затрат рабочего времени на биологическую рекультивацию.

По окончании рекультивационных работ осуществляется контроль за восстановлением растительного покрова на нарушенной территории.

Также необходимо произвести вывоз производственных отходов для их последующей утилизации в ближайший населенный пункт. Для этого предусматривается организовать санно-тракторный поезд в зимний период.

В табл. 3 представлены расчеты на вывоз отходов.

В табл. 4 представлен итоговый расчет проекта.

Таблица 1

Вид работ	Ед. изм.	Объем	Затраты труда рабочих (чел. ч)		Затраты труда машинистов (чел. ч)	
			на ед.	на весь объем	на ед.	на весь объем
Срезка замасоченного слоя	1000 кв. м	5,1	–	–	10	51
Планировка площадки бульдозером	1000 кв. м	17	–	–	0,99	16,83
Очистка буровой площадки от производственных отходов	га	1,7	–	38,76	–	19,38
Очистка буровой от бытовых отходов	–	1,7	–	6,46	–	–
Эксплуатация электростанции	ч	24*25	–	–	–	600
Итого техническая рекультивация				45,22		687,78

Таблица 2

Вид работ	Ед.изм.	Объем	Затраты труда рабочих (чел.ч)		Затраты труда машинистов (чел.ч)	
			на ед.	на весь объем	на ед.	на весь объем
Биологическая рекультивация						
Рыхление почвы граблями	100 кв.м	170	4,4	748	–	–
Высев семян в грунт	т	0,7	29	20,3	–	–
Итого биологическая рекультивация				768,3		

Таблица 3

Вид работ	Ед.изм.	Объем	Затраты труда рабочих (чел. ч)		Затраты труда машинистов (чел. ч)	
			на ед.	на весь объем	на ед.	на весь объем
Транспортировка производственных отходов						
Санно-тракторный поезд по маршруту участок г. Норильск	т	45,31	–	–	–	365,34
Итого транспортировка производственных отходов						365,34

Таблица 4

Вид работ	Ед. изм	Объем работ	Стоимость единицы измерения, руб.	1 385 434,64
Всего основные расходы на природоохранные мероприятия				
Накладные расходы	%	10,00	1 385 434,64	138 543,46
Плановые накопления	%	5,00	1 523 978,10	76 198,90
Доплаты и компенсации	%	17,35	1 600 177,00	277 630,71
Прочие расходы	руб	–	–	111 355,78
Закупка семян	руб	–	–	111 355,78
Итого без НДС	руб	–	–	1 989 163,49

Библиографическая ссылка

1. ГОСТ 17.5.5.01–83: Охрана земель. Рекультивация земель. Термины и определения.

© Остапенко С. А., Хеирхабаров А. С., 2014

УДК 504.1

М. В. Пак

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

ПРОБЛЕМА СТОЧНЫХ ВОД КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Эксперты «Зеленого патруля» каждый год обследуют реки Красноярского края. Практически все реки региона можно отнести к «грязным» и «очень грязным». Хуже всего ситуация рядом с Красноярском, где в реки попадает наибольшее количество сточных вод от промышленных предприятий, а динамика загрязнений лишь иногда показывает неустойчивое улучшение ситуации.

Я люблю свою страну и ценю великолепную природу, которая нас окружает. Я хочу, чтобы мои дети дышали чистым воздухом, пили чистую воду и были близки к природе. Красноярский край, и Красноярск в частности, богат природными красотами: у нас есть могучая река Енисей, великий Заповедник Столбы. Но, к сожалению, человек, придумывая одни блага, разрушает другие, и наша природа находится под угрозой.

По данным Роспотребнадзора, на 2011 год Красноярский край занимал первое место в стране по количеству выброшенных вредных веществ в атмосферу (45 %), объему забранной воды из водных объектов (30 %) и объему сброса сточных вод (32 %) [1].

Сточные воды из Красноярска, Лесосибирска и Енисейска практически напрямую поступают в бассейны рек, где содержание нефтепродуктов колеблется от 8 до 30 предельно допустимых норм. Красноярский край относится к водообеспеченной территории России, но следует отметить, что освоенные в хозяйственном отношении центральные и южные районы располагают лишь пятой частью объема водных ресурсов края, а часть южных районов являются засушливыми. Площадь бассейна реки Енисей в общей сложности составляет 2,58 млн. км². Запасы подземных вод оцениваются в 10 км³/год и составляют 3 % от общероссийских (300 км³). Подземные воды имеют большую защищенность от поверхностных загрязнений, поэтому их доля в питьевом водоснабжении возрастает. Они используются практически во всех городах края.

Поверхностные воды края загрязнены почти повсеместно нефтепродуктами, фенолами, соединениями меди, цинка, железа, алюминия, марганца, мышьяка и т. д. и классифицируются как «грязные» или «очень грязные» [2]. Из общего количества очагов загрязнения, к участкам с чрезвычайно высоким (1-м) классом опасности загрязняющих веществ отнесен 1 (в Эвенкийском МР), к участкам с высоким (2-м) классом опасности отнесено 22, с опасным (3-м) – 30 участков. Зачастую поступление загрязнителей в воду происходит не на месте, а из источников, достаточно удаленных от места обнаружения загрязнения. Это вызвано, прежде всего, особенностями воздушной среды и её циркуляции. Поэтому необходимо учитывать вероятный принос загрязнителей согласно розе ветров.

Создание гидроэлектростанций, таких как Саяно-Шушенская, Майнская, Красноярская ГЭС привело

к изменению гидрологического, температурного и ледового режима рек. Были созданы энергетические гиганты, улучшились условия водоснабжения городов, были устранены подтопления от весенних паводков и заторов льда, улучшились условия для судоходства. Отрицательные последствия таковы, например, после строительства Красноярской ГЭС температура воды Енисея в районе Красноярска понизилась с 20–25 °С до 8–12 °С. В зимний период в нижнем бьефе ГЭС образуется полынья протяженностью в отдельные годы до 500 км. В зимний период при температуре ниже минус 15–20 градусов над полыньей возникают туманы парения, которые, соединяясь с выбросами промышленности и транспорта, образуют смог. Увеличение расходов воды на ГЭС приводит к зимним наводнениям. В летний период нарушается температурный режим рекреационных зон г. Красноярска. Понижение температуры воды в нижнем бьефе привело к уменьшению самоочищения реки и изменению видового состава ихтиофауны.

Для обеспечения неистощаемости водных ресурсов нужно снижать забор свежей воды на производственные нужды, особенно это касается предприятий электроэнергетики, химической промышленности и цветной металлургии. Сохранения и улучшения качества водных ресурсов в крае можно и нужно достичь в первую очередь улучшением работы очистных сооружений населенных пунктов, созданием водоохраных зон и организацией их функционирования, особенно в промышленных центрах. Красноярский ООО «КрасКом» попал в перечень десяти предприятий, сбрасывающих наибольший в Российской Федерации объем загрязненных сточных вод.

Что же делает наше Государство для сохранения «здоровья» природы и наших жителей? Указом Президента РФ 2013 год был объявлен Годом охраны окружающей среды. Ежегодно в регионе реализуется природоохранная программа, направленная на улучшение экологической обстановки в промышленных центрах, определен порядок работы предприятий в период неблагоприятных метеоусловий, разработана концепция экологической политики края до 2030 года.

Одним из основных документов, регулирующих ситуацию со сточными водами, является постановление Администрации Красноярского края «Об утверждении порядка взимания платы за сброс сточных вод и загрязняющих веществ в системы канализации

населенных пунктов красноярского края» [3]. За загрязнение окружающей природы уже не раз наказывали провинившихся. В 2013 году суд по иску природоохранной прокуратуры взыскал с ОАО «РУСАЛ-Ачинск» 80 млн руб. за загрязнение опасными сточными водами земель сельхозназначения [4]. Специалисты Росприроднадзора считают, что штрафы смогут повлиять на экологическую ситуацию в Красноярском крае и наращивают темпы своей работы. Однако власти собирают не только взыскивать, но и договариваться с промышленными загрязнителями по-дружески. Вскоре, в действие может вступить «экологическая амнистия» – предприятия получают возможность избежать штрафов за загрязнение окружающей среды, однако для этого им понадобится принять планы по модернизации и снижению выбросов до приемлемых показателей.

В итоге хочется сказать, что каждый человек должен думать своей головой о последствиях своих дей-

ствий. Компании, несущие большой урон природе должны уделять огромное внимание модернизации и улучшению оборудования, чтобы не портить всё вокруг себя. Иначе цена их стараниям «на благо человечеству» будет равна нулю, когда природа начнёт серьёзно отвечать человеку за его халатность.

Библиографические ссылки

1. Зарубин Г. П., Новиков Ю. В. Гигиена города // Природа и человек. 2011. № 6. С. 8.
2. Газета «Наш Красноярский край». № 6 (737) от 27 февр.
3. Сайт Прокуратуры Красноярского края. URL: <http://www.krasproc.ru/news/krsk/10183> (дата обращения: 20.03.2014).
4. Зимина З. Экология: время действовать // Сибирский дом. 2012. № 1(96).

© Пак М. В., 2014

УДК 504.062.4

А. А. Парпуц, Р. В. Менчиков, Е. С. Панкеев
 Научные руководители – *В. А. Миронова, М. В. Чижевская*
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ВЛИЯНИЕ ГМО НА ЭКОНОМИКУ РОССИИ

В современных условиях качественно новым образом решается проблема влияния ГМО на экономику России, и предъявляются более высокие требования к пищевой промышленности. Это и объясняет повышение интереса к проблеме становления этой стороны экономики.

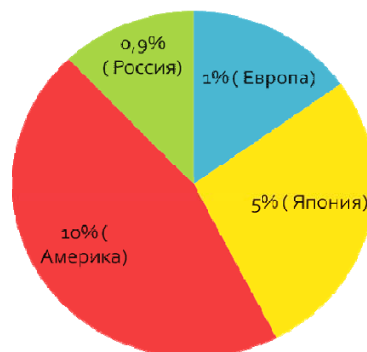
ГМО – сокращение от генетически модифицированные организмы. То есть, это продукты питания, а также живые организмы, созданные при помощи генной инженерии. Развитие ГМО-продуктов напрямую связано с возникновением генной инженерии в 60–70-х гг., основной задачей которой являлось конструирование *in vitro* (вне живого организма) новых функционально активных генетических структур (рекомбинантных ДНК) и создание организмов с новыми свойствами [1].

В 1983 – ученые, изучая почвенную бактерию, которая образует на стволах деревьев и кустарников наросты, обнаружили, что она переносит фрагмент собственной ДНК в ядро растительной клетки, где он встраивается в хромосому, после чего распознается как свой. С момента этого открытия и началась история генной инженерии растений [1].

Коммерческое использование ГМО начато совсем недавно. Оценить, как влияют ГМО на окружающую среду за столь короткий промежуток времени, очень сложно. Поведение новых генов в открытых экосистемах, их реакция на паразитов, болезни совершенно непредсказуемы.

Перечень экономических рисков, возникающих в связи с использованием ГМО в производстве продуктов питания и сельском хозяйстве для России, будет расти по мере ее интеграции в глобальное экономическое пространство.

Основной удар может быть нанесен по имиджу России как производителя натуральных продуктов. Известно, что в мире спрос на экологически чистую продукцию неуклонно растет. Россия имеет большой потенциал в этой области, но массовое выращивание ГМО навсегда исключит подобную перспективу. Поэтому на национальном уровне необходимо обеспечить выполнение ФЗ РФ «О защите прав потребителей» и ужесточить ответственность за его невыполнение.



Сравнение по странам на нормы содержания ГМО в продуктах

Масштабное расползание ГМО по России, безопасность которых сегодня оспаривается многими учеными практически всех стран мира, приводит к бес-

плодию, неудержимому всплеску заболеваний онкологией, увеличению генетических уродств, непредсказуемым аллергическим реакциям, повышению уровня смертности, как животных, так и людей, резкому ухудшению в состоянии окружающей среды.

Выращивание ГМ-продуктов в России официально запрещено, а вот ввозить их можно сколько угодно. Сельское хозяйство России переживает трудное время. На II Всероссийском аграрном совещании в 2003 г. было констатировано, что 75 % сельского населения находится за чертой бедности, убыточны более 70 % хозяйств, ежегодно снижаются площади посевов под зерновыми культурами, биологическая полноценность и безопасность зерна и продуктов его переработки. По заявлению академика А. Каштанова продолжается деиндустриализация сельскохозяйственного производства. На закупку импортного продовольствия Россия ежегодно тратит в 10 раз больше, чем на все свое сельское хозяйство.

На таком фоне в стране развёртывается активная пропаганда широкого внедрения в отечественное растениеводство трансгенных культур: картофеля, сои, кукурузы, рапса. Причем лоббирующие этот процесс ученые и чиновники не дают никаких гарантий их безопасности для агроландшафтов, посевов культур традиционной селекции, продуктов урожая для человека и сельскохозяйственных животных.

Одна из основных проблем широкого возделывания ГМ-культур - их возможность стать инвазивными, постепенно вытесняющими традиционные сорта. Большое значение в управлении этим процессом будут играть постоянно пополняемые базы данных о фитоструктуре агроценозов. В России существуют всего 3 базы данных по всем группам организмов.

Конвенция о биологическом разнообразии, подписанная Россией в 1992 г. в Рио-де-Жанейро, декларирует, что чужеродные инвазийные виды считаются одной из самых серьезных экологических угроз.

На наш взгляд, основные направления независимых исследований ГМ-культур должны включать следующие направления:

1) разработка государственной системы фитосанитарного мониторинга посевов ГМ-культур, их хранящегося урожая и используемых для пищевых и кормовых целей продуктов переработки, мониторингом должны охватываться импортируемые ГМ-продукты и ГМ-культуры;

2) допустимые соотношения в посевах одной культуры сортов ГМ-культур и обычных;

3) создание государственной общедоступной системы идентификации ГМ-культур и контроля за их использованием;

4) установление мер ответственности производителей и переработчиков ГМ-культур за нанесение вреда агроценозам и потребителям;

5) определение степени влияния признаков трансгенной устойчивости к гербицидам и вредителям на изменение состава белка семян и их жизнеспособности в условиях культивирования и самосева.

Библиографическая ссылка

1. Красовский О. А. Генетически модифицированная пища: возможности и риски // Человек. 2002. № 5. С. 158–164.

© Парпуц А. А., Менчиков Р. В., Панкеев Е. С., 2014

УДК 303.023, 303.1

А. В. Пучков, Н. И. Шумков

Научный руководитель – *Е. Н. Бельская*

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

ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫЕ ПРОИСШЕСТВИЯ: СТАТИСТИКА, ПРИЧИНЫ, МЕРЫ ПО СОКРАЩЕНИЮ

Проводится анализ статистики ДТП за период 2010–2013 гг. в России и по Красноярскому краю. Выявляются наиболее распространённые причины возникновения ДТП. Рассматриваются оперативно профилактические мероприятия, проводимые ГИБДД по снижению аварийности. Предлагаются мероприятия по сокращению количества ДТП.

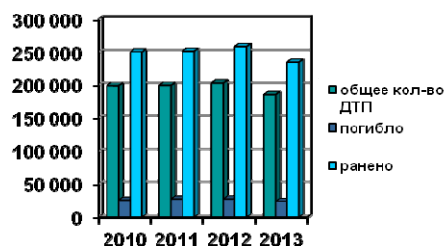
Проблема аварийности на автомобильных дорогах России за последние годы стала настолько острой, что приобрела статус национальной, так как за последние годы именно на дорогах погибает множество людей, в особенности молодое поколение, что способствует демографической убыли населения.

Из приведенной диаграммы ДТП (рис. 1) по числу погибших в России очевидно, что пик аварийности пришелся на 2012 год, когда на российских дорогах произошло 204 тысячи ДТП. Число раненых в ДТП составило 258,3 тысяч человек [1]. В Красноярском

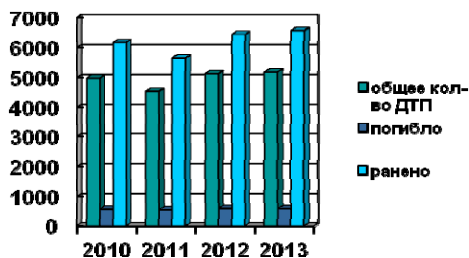
крае наибольшее количество ДТП – 5186 приходится на 2013 год. АППГ (Аналогичный период предыдущего года) +1 %, погибло 612–1,3 %, ранено 6580 + 1,9 % [2].

По данным Госавтоинспекции, наиболее распространенной причиной аварий по-прежнему остается нарушение водителями правил дорожного движения – доля таких ДТП превышает 87 % от общего числа. Количество аварий по вине пьяных водителей достигло отметки в 13,5 тысячи происшествий. Заметно увеличилась доля ДТП, произошедших из-за плохого

качества дорог: 53 тысячи аварии за год [3]. Российские водители стали чаще скрывать с места аварии. Доля молодых водителей в числе жертв несчастных случаев на дороге непропорционально высока. Согласно статистике, их число среди пострадавших в результате ДТП непропорционально велико: так, доля молодежи в возрасте 18–24 лет составляет около 10 % всего населения, а доля ее среди погибших в результате ДТП составляет 25 % [4].



а



б

Диаграммы анализа ДТП по числу погибших и раненых по России (а) и Красноярскому краю (б)

Анализ статистических данных показывает, что 40 % всех дорожно-транспортных происшествий на улично-дорожной сети городов и населенных пунктов страны происходит с участием пешеходов. Каждый третий пострадавший в ДТП – это пешеход.

Уровень безопасности на дорогах зависит от целого ряда факторов, причем нарастание аварийности лишь отчасти связано с общим ростом числа автомобильного транспорта, основной причиной подавляющего большинства ДТП является сознательное нарушение и водителями, и пешеходами правил дорожного движения.

В настоящее время в нашей стране в основном сложилась государственная система обеспечения безопасности дорожного движения, включающая в себя разветвленную сеть органов и организаций, каждая из которых в пределах своей компетенции осуществляет меры по предупреждению ДТП и снижению их тяжести и последствий.

Основные мероприятия по сокращению количества ДТП [4; 5]:

- проведение периодических технических осмотров, контроль за осуществлением автотранспортными предприятиями мероприятий по содержанию транспортных средств в исправном состоянии;

- осуществление контроля за состоянием дорожной сети;

- агитационно-пропагандистская, право-воспитательная работа среди водителей автотранспортных средств, широких слоев населения с помощью СМИ;

- внедрение систем видеонаблюдения на дорогах в местах концентрации ДТП;

- организация психофизиологического отбора водителей предприятий и учреждений;

- увеличение срока обучения в автошколах.

Сокращение числа ДТП в результате реализации мероприятий по повышению безопасности движения сопровождается одновременным уменьшением количества погибших и раненых. Однако, возвращаясь к статистике ДТП по числу погибших и раненых по Красноярскому краю в 2013 году, становится очевидным, что проводимых на сегодняшний день мероприятий недостаточно.

Таким образом, всестороннее рассмотрение причин возникновения аварий позволяет говорить о крайне низкой культуре поведения на дорогах, с безответственностью и правовым нигилизмом. Ситуацию не исправить одним лишь ужесточением наказаний или повышением штрафов. Личная ответственность каждого из участников дорожного движения очень важна. Пешеходам рекомендуется уделять внимание своей безопасности и повышать свою видимость в темное время суток, использовать световозвращающие элементы или предметы на своей одежде. Водителям рекомендуется строго соблюдать правила дорожного движения, быть вежливыми, корректными на дорогах. Только при таком комплексном подходе к данной проблеме можно говорить о снижении высокого уровня аварийности как в России, так и в Красноярском крае.

Библиографический список

1. ДТП на дорогах России: статистика, причины, меры по сокращению [Электронный ресурс] // AUTOPEOPLE. URL: <http://www.autopeople.ru/article/roads/12831.html> (дата обращения: 20.03.2014).
2. Статистика ДТП в 2013 году [Электронный ресурс] // Drom (Красноярский край) (опубл. 12 февр. 2014 г.). URL: <http://news.drom.ru/26924.html> (дата обращения: 20.03.2014).
3. Причины ДТП – виновники трагедий и их последствия [Электронный ресурс] // Автоноватор. URL: <http://carnovato.ru/osnovnyie-prichiny-dtp-avarij/> (дата обращения: 20.03.2014).
4. Раскрыты главные причины аварий на дорогах [Электронный ресурс] // Все новости (опубл. 23.09.2013 г.). URL: <http://infosmi.net/avto/31037-raskrytyi-glavnyie-prichiny-avarij-na-dorogakh> (дата обращения: 20.03.2014).
5. Сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения [Электронный ресурс] // Госавтоинспекция МВД России. URL: <http://www.gibdd.ru/stat/>.

© Пучков А. В., Шумков Н. И., 2014

УДК 504.062.4

Р. Р. Семенов, А. А. Бабурин
 Научные руководители – В. А. Миронова, М. В. Чижевская
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ВЛИЯНИЕ АВИАЦИОННОГО ШУМА НА ЧЕЛОВЕКА

Приведены результаты исследования Научно-исследовательского испытательного центра (авиакосмическая медицина и военная эргономика) 4 ЦНИИ МО и проведено сравнение с аэропортом Емельяново г. Красноярска с целью уменьшения влияния авиационного шума на территории жилых застроек.

Шумовой дискомфорт действует отрицательно на человека – повышает утомляемость, раздражительность, мешает сосредоточиться. Поэтому, у населения прилегающих к аэропорту районов отмечается более высокий процент неврозов и бессонницы в отличие от остального населения.

В России с ее огромными расстояниями воздушному транспорту отводится особая роль. Прежде всего, он развивается как пассажирский транспорт и занимает второе (после железнодорожного) место в пассажирообороте всех видов транспорта в междугородном сообщении. Ежегодно осваиваются новые воздушные линии, вводятся в строй новые и реконструируются действующие аэропорты.

Несомненно, развитие авиации на сегодняшний день достигло глобальных масштабов, количество аэропортов резко увеличилось, а как следствие и увеличилось влияние авиационного шума на людей, проживающих около аэропортов.

Целью нашей работы было изучение влияния полетов самолетов различных типов на акустическую обстановку на территории жилой застройки различных районов города, находящегося вблизи от аэродрома и разработка предложений для снижения негативного влияния авиационного шума с учетом безопасности полетов.

Характеристики шума современных отечественных самолётов, длительное время находящихся в эксплуатации, существенно уступают аналогичным характеристикам зарубежных самолётов. Это приводит

к заметному росту доли населения, страдающего от географии аэропортов, принимающих самолёты более шумных типов (Ил-76Т, Ил-86 и другие) [1].

Объектом исследования был выбран аэродром, функционирующий вблизи одного из городов России. Официальные жилые застройки находятся на удалении 15 км от аэродрома. Рассмотрев аэропорт Емельяново, мы пришли к выводу, что аэропорт идентичен с объектом исследования. Аэропорт Емельяново, который является базой для гражданской авиации и авиации МЧС, расположен примерно на удалении 18 км от населенного пункта Емельяново. Посадочные пути проходят также через другие населенные пункты.

Исследование проводилось в два этапа. На первом этапе проведено исследование акустической обстановки в четырех точках населенных пунктов, попадающих в проекцию взлета и посадки самолетов различных типов (транспортный, пассажирский). Две точки располагались на удалении 10 км от торца взлетно-посадочной полосы (ВПП) аэродрома справа и слева от оси глиссады, две на удалении 15–17 км. На основании предварительного анализа акустической обстановки установлено, что наиболее неблагоприятная акустическая обстановка возникает при снижении самолета по глиссаде в точках, расположенных в 10 км от ВПП. На втором этапе вносили изменения в режимы посадки пассажирского самолета для снижения повышенного уровня авиационного шума на территории жилой застройки [2].

Влияния различных режимов полета самолета Boeing 747-400 на глиссаде на акустические параметры территории жилой застройки

Условия полета Boeing 747-400 на глиссаде	Количество полетов	Дневное время (7:00–23:00 ч; t = 16 ч)		Ночное время (23:00–7:00 ч; t = 8 ч)		Лэкв., дБЛин
		LAэкв., дБА	LA, дБА	LAэкв., дБА	LA, дБА	
ПДУ ГОСТ 22283–88	–	65	85 (95*)	55	75	–
Фон фактический	–	65,4–65,7	66,8–82,3	49	63	73,5–82,0
Угол наклона глиссады 20 40'	1 40**	82,4 67,7	86,3	82,4 67,1	86,3	91,2 80,7
Угол наклона глиссады 30 30'	1 40**	75,3 65,5	84,9	75,3 61,0	84,9	81,1 80,0
Угол наклона глиссады 20 40' без шасси	1 40**	70,2 65,1	74,5	70,2 57,8	74,5	84,5 80,1
Угол наклона глиссады 30 30' без шасси	1 40**	73,2 65,3	79,3	73,2 59,5	79,3	86,0 80,2

Примечания. * – Допускается превышение в дневное время установленного уровня звука L_A на значение не более 10 дБ (A) для аэродромов 1-го, 2-го классов и для заводских аэродромов, но не более 10 пролетов в один день.

** – эквивалентный уровень определен за 40 пролетов самолетов за летную смену с учетом фактического фона.

¹ – величина параметров в фоне для дневного времени (с 7:00 до 23:00 ч).

После анализа результатов измерений стало понятно, что в настоящее время аэропорт Емельяново превышает допустимый уровень шума. А документы ГОСТ 22283–88 «Шум авиационный. Допустимые уровни шума на территории жилой застройки и методы его измерения» и СН 2.2.4/2.18.562–96 «Шум на рабочих местах, в помещениях, общественных зданий и на территории жилой застройки» нуждаются в доработке. С помощью изменения угла глиссады можно понижать уровень шума самолетов путем повышения

высоты снижения самолета и увеличения расстояния прохождения до земли, что усилит затухание звука.

Библиографические ссылки

1. Аксёнов И. А. Транспорт и охрана окружающей среды. М. : Транспорт, 1987.
2. Авиационная акустика / под ред. А. Г. Мунина. Ч. 1–2. М., 1996.

© Семенов Р. Р., Бабурин А. А., 2014

УДК 502.55

Е. А. Слепченко, А. Л. Чулкин

Научный руководитель – *О. В. Тасейко*

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

МЕТОДЫ БОРЬБЫ С КОСМИЧЕСКИМ МУСОРОМ

Рассмотрена проблема загрязнения околоземного космического пространства. Проанализированы основные причины увеличения космического мусора. Охарактеризованы основные подходы, предлагаемые мировым сообществом для решения данной проблемы.

В 1957 году Советский Союз запустил в космос первый искусственный спутник Земли, открыв тем самым новую эру в истории человечества – эру освоения космоса. За прошедшие с тех пор более чем 50 лет человек отправил в космос огромное количество разнообразных спутников, ракет, научных станций. Все это вело к планомерному загрязнению космического пространства вокруг нашей планеты. Размер мусорных фрагментов достаточно широко варьируется: от микрочастиц до размеров школьного автобуса. То же самое можно сказать и по массе данного мусора. Все эти объекты перемещаются в космосе на разных орбитах и с разными скоростями. При этом в случае столкновения таких частей космического мусора друг с другом или с каким-либо спутником, движущимся в противоположных направлениях, их скорость может достигать 50 тыс. км/ч.

Космические аппараты выходят из строя каждый год с завидной регулярностью, результатом этого является то, что на орбите Земли количество мусора возрастает ежегодно на 4 %. В настоящее время на земной орбите вращается до 150 тысяч различных объектов, имеющих размеры от 1 до 10 см, частиц же, размеры которых менее 1 см в диаметре – просто миллионы. При этом, если на низких орбитах до 400 км, космический мусор тормозится верхними слоями атмосферы планеты и через определенное время падает на Землю, то на геостационарных орбитах он может находиться бесконечно долгое количество времени.

Свой вклад в дело увеличения космического мусора вносят разгонные блоки ракет, при помощи которых на орбиту Земли выводятся спутники. В их баках продолжает оставаться около 5–10 % топлива, которое весьма летуче и легко превращается в пар, что часто приводит к достаточно мощным взрывам. За последние несколько лет в околоземном пространстве

было отмечено порядка 182 подобных взрывов. Сегодня в мире уже есть первые жертвы космического мусора.

Так в июле 1996 года на высоте примерно в 660 км французский спутник столкнулся с фрагментом 3-й ступени французской же ракеты-носителя Ariane, которая была запущена в космос гораздо раньше. Относительная скорость в момент столкновения составляла порядка 15 км/с или 50 тыс. км/ч.

Понимая это, Джонатан Миссель разработал совместно с коллегами систему под названием TAMU Space Sweeper со спутником Sling-Sat (спутник-праща) оснащена специальными настраиваемыми «руками». Такой спутник после своего сближения с космическим мусором захватывает его специальным манипулятором. При этом по причине разных векторов движения Sling-Sat начинает закручивать, но благодаря регулируемому наклону и длине «рук» данный маневр является полностью контролируемым, что позволяет, вращаясь наподобие футбольного мяча, осмысленно менять собственную траекторию, отправляя «спутник-пращу» навстречу следующим кускам космического мусора.

В тот момент, когда спутник оказывается на траектории движения к второму космическому объекту, первый элемент космического мусора будет отпущен им во время вращения под таким углом, чтобы образец космического мусора гарантировано врежется в атмосферу нашей планеты, сгорев в ней.

Проведенное компьютерное моделирование показывает, что предложенная схема обладает высокой теоретической топливной эффективностью. И это понятно: в случае со «спутником-пращей» энергию предполагается брать от достаточно давно уже разогнанных до 1-й космической скорости кусков спутников и ракет, а не из топлива, которое бы доставлять с Земли.

И на данный момент в мире присутствует ещё 6 предложений, которые могут решить проблему космического загрязнения орбиты.

1. Миссия DeOrbit, которая была предложена в начале 2014 года. В ее ходе будет вестись поиск мусора на полярной орбите на высоте от 800 до 1 000 километров. Европейское космическое агентство разрабатывает несколько видов «механизмов захвата», чтобы подобрать мусор, например, сети, гарпуны, роботизированные конечности и щупальца.

2. CleanSpaceOne, швейцарский вариант, должен быть запущен в 2018 году и станет модифицированной версией аэробуса A300. Спутник Swiss Space Systems затем встретится со списанным наноспутником SwissCube, чтобы вывести его с орбиты.

3. Японское аэрокосмическое агентство предлагает использовать электродинамический невод, который мог бы замедлить скорость спутников или космических обломков. Замедление скорости позволило бы спутникам упасть на Землю, в атмосфере которой они просто бы сгорели. Спутник, который станет частью системы с неводом, будет запущен уже в этом году, а невод – в 2015-м.

4. Британское предложение под названием CubeSail будет использовать тягу солнечного паруса

для вывода космического мусора на более низкую орбиту.

5. Метод, который назвали Space Debris Elimination (*Воздушные взрывы*), будет запускать спутники на низкую орбиту с помощью воздушных взрывов в атмосфере. Дизайн будет использовать воздушный шар или самолет, способный летать в разреженной атмосфере, которые будут создавать воздушные взрывы, чего, согласно исследованиям в начале 2012 года, достаточно, чтобы сбить с пути низкоорбитальный космический мусор.

6. Сеть наноспутников, связанных электропроводной сетью, длиной в 3 километра, может сбивать спутники вниз по мере прохождения через магнитное поле Земли (поскольку возникает напряжение). Electro Dynamic Debris Eliminator, работающий на солнечных батареях и предложенный Star Technology и Research, может за десять лет избавить нас от всех крупных кусков мусора на низкой земной орбите. Однако затейщикам нужно больше средств, чтобы воплотить свой замысел в жизнь.

© Слепченко Е. А., Чулкин А. Л., 2014

УДК 502.52

А. С. Халяк

Научный руководитель – *О. В. Тасейко*
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ВЛИЯНИЕ ЭЛЬ-НИНЬО НА ГЛОБАЛЬНЫЙ КЛИМАТ

Изучено явление Эль-Ниньо, наиболее характерные признаки его появления, частота возникновения. Рассмотрено влияние этого явления на климат различных регионов, на здоровье людей на разных континентах. Проанализированы прогнозы возможных проявлений Эль-Ниньо в ближайшем будущем.

Загадочное исчезновение цивилизации индейцев майя в Центральной Америке могло быть вызвано сильными климатическими изменениями.

Ученые пытались установить, почему на рубеже IX и X веков нашей эры на противоположных концах земли практически одновременно прекратили существование две крупнейшие цивилизации того времени: индейцы майя и китайская династия Тан, вслед за которым последовал период междоусобных распрей.

Обе цивилизации находились в муссонных регионах, увлажнение которых зависит от сезонного выпадения осадков. Наступившая засуха и последовавший за ней голод привели к закату этих цивилизаций, полагают исследователи. Они связывают эти климатические изменения с природным феноменом «Эль-Ниньо».

Процесс образования «Эль-Ниньо»

Первое упоминание термина «Эль-Ниньо» относится к 1892 г., когда капитан Камило Каррило сообщил на конгрессе Географического Общества в Лиме, что Перуанские моряки назвали теплое северное течение «Эль-Ниньо», что значит «маленький мальчик», «мла-

денец», в честь рождения младенца Иисуса, так как «Эль-Ниньо» наиболее заметно в период Рождества.

Феномен Эль-Ниньо заключается в резком повышении температуры (на 5–9 гр. С) поверхностного слоя воды на востоке Тихого океана на площади порядка 107 км².

Процессы формирования следующие. В обычных погодных условиях теплые воды океана удерживаются восточными ветрами – пассатами в тропической части Тихого океана, где формируется так называемый тропический теплый бассейн (ТТБ). Его глубина достигает 100–200 метров. Формирование такого огромного резервуара тепла – главное необходимое условие перехода к режиму феномена Эль-Ниньо. По неизвестным пока причинам с интервалом в 3–7 лет пассаты ослабевают, нарушается баланс, и теплые воды западного бассейна устремляются на восток, создавая одно из самых сильных теплых течений в Мировом океане. На огромной площади на востоке Тихого океана происходит резкое повышение температуры поверхностного слоя океана. Это и есть наступление фазы Эль-Ниньо.

Первые признаки Эль-Ниньо:

- Повышение воздушного давления над Индийским океаном, Индонезией и Австралией.
- Падение давления над Таити, над центральной и восточной частями Тихого океана.
- Ослабление пассатов в южной части Тихого океана вплоть до их прекращения и изменения направления ветра на западное.
- Теплая воздушная масса в Перу, дожди в перуанских пустынях.

Само по себе повышение температуры воды у берегов Перу на 0,5 °С считается лишь условием возникновения Эль-Ниньо. Обычно такая аномалия может существовать в течение нескольких недель, а затем благополучно исчезнуть. И только пятимесячная аномалия, классифицирующаяся как явление Эль-Ниньо, может нанести существенный ущерб экономике региона за счет падения уловов рыбы.

Для описания Эль-Ниньо также используется индекс Южной осцилляции (англ. Southern Oscillation Index, SOI). Он вычисляется как разность давлений над Таити и над Дарвином (Австралия). Отрицательные значения индекса свидетельствуют о фазе Эль-Ниньо, а положительные – о фазе Ла-Нинья.

Периоды проявления явления Эль-Ниньо

Обычно это катастрофическое явление отмечается в конце декабря – начале января. Годы, в которые был зафиксирован Эль-Ниньо: 1864, 1871, 1877–1878, 1884, 1891, 1899, 1911–1912, 1925–1926, 1939–1941, 1957–1958, 1965–1966, 1972, 1976, 1982–1983, 1986–1987, 1992–1993, 1997–1998, 2002–2003 гг. Особенно резко оно проявлялось в 1891, 1925, 1941, 1953, 1957–1958 и 1972–1973.

После периода нейтрального положения цикла Эль-Ниньо – Ла-Нинья, наблюдавшегося в середине 2011 года, тропическая зона Тихого океана в августе начала охлаждаться, и с октября до настоящего времени наблюдалось явление Ла-Нинья слабой и умеренной силы.

Влияние Эль-Ниньо на климат различных регионов

Обычно это явление вызывает теплые и очень влажные периоды (с декабря по февраль) на северном побережье Перу и в Эквадоре. Южная Бразилия и северная Аргентина переживают более влажные периоды. В центре Чили наблюдается мягкая зима с большим количеством дождей, а в Перу и Боливии происходят снегопады. В Индонезии снижается влажность, увеличивая вероятность возникновения лесных пожаров.

Это касается также Филиппин и северной Австралии. В Антарктике растёт давление и становится теплее. В Северной Америке зимы становятся теплее. Эль-Ниньо также приводит к снижению активности атлантических ураганов.

Восточная Африка, включая Кению, Танзанию и бассейн Белого Нила, испытывают длительные сезо-

ны дождей с марта по май. Засухи преследуют с декабря по февраль южные и центральные регионы Африки, в основном, Замбию, Зимбабве, Мозамбик и Ботсвану.

Влияние Эль-Ниньо на Россию до сих пор носило более ограниченный характер. Тем не менее, в октябре 1997 года в Западной Сибири установилась температура выше 20 градусов.

Влияние Эль-Ниньо на здоровье и социум

Эль-Ниньо связан с повышенным риском развития заболеваний, передающихся комарами: малярия, лихорадка денге и лихорадка долины Рифт.

Наблюдается связь с вспышками австралийского энцефалита, проявляющегося на юго-востоке Австралии после сильных дождей и наводнений.

Ярким примером является тяжелая вспышка лихорадки долины Рифт, произошедшая из-за Эль-Ниньо после экстремальных осадков в северо-восточной части Кении и южной части Сомали в 1997–1998 гг.

Эль-Ниньо может быть связан с цикличностью войн и возникновением гражданских конфликтов в странах, климат которых зависит от Эль-Ниньо. Изучение данных с 1950 по 2004 год показало, что Эль-Ниньо связан с 21 % всех гражданских конфликтов этого периода.

Вероятно, связь между климатом и военными действиями опосредована неурожаем, которые часто приходится на жаркие годы.

Прогнозы. 2014 год может стать самым жарким за всю историю метеонаблюдений. Немецкие ученые сделали вывод, что осенью прошлого года началось формирование Эль-Ниньо, и в этом году явление проявит себя в полной мере. А значит, нас ждет жаркая погода. Раньше такое случалось раз в столетие, но теперь колебания температуры в Тихом океане фиксируют каждые 5–7 лет. Могут возникать какие-то аномалии, например, такие, которые на европейской территории России пережили в 2010 году – это аномальные жара и засуха. Сейчас немецкие ученые прогнозируют глобальные перемены по всей планете.

Но так как в России климат континентальный, он будет более сухим. Со стороны МЧС - скорее, нужно быть подготовленными, что будет достаточно большое количество лесных пожаров, и надо быть готовыми к их тушению. Надо уже сейчас начинать активную подготовку

К сожалению, причины, вызывающие появление Эль-Ниньо, до сих пор остаются неизвестными, как неизвестны и последствия, вызванные глобальным изменением климата. Повторение данного явления наблюдается каждые шесть или семь лет. Его продолжительность зависит от целого ряда факторов, изучением которых в настоящее время занимаются метеорологи.

УДК 575:51

Т. А. Харитонов

Научные руководители – А. В. Саятин, Л. А. Герасимова
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОПУЛЯЦИЙ НА ПРИМЕРЕ ЖИВОТНЫХ МОЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Работа посвящена статистической обработке выявленных вариантов комбинаций антигенов краснопестрой породы коров Красноярских хозяйств с целью изучения полиморфизма групп крови, разработке математических подходов для выявления процессов породообразования.

Вопросы экологического мониторинга популяций сельскохозяйственных животных в настоящее время приобретают большое значение, поскольку проблема обеспечения населения продукцией животноводства еще далека от своего разрешения. Полиморфизм эритроцитарных антигенов расширил возможности объективной оценки эколого-генетических процессов в популяциях животных и сделал реальностью научно обоснованное управление селекционным процессом [1].

Концепция экологического мониторинга искусственно созданных популяций сельскохозяйственных животных в настоящее время до конца не разработана. Для решения проблемы необходимо провести подбор наиболее чувствительных, информативных и надежных критериев, способных давать мобильный прогноз и объективно оценивать результативность селекционных воздействий. Большинство работ связанных с исследованием генетических последовательностей написаны с позиции биологии, генетики, селекции, медицины, иммунологии и т. д. [2; 3].

Достижения современной молекулярной генетики позволяют определять гены, контролирующие хозяйственно-полезные признаки. Успех селекционной работы в значительной степени зависит от точности определения племенной ценности животных [1]. Для хозяйств, специализирующихся на разведении молочных пород крупного рогатого скота (КРС), пока отсутствуют эффективные математические исследования по выделению и оценке породности животных на основе сопоставления точных и объективных характеристик хозяйственно-полезных признаков.

Целью нашей работы было разработать математические подходы к определению генетической структуры искусственных популяций крупного рогатого скота Красноярского края.

Работа проводилась в несколько этапов: расчет частот встречаемости генов, определение генетического сходства, кластеризация данных. Нами были обработаны данные более чем по двум тысячам животных. Каждое животное проанализировано по 10 системам факторов крови. Самая многочисленная

«В»-система может быть представлена комбинацией из более чем 60 антигенов.

В процессе работы нами были разработаны и программно реализованы математические методы: расчет частот встречаемости генов, определение генетического сходства и расстояния, иерархический анализ и кластеризация данных, построены матрицы генетического сходства и генетических расстояний и на их основе графы необходимы для дальнейшей работы. На основе матриц сделано заключение – генетическое расстояние между популяциями крупного рогатого скота хозяйств Красноярского края очень мало, что свидетельствует о генетической близости этих групп животных и специфичности всей совокупности краевого КРС в целом.

В дальнейшем необходимо математически обосновать идет ли в крае формирование новой совокупности КРС со своим специфическим генофондом, является ли новая порода или как скоро это произойдет, если такой процесс происходит. В случае положительных ответов на поставленные вопросы планируется определить эффективность породы, рассчитать корреляцию генетических факторов с надоями для последующей селекции. Искусственно созданные сообщества племенных животных, являющиеся результатом межпородной гибридизации, остро нуждаются в системах непрерывного эколого-генетического мониторинга для управления селекционным процессом.

Библиографические ссылки

1. Серебровский А. С. Генетический анализ. Наука, М. : 1970. 344 с.
2. Кочнева М. Л. Мониторинг популяций сельскохозяйственных животных в разных экологических условиях: диссертация на соискание звания доктора биологических наук : 06.02.01, 03.00.16 / Новосибир. гос. аграр. ун-т. Новосибирск, 2005. 296 с.
3. Хабибрахманова Я. А. Полиморфизм генов молочных белков и гормонов крупного рогатого скота : автореф. дис. ... канд. биол. наук / ФГНУ ВНИИП-ЛЕМ: 2009. 16 с.

© Харитонов Т. А., 2014

УДК 504.1

В. А. Хлызова

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

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ

Обсуждается загрязнение почвенного покрова в Красноярском крае, отражается сама проблема, ее анализ на уровне Красноярского края и пути ее решения.

Человек с незапамятных времен оказывает локальное влияние на почвенный и растительный покров. Стихийное уничтожение лесов, неумеренный выпас скота, чрезмерная распашка земель не могли не отразиться на почвообразовательных процессах. Актуальность этой проблемы очень велика, потому что неизмеримо возросла интенсивность воздействия человека на почву в наши дни, в эпоху научно-технической революции. Из локального фактора она превратилась в глобальный. Это связано с осуществлением обширной программы химизации сельского хозяйства, осушения и орошения земель на больших территориях, созданием прудов и водоемов, полезащитных лесных насаждений, всевозрастающей техногенной нагрузкой на почву. Влияние производственной деятельности человека как фактора почвообразования при плановом хозяйстве чрезвычайно велико. В условиях социалистического строя оно обеспечивает прогрессивное увеличение плодородия почвы и получение всевозрастающих урожаев сельскохозяйственных культур [1].

Однако производственная деятельность человека может привести и к нежелательным явлениям: заболачиванию почв, их засолению, уплотнению и разрушению почвы от «антропогенного давления», загрязнению различными вредными отходами, развитию процессов водной и ветровой эрозии и другим отрицательным последствиям [2].

В Красноярском крае загрязнение почвы остается стабильно высоким, а показатели хуже, чем в среднем по России. Причем для этих территорий санитарно-химический показатель ухудшается, а показатели паразитарного загрязнения почв остаются удовлетворительными. Почва засолена, заболочена, насыщена кислотами и еще множество вредных факторов можно перечислить [3].

Переувлажненные и заболоченные земли представлены сенокосами и пастбищами. Наихудшее экологическое состояние земель по трем показателям (закисление, засоление, заболачивание) в Шарыповском районе, которое оценивается как критическое. Удовлетворительное состояние земель по этому показателю в Шушенском районе. Еще одним загрязняющим фактором, является эрозия почвы. Для большинства с/х земель России характерной является эрозия почв, что также приводит к утрате их продуктивности.

В крае идет также загрязнение почвенного покрова тяжелыми металлами, такими как свинец, кадмий, цинк, фтором и др. вблизи Красноярска, Ачинска, Норильска, Дивногорска, Зеленогорска, а также в Шарыповском и Ужурском районах, где имеются техногенные выбросы. Загрязнение и последующая деградация почв вызваны либо локальным влияни-

ем источника загрязнения, либо переносом токсических веществ в атмосфере. В последующем в почве кумулируются химические загрязнения, сохраняют жизнеспособность патогенная микрофлора и яйца гельминтов, и она становится источником вторичного загрязнения подземных вод, атмосферного воздуха, сельскохозяйственной продукции. Так, в г. Красноярске основной вклад в суммарное загрязнение почвы вносят мышьяк, фтор и бенз(а)пирен – 99 %. В г. Норильске отмечено повышенное содержание никеля, меди, свинца, цинка и кобальта. Почва промышленных зон г. Ачинска имеет превышение ПДК по меди (в 9 раз), цинку (в 4 раза), никелю (в 8 раз) [4].

Нарушение почвенного покрова, тоже влияющий фактор. Выполнение работ с нарушением почвенного покрова проводили 244 хозяйствующих объекта на территории 39 районов и 7 городов края. Наибольшие площади нарушенных земель относятся к предприятиям по добыче золота – 6 073 га, угольной промышленности – 4 710 га, черной и цветной металлургии – 1 763 га, а так же к нефтяной промышленности [4].

Согласно действующему законодательству нарушенные земли должны быть восстановлены рекультивацией. В частности, рекультивацию карьеров должны осуществлять те горнодобывающие предприятия, которые их создали.

К важным методам защиты почв от техногенного загрязнения относятся методы мониторинга за состоянием окружающей среды, которые позволяют объективно оценить состояние окружающей среды, его составляющих в пределах обследуемых территорий и в зависимости от этой оценки принять верное решение относительно охраны окружающей среды, рационального использования ее ресурсов.

Библиографические ссылки

1. Воронцов А. И., Николаевская Н. Г. Вопросы экологии и охраны окружающей среды. М., 1986.
2. Добровольский Г. В. Почва. Город. Экология. М., 1997.
3. Александрова П. Ю. Разработка информационного обеспечения геопортала для задач экологического мониторинга : дипломная работа [Электронный ресурс]. URL: <http://gis.krasn.ru/blog/content/ekologicheskoe-sostoyanie-pochvennykh-resursov> (дата обращения: 18.03.2014).
4. В Красноярском крае построят новый современный завод [Электронный ресурс]. URL: <http://newslab.ru/forum/theme/112708/page/4> (дата обращения: 18.03.2014).

УДК 669.713

А. А. Ардышева, С. В. Солдатова
 Научный руководитель – Е. А. Журнова
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЕ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В РОССИИ

Рассмотрены основные проблемы внедрения бережливого производства на российских предприятиях, раскрыт общепризнанный подход к его внедрению.

Бережливое производство (англ. Lean production/Lean manufacturing) – логистическая концепция менеджмента, сфокусированная на разумном сокращении размеров заказа на выпуск продукции, удовлетворяющей спрос при повышении ее качества; снижении уровня запасов используемых ресурсов; постоянном повышении квалификации производственного персонала, охватывающим весь контингент; внедрение гибких производственных технологий и интегрирование их в единые цепи с взаимодействующими технологиями партнеров. В переводе с английского «lean» означает «постный, без жира, стройный». «Lean Production» (Lean Manufacturing) – буквально «производство без жирка», производство, где нет излишеств и потерь.

Более чем десятилетняя практика бережливого производства (далее ЛИН) в России показала, что данный подход, несмотря на всю его открытость и доступность, сложно внедрить в работу какого-либо предприятия на постоянной основе. Многие эксперты считают, что объяснить слушателям, как работают отдельные инструменты данного подхода, не сложно, гораздо сложнее добиться того, чтобы их применение стало неотъемлемой частью их повседневной работы.

Ключевая проблема всех трудностей внедрения ЛИН в России заключается в том, что именно подразумевают под «бережливым производством» российские менеджеры. Как они понимают суть данного подхода, и совпадает ли их образ с тем, что есть на самом деле?

Абсолютно неопровержимым фактом является то, что основное внимание подавляющего числа российских производителей, изучающих ЛИН в той или иной форме, приковано к его знаменитым системам и инструментам: «5С-Упорядочение», «Визуальное управление», «Стандартизированная работа», «Система подачи предложений сотрудниками», «Кружки качества», TQM и др. Именно это и привлекает производителей, перед которыми изо дня в день стоят исключительно практические задачи [1].

Джеймс Вумек и Дэниел Джонс высказывались по поводу определения факта внедрения ЛИН: «Если в результате ваших управленческих усилий время разработки товара не уменьшается в два раза, срок обработки заказа не сокращается на три четверти, а период физической обработки не удаётся уменьшить на 90 %,

вы явно где-то ошиблись». Это не отражает суть ЛИН, а только демонстрирует некоторые возможные последствия от его внедрения исключительно краткосрочного характера [2].

Джеффри Лайкер пишет, что ЛИН начинается с исполнения обязанностей перед потребителями, сотрудниками и обществом, и что именно ответственность за свою работу порождает сильнейшее стремление к достижению наивысшего качества путём постоянного развития сотрудников и процессов. Для сравнения, Масаки Имаи отмечает, что в основе ЛИН лежит «кайдзен» - процесс постоянного и постепенного совершенствования, который у Лайкера является лишь средством достижения высшей цели [3].

Помимо этого, у всех трёх авторов к их руководящим идеям прилагается набор определённых принципов – правил, следование которым абсолютно необходимо для претворения данных идей в жизнь. У Джеффри Лайкера их четырнадцать, у Масаки Имаи – шесть, а у Тайти Они, и вовсе, только два. Несмотря на ощутимые различия, в представленных авторских трактовках есть нечто общее – это общая структура, схематичное изображение которой представлено на рисунке.



Структура подхода бережливого производства

Направления повышения эффективности производства, резервы повышения эффективности производства необходимо искать по трем направлениям так называемого контрольного списка 3-MU (Muda; Muri; Mura).

Muda (Муда) – «потери» – любая деятельность, которая потребляет ресурсы, но не создает ценности для потребителя.

Muri (Мури) – перегрузка, работа с напряжением человека или машины. Перегрузка приводит к тому,

что сотрудник или оборудование работает на пределе возможностей. Перегрузка сотрудников (высокая интенсивность труда) может привести к понижению качества или повышению травматизма. Перегрузка машин («узкое место» в производственной возможности оборудования) приводит к дефектам и авариям.

Мига (Мура) – несоответствие, любое отклонение от процесса как хорошее, так и плохое.

Каждое из трех направлений контрольного списка 3-MU рассматривается со следующих позиций: людские потери, технология, метод, время, оборудование, приспособления и инструменты, материалы, объем производства, запасы, место, образ мышления [4].

ЛИН действительно ориентирует предприятие на эффективную работу в долгосрочной перспективе, но только в том случае, если удастся переориентировать мышление работников с узкотехнологических задач

на понимание производственных, экономических и финансовых взаимосвязей.

Библиографические ссылки

1. URL: <http://www.leansystems.ru/knowledge/articles/article18/> (дата обращения: 20.03.2014).
2. URL: http://traditio-ru.org/wiki/Бережливое_производство (дата обращения: 20.03.2014).
3. URL: http://лининфо.рф/publ/osnovnaja_ideja_berezhlivogo_proizvodstva/1-1-0-35 (дата обращения: 20.03.2014).
4. Вумек Дж. П., Джонс Д. Т. Бережливое производство. Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. М. : Альпина Бизнес Букс, 2005.

© Ардышева А. А., Солдатова С. В., 2014

УДК 658.562

А. А. Ардышева, С. В. Солдатова
 Научный руководитель – *Т. Е. Кревина*
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

НЕОБХОДИМЫЕ УСЛОВИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

Рассмотрены основные условия достоверности результатов измерения и требования приняты к ним, также необходимые условия для их определения количественных параметров.

Измерения являются необходимой частью большинства трудовых операций. Например, чтобы взвесить какой-либо товар в магазине, необходимы весы. Измерительная информация служит основой для принятия решений о качестве продукции при внедрении систем качества, в научных экспериментах и т. д.

Переход России к рыночной экономике определил новые условия для деятельности отечественных фирм, предприятий и организаций в области метрологического обеспечения [1]. С принятием Закона РФ «Об обеспечении единства измерений» начался новый этап развития метрологии, который характеризуется переходом от административного принципа управления метрологической деятельностью к законодательному и в значительной степени гармонизацией российской системы измерений с международной практикой.

Исходя из ФЗ РФ «Об обеспечении единства измерений» гл. 2, ст. 5, приняты следующие требования к измерениям:

1. Измерения, относящиеся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, должны выполняться по аттестованным методикам (методам) измерений, за исключением методик (методов), предназначенных для выполнения прямых измерений, с применением средств измерений утвержденного типа, прошедших поверку. Результаты измерений должны быть выражены в единицах величин, допущенных к применению в РФ.

2. Методики (методы) измерений, предназначенные для выполнения прямых измерений, вносятся

в эксплуатационную документацию на средства измерений. Подтверждение соответствия этих методик (методов) измерений обязательным метрологическим требованиям к измерениям осуществляется в процессе утверждения типов данных средств измерений. В остальных случаях подтверждение соответствия методик (методов) измерений обязательным метрологическим требованиям к измерениям осуществляется путем аттестации методик (методов) измерений. Сведения об аттестованных методиках (методах) измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений проводящими аттестацию юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями.

3. Аттестацию методик (методов) измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, проводят аккредитованные в установленном порядке в области обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

4. Порядок аттестации методик (методов) измерений и их применения устанавливается федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в области обеспечения единства измерений.

5. Федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий функции по оказанию государственных услуг и управлению государственным имуществом в области обеспечения единства измерений, ведет единый перечень измерений, относящихся

к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений [2].

Достоверность и соответствующая точность результатов измерений обеспечивает правильность принимаемых решений на всех уровнях управления. Получение недостоверной информации приводит к неверным решениям, снижению качества продукции, возможным авариям.

Для количественного определения (измерения) параметров, характеристик продукции, процессов, явления, необходимо:

- выбрать параметры, характеристики, которые определяют интересующие нас свойства объекта;
- установить степень достоверности, с которой следует определять выбранные параметры, установить допуски, нормы точности и т. д.;
- выбрать методы и средства измерений для достижения требуемой точности;
- обеспечить готовность средств измерений выполнять свои функции привязкой средств измерений к соответствующим эталонам (посредством периодической поверки, калибровки средств измерений);
- обеспечить учет или создание требуемых условий проведения измерений; обеспечить обработку результатов измерений и оценку характеристик погрешностей [3].

Перечисленные положения представляют собой своеобразную цепь, изъятие из которой какого-нибудь звена неизбежно приводит к получению недостоверной информации, и как следствие, к значительным экономическим потерям и принятию ошибочных решений.

Возможность применения результатов измерений для правильного и эффективного решения любой измерительной задачи определяется следующими тремя условиями:

- результаты измерений выражаются в узаконенных (установленных законодательством России) единицах;
- значения показателей точности результатов измерений известны с необходимой заданной достоверностью;
- значения показателей точности обеспечивают оптимальное в соответствии с выбранными критериями решение задачи, для которой эти результаты пред-

назначены (результаты измерений получены с требуемой точностью).

Если результаты измерений удовлетворяют первым двум условиям, то о них известно все, что необходимо знать для принятия обоснованного решения о возможности их использования. Такие результаты можно сопоставлять, они могут использоваться в различных сочетаниях, различными людьми, организациями. В этом случае говорят, что обеспечено единство измерений – состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах и погрешности результатов не выходят за установленные границы с заданной вероятностью.

Третье из перечисленных выше условий определяет требование к точности применяемых методов и средств измерений. Недостаточная точность измерений приводит к увеличению ошибок контроля, к экономическим потерям. Завышенная точность измерений требует затрат на приобретение более дорогих средств измерений. Поэтому это требование является не только метрологическим, но и экономическим требованием, так как связано с затратами и потерями при проведении измерений (затраты и потери - экономические критерии).

Если при измерениях соблюдаются все три условия (обеспечивается единство и требуемая точность измерений), то говорят о метрологическом обеспечении. Под метрологическим обеспечением понимается установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений [4].

Библиографические ссылки

1. URL: <http://quality.eup.ru/METROL/mo.htm> (дата обращения: 20.03.2014).
2. URL: <http://www.rg.ru/2008/07/02/izmereniya-dok.html> (дата обращения: 20.03.2014).
3. URL: <http://quality.eup.ru/METROL/smk-ms.htm> (дата обращения: 20.03.2014).
4. URL: <http://www.metrob.ru/> (дата обращения: 20.03.2014).

© Ардышева А. А., Солдатова С. В., 2014

УДК 658.5.011

А. А. Ардышева, С. В. Солдатова

Научный руководитель – *Н. В. Захарова*

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

ВНЕДРЕНИЕ TQM В РОССИЙСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Рассмотрены пять основных проблем внедрения TQM в российское производство, также от чего зависит успех производства.

Еще примерно 10–12 лет назад мало кто в России различал понятия «менеджмент» и «маркетинг», а сегодня это неотъемлемые атрибуты деятельности любого российского предприятия. Аббревиатура TQM

(*total quality management* – всеобщий менеджмент качества) уже знакома многим российским менеджерам, однако для большинства из них TQM так и остается аббревиатурой [1].

Опыт внедрения TQM в России зачастую сопровождается рядом проблем:

1. Эволюционный разрыв в 50 лет.

На западе философия качества последовательно прошла этапы отбраковки, контроля качества, гарантии качества и приняла форму TQM. Основной движущей силой этого развития был и остается потребитель. В административно-командной системе СССР спрос и предложения были предметом государственного планирования, конкуренция между производителями отсутствовала. Преимущество настоящего положения в России:

– путь может быть гораздо короче, так как накопленные мировые опыт, а также ошибки и неудачи уже известны.

– Россия располагает обширной теоретической и методологической базой в области качества Советского периода.

Однако из этого следует вторая проблема.

2. Расстановка акцентов в понимании качества.

Развитие систем качества в Советском Союзе носило региональный характер, поэтому предлагаемые подходы ассоциировались с местом их разработки: БИП (бездефектное изготовление продукции) – Саратов, КАНАРСПИ (качество, надежность, ресурс с первых изделий) – Горький, КСПЭП (комплексная система повышения эффективности производства) – Краснодар и другие.

Система БИП представляет комплекс взаимосвязанных, организационных, экономических, воспитательных мероприятий, которые создают благоприятные условия для изготовления продукции без дефектов в соответствии с требованиями нормативно-технической документации. КАНАРСПИ предусматривает устойчивое взаимодействие разработчика продукции с ее заводом - изготовителем. Повышение надежности изделий обеспечивалось за счет усиления внимания к отработке как конструкторской, так и технологической документации. В системе было предусмотрено создание опытных образцов продукции и их испытания в специальных лабораториях. КСПЭП (комплексная система повышения эффективности производства) позволяет перейти от одноцелевой системы управления качеством продукции к решению комплексной, многоцелевой задачи управления эффективностью производства. Охватывает все уровни управления предприятием, все стадии жизненного цикла продукции и регламентировала организацию управления всеми сторонами производственно-хозяйственной деятельности предприятия и социальной жизни коллектива путем разработки и реализации комплекса стандартов предприятия.

У советской системы качества были следующие недостатки:

- ограниченность сферы действия (для ранних подходов);
- отсутствие ориентации на потребителя;
- экономическая незаинтересованность предприятий;
- несистемный подход к системе (для поздних подходов).

Таким образом, исходя из советского опыта развития TQM, в СССР движущей силой развития качества явля-

лись интересы государства, в отличие от запада, где упор был сделан на потребителя и его интересы. Не исключен факт, что такое развитие могло привести к тому, то продукция просто не пользовалась бы спросом.

3. Специалисты в области качества.

В советские времена специалисты имели только техническое образование, но нынешним специалистам в области качества необходимы также знания экономики и менеджмента. Недостаток у специалистов теоретических и практических знаний в управлении качеством и управлении в целом заключает в себе следующую проблему развития TQM в России.

4. Использование современных методов совершенствования.

Как уже было сказано ранее, что многие подходы к улучшению системы управления организации и повышение ее конкурентоспособности основаны на принципах TQM. Часть современных подходов используется в российском бизнесе, например, ИСО 9000, премии в области качества и т. д. Но они используются искусственно, что вызывает проблему адаптации западных подходов. Руководители, с одной стороны, понимают, что менять философию необходимо, с другой стороны, существует масса барьеров: незнание как и что менять, сопротивление работников, непонимание коллег и партнеров по бизнесу.

5. Удовлетворение потребителей.

Российские компании уже довольно хорошо овладели навыками исследования рынка и привлечения новых клиентов. Но удовлетворение потребителей не означает только навязывать свой товар, нужно дать потребителю то, что он ожидает и даже больше. Зарубежные компании ставят перед собой цель не привлечь новых клиентов, а удержать уже имеющихся, т. е. увеличить долю постоянных клиентов. Российскому же бизнесу следует осознать, что удовлетворение потребителей – это лояльность к компании, чем больше лояльных клиентов, тем уверенней компания чувствует себя на рынке [2].

В заключении можно сказать, что внедрение TQM в России, сопровождаются рядом барьеров, одни из которых – наследие советского прошлого, другие – объективная реальность настоящего.

Успех и реализация производства зависит от того насколько профессионально каждый из участников процесса сыграет свою роль:

- потребители – защищать и отстаивать свои интересы;
- компании – удовлетворять требования и пожелания потребителей;
- наука – формировать научную и методологическую базу для адаптации философии качества;
- образование – готовить грамотных специалистов для осуществления преобразований;
- государство – устанавливать вектор развития и способствовать формированию культуры качества в политике, в экономике, в социальной сфере.

Рынок, в свою очередь, являясь макроэкономическим регулятором и индикатором, обеспечит эволюционное развитие процесса внедрения TQM в России, динамика же этого процесса зависит от эффективности деятельности каждого из его участников [3].

Библиографические ссылки

1. URL: http://text.tr200.biz/referat_gosudarstvo_i_pravo/?referat=595413&page=1<http://bipars.ru/stati/proizvodstvo.-kachestvo/upravlenie-kachestvom-v-sfere-uslug> (дата обращения: 20.03.2014).

2. URL: <http://delovoyimir.biz/ru/articles/view/?did=10544> (дата обращения: 20.03.2014).

3. URL: http://www.kpms.ru/General_info/Quality_management.htm (дата обращения: 20.03.2014).

© Ардышева А. А., Солдатова С. В., 2014

УДК 621.372.88

Д. В. Белуценко

Научный руководитель – *И. В. Трифанов*

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

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВОЛНОВОДОВ
МНОГОСТОРОННИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ**

Современное развитие физики, астрономии, биологии, химии привело к резкому увеличению исследований электромагнитных колебаний миллиметровых и субмиллиметровых волн. Актуальность разработок заключается в достоинстве E-диапазона: в существенном снижении габаритов антенных систем, что обеспечивает удешевление изготовления за счет меньших размеров, и оцутимо сказывается на стоимости системы связи.

Одной из важнейших составляющих антенно-волноводной техники является линия передачи между радиопередающим устройством (РПУ) и антенной или между антенной и радиоприемным устройством (РПрУ). Иногда ее называют фидером, линией передачи (ЛП).

Для волноводов КВЧ-диапазона необходимая величина токопроводящего слоя мала и достигает 3...6 мкм. Малая глубина слоя, в свою очередь, предъявляет высокие требования к структуре токопроводящего скин-слоя и его шероховатости. Если неровности поверхностного слоя (ПС) велики по сравнению с глубиной ПС, то высокочастотные токи проходят большой путь и потери на нагрев увеличиваются. Удовлетворительной обработкой поверхности считается такая, при которой шероховатость не превышает 0,13 мкм и точность размера сечения $\pm 0,2$ мм [1].

Другим безусловным и достаточно жестким требованием к линиям передачи является его хорошее согласование с антенной и входом РПрУ. Это должно обеспечить в ЛП режим бегущей волны, который характеризуется коэффициентом бегущей волны [2].

Также одним из параметров антенны является диаграмма направленности, которая зависит от точности и конструктивных особенностей антенно-фидерного устройства. Чем уже диаграмма направленности антенны, тем выше ее коэффициент направленного действия.

На основании патента РФ RU 2441727 C1 мною была разработана технология изготовления рупора облучателя миллиметрового диапазона, которая включает электроэрозионную прошивку сквозного отверстия трубчатым электродом $\varnothing 0,5$ мм на прошивочном станке AD24, а также вырезку внутреннего канала пирамидальной формы вырезным станком BA24, латунной проволокой $\varnothing 0,3$ мм, с точностью 0,05 мм и Ra 0,4...0,8 мкм.

Формообразование пирамидального рупора из латуни Л63 с точностью 0,015 мм проводится магнитно-

импульсной штамповкой за четыре перехода с последующей термической обработкой каждого перехода при температуре 600...700 °С в защитной среде аргона и изменением положения заготовки в индукторе. Магнитно-импульсная обработка (МИО) производится с помощью магнитно-импульсной установки и пирамидальной оправки, изготовленной из стали 40X13. Режим штамповки $U = 12$ кВ, $i = 4$ перехода (штамповки). Давление при магнитно-импульсной обработке на деформируемую металлическую заготовку создается непосредственным воздействием импульсного магнитного поля, без участия промежуточных тел. Преимущества магнитно-импульсной обработки заключаются в повышении точности штампуемых деталей, в высокой производительности и возможности автоматизации процесса.

После МИО следует механическая обработка заготовки с применением одной и той же пирамидальной оправки, что стабилизирует выходные параметры волноводных трактов. После формообразования рупора методом МИО для повышения электропроводности токопроводящего скин-слоя нанесли гальваническое покрытие из серебра толщиной 3...5 мкм с применением анода-проволоки из коррозионно-стойкой стали X18H10T и принудительной прокачкой электролита через внутренний канал.

Технический результат разработанной технологии: повышение повторяемости выпускаемой продукции, снижение трудоемкости изготовления, расширение технологических возможностей магнитно-импульсной обработки, получение изделия с заданными техническими характеристиками.

Волноводные линии ММДВ подвергаются электрическим испытаниям для определения коэффициентов отражения стоячей волны, затухания, кросс-поляризация и усиления антенн. Необходимо проводить геометрический контроль (шероховатость и точность каналов). Кроме того, проводятся испытания на устойчивость эксплуатационных характеристик при

воздействии механических (вибрации, линейные ускорения и удары). В связи с этим испытания делятся на электрические, механические и климатические. Они необходимы для предотвращения причин отказов, а также для выявления ошибок при проектировании и изготовлении волноводов [3].

Исходя из перечисленных выше требований, предъявляемых к АФУ, была разработана опытная технология изготовления волноводного элемента, включающая в себя ЭЭО, МИО и нанесение гальванического покрытия, обладающие рядом преимуществ перед другими видами обработок.

Библиографические ссылки

1. Вишневецкий В., Фролов С., Шахнович И. Радиорелейные линии связи в миллиметровом диапазоне: новые горизонты скоростей // Первая миля. 2011. № 2.
2. Нефедов Е. И. Устройства СВЧ и антенны : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / М. : Академия, 2009. 384 с
3. Трифанов И. В., Оборина Л. И., Бакин А. М. Теоретические основы построения и методы испытаний антенно-фидерных устройств средств связи, приборов контроля и обнаружения : учеб. пособие ; Сиб. гос. аэрокосмический ун-т. Красноярск, 2010. 108 с.

© Белущенко Д. В., 2014

УДК 658.452

А. И. Бикенёва

Научный руководитель – *Ю. Г. Малахова*

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

РАЗРАБОТКА ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА МОЛОДЕЖНОГО ЦЕНТРА «НОВЫЕ ИМЕНА»

В данной статье речь ведется о необходимости разработки политики качества для молодежного центра «Новые имена».

Молодежь является единственной социальной группой, чьи характеристики непосредственно и с небольшим временным периодом определяют характеристики страны. Современные молодые люди через 5–15 лет объективно становятся основными носителями и проводниками любых инициатив, людьми, принимающими решения во всех сферах общественной жизни. При этом молодежь, в силу отсутствия сложившихся социальных стереотипов, является той социальной группой, на характеристики которой можно влиять, корректировать модели ее поведения, задавать желаемый тип общественного поведения [1].

Молодежная политика как сфера социальной деятельности государства находится в ведении Министерства спорта, туризма и молодежной политики Красноярского края и регламентируется Законом Красноярского края «О государственной молодежной политике Красноярского края». Молодежная политика реализуется молодежными центрами совместно с органами по делам молодежи. Развитие молодежных центров (МЦ) – это принципиально новое понимание места молодежи в обществе, предоставление молодежи не просто гарантий и ресурсов, условий и возможностей, но и обеспечение реализации творческого, интеллектуального, физического потенциала молодежи, ее активное вовлечение в жизнь общества, возможность ее развития в экономической, политической, духовной, социальной, демографической сферах. Однако вместо того, чтобы встроиться в социальную политику государства и влиять на систему в целом, реализуя молодежную политику в школах, спор-

тивных секциях и творческих клубах в направлениях «образование», «культура» и «спорт», превратилась в параллельное направление, ищущее «выходы» на молодежь по другим направлениям, таким как «досуг», «организация массовых мероприятий» и т. п. Поэтому необходимо сформировать условия для развития межведомственного взаимодействия, превратить государственную молодежную политику Красноярского края в реальный инструмент модернизации общества [2; 3].

Молодежный центр Кировского района образован в нашем городе в 2003 году. Он является площадкой направленных на выявление, поддержку и развитие молодежных инициатив. С января 2013 года МЦ носит название «Молодежный центр «Новые имена». Такое название было выбрано в связи со спецификой деятельности центра: поиск новых имен, талантливых, инициативных. На данный момент «Новые имена» – имеет пять структурных подразделения, каждое из которых отвечает за ряд проектов. В МЦ каждый молодой человек, занимающийся творчеством и желающий стать лучше в том, что он делает, может реализовать свои амбиции, найти друзей, людей схожих по духу, получить огромный опыт в своей сфере, и увидеть новые горизонты своего творчества.

Разработана политика качества МЦ «Новые имена», которая задает направление развития организации. Также в этом документе указывается, что собирается делать руководство организации для реализации заявленных приоритетов и ценностных ориентаций. Политика качества является открытым, «публичным» документом (см. рисунок).

Муниципальное молодёжное автономное учреждение
«Молодёжный центр «Новые имена»



**ПОЛИТИКА
руководства в области качества**

Только вперед, только в будущее!

Миссия Молодежного центра заключается в создании условий для поддержки молодежных творческих инициатив и включения их в современное городское пространство. Помимо этого, наша задача – показать молодому человеку пути вхождения в современный социум и способы самореализации в постиндустриальном обществе.

Наша основная цель – формирование конкурентоспособного молодого поколения россиян, достижение экономической, социальной и культурной конкурентоспособности российской молодежи.

Ориентиром деятельности является увеличение количества молодых людей, идентифицирующих себя со страной, имеющих сформированное целостное мировоззрение, которое включает гражданское участие, ценности патриотизма, семьи, нравственности, правосознания, здорового образа жизни, экологии и инноваций.

Молодым людям необходимо создать условия и возможности для позитивного развития, предоставив дополнительные возможности для профессиональной и творческой самореализации, обеспечив территориальную, включая образовательную, мобильность, настроив работу «социальных лифтов». Выделяются следующие приоритетные направления деятельности, предусматривающие реализацию соответствующих мер, направленных на выполнение поставленных задач:

1. Повышение качества профессионального образования путем развития неформального и информального (самостоятельного) образования, программ социального образования.
2. Поддержка талантливой молодежи и молодежных стартапов.
3. Организация профессиональной ориентации молодежи 14–16 (17) лет.
4. Трудоустройство молодежи.
5. Пропаганда здорового образа жизни, жизни без наркотиков, алкоголя и курения.
6. Профилактика правонарушений среди молодежи.
7. Формирование духовно-нравственных ценностей и гражданской культуры молодежи.
8. Создание условий для укрепления института семьи, поддержка молодых семей.
9. Развитие молодежного медийного пространства.

Отношение к молодежи всегда являлось актуальным для государства и общества.

Директор

О. Н. Захарова

Политика качества

Библиографические ссылки

1. Завьялов А. А. Что делать в молодежной политике.
2. Стратегия развития молодежи Российской Федерации

3. URL: <http://www.25a.ru>.

© Бикенёва А. И., 2014

УДК 622.24

А. А. Боброва

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

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ В ПРОЦЕССЕ РАЗРАБОТКИ ДОКУМЕНТАЦИИ НА БУРЕНИЕ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

Обосновывается необходимость разработки и применения систем управления качеством в процессе разработки документации на бурение нефтяных и газовых скважин, а так же определяются цели, которых можно достичь при применении данных систем.

Важнейшей проблемой в отраслях отечественного нефтегазового комплекса является повышение качества продукции, работ и услуг. Она вызывает необходимость совершенствования управления процессом разработки проектной документации на строительство нефтяных и газовых скважин, на добычу и транспортировку нефти и газа. Проектная документация (ПД) содержит описание принятых технических и иных решений, пояснения, ссылки на нормативные и технические документы, используемые при подготовке ПД, результаты расчетов, обосновывающие принятые решения, рабочие чертежи и спецификации оборудования и изделий. Также разработке ПД может предшествовать разработка и утверждение специальных технических условий для обеспечения требований по надежности и безопасности [1]. Поэтому качество дальнейших работ нефтегазового комплекса, безопасность бурения и экологическая безопасность, напрямую зависят от обеспечения качества разрабатываемой документации.

Современные требования к проектированию предусматривают снижение стоимости проектных работ и повышение качества ПД при сокращении сроков на ее разработку. Для их реализации необходимо оказание соответствующих воздействий на различные факторы, среди которых важную роль играет целенаправленный текущий контроль результатов труда исполнителей и решений, принимаемых в процессе проектирования.

Теоретически обосновано и практически подтверждено, что наибольший эффект в решении различных проблем дают не отдельные разрозненные мероприя-

тия, а системный подход, система мероприятий. Использование систем управления качеством в процессе разработки ПД позволяет осуществлять: формирование оперативных и стратегических целей в области качества; оптимизацию качества выполняемых работ; мониторинг достижения поставленных целей в заданных временных рамках; постоянный контроль выполняемых работ; проверку документации на соответствие установленным требованиям; управление несоответствующей ПД. Использование систем управления качеством ведет к развитию нефтегазовой отрасли в целом, что обусловлено следующими факторами: управление качеством является мощным стимулом для всестороннего привлечения и активного внедрения инноваций в данную сферу; наличие сертифицированной системы управления качеством повышает конкурентоспособность отечественных компаний на внутреннем рынке [2]; наличие сертифицированной по международным стандартам системы управления качеством создает условия для успешного выхода отечественных сервисных компаний на высокодоходный мировой рынок.

Библиографические ссылки

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. № 87.
2. Ахмадуллин Э. А. Система управления качеством услуг повышает конкурентоспособность сервисных предприятий по ремонту скважин // Науч.-техн. журн. «Новатор», 2006.

© Боброва А. А., 2014

УДК 378.147

Н. К. Брежунова

Научный руководитель – Е. Д. Беспалова
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Представлена важность аттестации и поверки геодезических приборов. Для аттестации таких приборов необходимы устройства специальных эталонных полигонов, а так же учет временных рамок проведения компарирования.

При производстве геодезических работ обязательным условием стабильности работы приборов является систематический контроль геометрических и опти-

ко-механических характеристик, положенных в основу конструкции инструментов и необходимость максимального устранения этих отклонений в процессе

их эксплуатации. Поэтому, вопросам метрологического обеспечения при организации геодезических работ придается очень большое значение.

Одной из важнейших задач в области метрологического обеспечения геодезических измерений является достижение точности определения координат с помощью спутниковых наблюдений. Эти наблюдения зависят как от спутниковой аппаратуры пользователей, так и от метрологической аттестации и поверки аппаратуры. Особенность метрологической аттестации спутниковых приемников состоит в том, что аттестации подлежит как сам прибор (приемник и антенна), так и программное обеспечение, используемое для обработки результатов наблюдений.

Геодезическое производство получило и другие новые и разные по точности и назначению приборы: электронные светодальномеры, электронные тахеометры, цифровые нивелиры и другую технику, которая также требует метрологического контроля.

Поэтому для испытания современной измерительной техники, ее метрологической аттестации и поверки, для исследования и совершенствования новых технологий, рассчитанных на использование такого оборудования, необходим специальный эталонный полигон. В настоящее время научный геодезический полигон (НПП) существует и представляет собой локальную геодезическую сеть с метрологическими объектами.

В состав НПП входят два метрологических объекта: образцовый линейный геодезический базис и фундаментальная геодезическая сеть [1].

Для обеспечения единства линейных измерений в геодезических сетях, передачи единицы длины от эталона рабочим средствам измерений: светодальномерам, электронным тахеометрам, лазерным рулеткам и другим приборам, а также для повышения качества и эффективности измерений на территории НПП создан и функционирует новый экспериментальный образцовый линейный геодезический базис усовершенствованной конструкции [1].

Не менее важной задачей геодезической метрологии является: прогнозирование землетрясений и составление карт как вертикальных, так и горизонтальных деформаций.

По результатам измерений на ГДП в линейно-угловых и нивелирных сетях в АГП были выполнены интересные научные исследования, в результате которых были сделаны оправдавшиеся прогнозы по меньшей мере двух сильных землетрясений, происшедших на территориях ГДП.

Место и сила будущих землетрясений предсказывались по параметрам накапливающихся на разломах деформаций. По изменениям между циклами измеренных элементов сетей ГДП вычислялись величины подвижек бортов разломов, азимуты плоскости подвижки, а также дилатация (сжатия и растяжения). Таким образом, наблюдения геодезическими методами на геодинамических полигонах БРЗ (Байкальская рифтовая зона) даже при небольшом количестве и ограниченных объемах измерений традиционными методами показали возможности получения долго-

срочного предвестника места и силы готовящегося землетрясения именно в рифтовой зоне, что до сих пор не удается сейсмологам. Измерения в разных местах рифтовой зоны показали, что это «единый организм» с живым проявлением сейсмичности и подготовка сильного землетрясения затрагивает всю систему [3; 4]. Четкий признак такой подготовки может быть определен при организации наблюдений на парах пунктов. Максимальное значение этого признака укажет место будущего землетрясения, широта ареала проявления – силу.

Значительный интерес представляют изучение источников погрешностей ЛИП АБГ с целью их совершенствования и исследований возможностей их калибровки и оптимальной организации сличений [2].

Увеличивающаяся потребность в точных и достоверных абсолютных измерениях УСП для решения задач геофизики, геодезии, навигации и метрологии определяет растущий спрос на транспортабельные и полевые АБГ, а так же на АБГ высшей точности, применяемые в метрологических лабораториях и организациях, ответственных за первичные эталоны в области гравиметрии.

В настоящее время важно и социально значимо для всех отраслей национальной экономики России, для всех звеньев Государственной системы обеспечения единства измерений, решение задачи подготовки высокообразованных специалистов метрологов, владеющих мастерством точного измерения и умением организовать обеспечение единства и достоверности больших информационных массивов на основе результатов измерений.

Важность международной деятельности в области метрологии не вызывает никаких сомнений. Для взаимного признания результатов измерений и испытаний необходимо глобальное обеспечение единства измерений, иначе возникают технические барьеры в торговле, что противоречит принципам ВТО. Участие России в МОЗМ, МОМВ, ИСО, МЭК, КООМЕТ и ряде других международных и региональных организаций позволяет использовать мировой опыт, учитывать появляющиеся тенденции в современной метрологии, а также влиять на общие принимаемые решения.

Библиографические ссылки

1. Рахимов В. Р., Мурзайкин И. Я. Геодезические методы определения деформаций сооружений и их оснований в условиях тектонической активности региона. Ташкент : Изд-во ТашГТУ, 2008. 258 с.
2. Merlet S. e. a. Micro-gravity investigations for the LNE watt balance project II Metrologia. 2008. Vol. 45. № 3. P. 265–274.
3. Серебрякова Л. И., Пикалов О. О. Некоторые сведения о геодинатике для геодезистов // Геодезия и картография. 2011. № 8. С. 49–55.
4. Серебрякова Л. И., Пикалов О. О. Некоторые сведения о геодинатике для геодезистов // Геодезия и картография. 2011. № 9. С. 42–48.

© Брехунова Н. К., 2014

УДК 625.1

Е. В. Виноградов
Научный руководитель – Т. Е. Кривина
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОРГАНИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ЖЦП И ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМОЙ МЕНЕДЖМЕНТА

Изложены преимущества управления жизненным циклом продукции с помощью комплексного подхода к данным по изделию.

Качество – понятие многоплановое, обеспечение его требует объединения творческого потенциала и практического опыта многих специалистов. Проблема повышения качества может быть решена только при совместных усилиях государства, федеральных органов управления, руководителей и членов трудовых коллективов предприятий. Важную роль в решении этой проблемы играют потребители, диктующие свои требования и запросы производителям товаров и услуг.

Качество продукции – совокупность свойств товара, обуславливающих его пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с назначением. Оно фиксируется на конкретный период времени и изменяется при появлении более прогрессивной технологии.

Качество продукции в условиях современного производства – важнейшая составляющая эффективности, рентабельности предприятия, поэтому ему необходимо уделять постоянное внимание. Заниматься качеством должны все участники производственного процесса – от директора предприятия – до конкретного исполнителя любой операции.

Улучшение качества продукции – важнейшее направление интенсивного развития экономики, источник экономического роста, эффективности общественного производства. В этих условиях возрастает значение комплексного управления качеством продукции и эффективностью производства.

Системы управления качеством, действующие на различных предприятиях, индивидуальны. Тем не менее, мировая наука и практика сформировали общие признаки этих систем, а также методы и принципы, которые могут применяться в каждой из них [1].

Из всего выше перечисленного, как и во многих других сферах производства вырисовывается проблема, а именно проблема и необходимость оценки качества в условиях рыночных отношений:

проблема повышения качества – одна из главных задач развития экономики нашей страны. В последние годы во всех передовых в техническом отношении странах отмечается растущий интерес к повышению качества продукции. Основными проблемами, стоящими перед отечественными производителями в направлении совершенствования управления качеством продукции, являются: включение в систему управления качеством продукции механизма маркетинговой деятельности; ориентация систем управления качеством, как и всей производственной деятельности, на потребителя; усиление механизма воздействия систем управления качеством на все этапы жизненного цикла

продукции. Современные проблемы ограниченности их внедрения носят уже не методологический, а чисто практический характер, причинами которых являются отсутствие квалифицированных кадров, ограниченность организационно-технической и материальной базы предприятия, недостаточный опыт массового использования статистических методов, отставание в автоматизации технологических и управленческих процессов.

Управление жизненным циклом продукта. Управление жизненным циклом продукта является составной частью всех бизнес-процессов предприятия – от разработки и производства до продажи и сервисной поддержки. Это универсальное решение для компаний различных отраслей, так как позволяет управлять жизненным циклом изделий любой сложности – от продуктов питания до космической техники и государственных программ.

Управление качеством происходит на государственном, региональном и отраслевом уровнях, а также на уровне фирмы (предприятия).

Под управлением качеством продукции понимаются действия, осуществляемые при создании, эксплуатации или потреблении продукции в целях установления, обеспечения и поддержания необходимого уровня ее качества.

Непосредственными объектами управления в данном случае являются потребительские характеристики продукции, факторы и условия, влияющие на их уровень, а также процессы формирования качества продукции на разных стадиях ее жизненного цикла. Субъектами управления являются различные органы управления и отдельные лица, функционирующие на различных иерархических уровнях и реализующие функции управления качеством в соответствии с общепринятыми принципами и методами управления.

В решении заложена вся необходимая функциональность по управлению данными об изделии, управлению качеством и проектами. Решение также предоставляет инструменты для организации совместной работы между партнерами или удаленными друг от друга подразделениями компании.

Возможности и функции. Возможность комплексного управления данными по изделию позволяет накапливать исторические данные, заносимые в систему на всех этапах жизненного цикла. Это обеспечивает точность и непротиворечивость информации, которую в любой момент времени можно анализировать и на основе точной информации разрабатывать более совершенные типы изделия. Интеграция решения с

конструкторскими системами позволяет в электронном виде передавать в другие отделы и архивировать всю связанную документацию. Удобные инструменты позволяют быстро находить требуемую информацию и легко актуализировать ее в режиме реального времени [2].

В качестве изделий могут выступать программы и проекты, которыми позволяет управлять система. Система поддерживает процессы управления сроками проектов, затратами и ресурсами, а также позволяет составлять календарные планы-графики и контролировать их исполнение.

Единое решение по управлению качеством поддерживает все принятые международные стандарты ISO. Система позволяет поддерживать соответствие стандартам качества на всех уровнях: качество поставщиков, качество бизнес-процессов, качество работы, качество продукции. Управление качеством – процесс, который необходимо поддерживать с самого первого этапа производства – планирования и разработки товара или услуги. Для того, чтобы исключить воздействие различных факторов на уровень качества

компании предпринимают комплекс мер постоянного воздействия на все процессы создания продукции. Решение поддерживает процесс управления отклонениями, что позволяет оперативно реагировать на ошибки и повышать качество продукции. Наличие сертифицированной системы управления качеством – гарантия устойчивого высокого качества продукции [3].

Библиографические ссылки

1. Коротков Э. М. Исследование систем управления. М. : ДеКА, 2000. 234с.
2. Процесс и содержание управления качеством продукции [Электронный ресурс]. URL: http://www.redov.ru/tehnicheskie_nauki/upravlenie_kachestvom/p4.php (дата обращения: 20.03.2014).
3. Механизм управления качеством [Электронный ресурс]. URL: http://www.redov.ru/tehnicheskie_nauki/upravlenie_kachestvom/p4.php (дата обращения: 20.03.2014).

© Виноградов Е. В., 2014

УДК 658.562

Р. Э. Гадисов

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

АНАЛИЗ И УЛУЧШЕНИЕ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ НЕСООТВЕТСТВУЮЩЕЙ ПРОДУКЦИЕЙ

Отмечены основные этапы управления несоответствующей продукцией, дано описание каждого из них. Указаны процессы, вследствие которых обнаруживаются несоответствия, и ответственные за них сотрудники. Рассмотрены действия, направленные на устранение причин выявленных несоответствий. Предложены пути улучшения процесса.

Управление несоответствующей продукцией является одной из обязательных документированных процедур СМК [1]. Цель данного процесса заключается в обнаружении продукции, не соответствующей требованиям нормативной документации, и последующими решениями относительно нее.

В отношении несоответствующей продукции могут приниматься следующие меры:

- переделка продукции, либо устранении несоответствия;
- «ослабление» требований к продукции, без изменения назначения по применению;
- изменение назначения к применению [2].

При передаче продукции потребителю, данные меры становятся неприменимыми, соответственно, при разработке СМК на предприятии следует установить процедуры, которые обеспечат обнаружение несоответствий до передачи продукции заказчику. Управление выявленной в процессах измерений и контроля несоответствующей продукцией осуществляется на всех этапах ее переработки, начиная от поступления материалов и комплектующих изделий на склады, входного контроля, производства, контроля,

испытаний и передаче готовой продукции потребителю. Управление несоответствующей продукцией в соответствии с установленными процедурами и требованиями исключает возможность её несанкционированного использования или передачу в сферу обращения.

Несоответствующая продукция выявляется в результате следующих процессов:

- Проверки продукции.
- Внутренних и внешних аудитов СМК.
- Анализа действующей и разрабатываемой документации СМК.
- Анализа удовлетворенности потребителей.
- Анализа данных СМК со стороны руководства.

Руководители структурных подразделений несут ответственность за обнаружение, предотвращение несоответствий и выполнение принятых решений, относительно устранения несоответствий. Так же ответственность за обнаружение несоответствий несет отдел ОТК, в обязанности данного отдела также входит проведение анализа несоответствий и проверка устранения несоответствий. Если несоответствующая продукция была обнаружена при проведении внут-

ренного аудита, то аудитор несет ответственность за документальное оформление несоответствий, и за контроль над их устранением.

Управление несоответствующей продукцией включает процедуры выявления, изоляции, идентификации, принятия решения о возможности использования с отклонениями или утилизации (списания и отправки в отходы), а также регистрацию и документирование выполненных работ. После обнаружения несоответствующей продукции, необходимо предотвратить непреднамеренное использование, путем физической изоляции в специально отведенном месте. При помещении продукции в изолятор, для последующего принятия решения относительно нее, следует устанавливать в нормативных документах условия и сроки хранения данной продукции, иначе это может привести к появлению дополнительных несоответствий, которые могут не отвечать требованиям принятого решения. Для этого может быть использован принцип, известный в литературе по менеджменту качества, как «Принцип FIFO» («First input – first output» или «Первым пришёл – первым вышел») [3]. Согласно этому принципу, в процедуре «Управление несоответствующей продукцией» следует предусмотреть мероприятия, обеспечивающие уверенность в том, что продукция, которая поступила в изолятор первой, первой будет использована. На предприятии должны быть установлены правила идентификации несоответствующей продукции, например бирка «Брак», что так же предотвратит непреднамеренное использование.

Для устранения причин выявленного несоответствия вводятся корректирующие действия. Корректирующие действия начинаются с анализа несоответствий и причин их возникновения, анализ проводится на основании выявленных несоответствии руководителями подразделений. При положительных результатах корректирующих действий руководитель подразделения, при необходимости, вводит изменения в документированные процедуры. При неэффективности корректирующих действий и повторении несоответствий принимается решение о внесении дополнений в план корректирующих действий и его повторном исполнении [4].

Несоответствующая продукция влечет за собой неоправданные материальные убытки на предприятии, таким образом, необходимо определить какая из трех мер может быть принята относительно данного несоответствия, дабы уменьшить расходы на данный процесс. Ответственность за принятие решений относительно несоответствий должна быть установлена в документированном виде. В ходе процесса должны вестись записи, в которых было бы зафиксировано: характер несоответствий, что было сделано с продукцией, кто и какие (если были) давал разрешения на отклонения (разрешение выпуска продукции, которая не соответствует установленным требованиям).

Так же в данных записях возможно обозначение материальных затрат в денежном эквиваленте, которые предприятие понесло в результате изготовления несоответствующей продукции. Немаловажным фактором при производстве несоответствующей продукции является ущерб репутации предприятия-изготовителя, особенно, если продукт уже попал в руки потребителей – он так же может быть выражен в денежном эквиваленте и обозначен в записях. Данные записи могут использоваться, в том числе, и для анализа эффективности процесса управления несоответствующей продукцией на предприятии, путем сопоставления данных за разные периоды.

Библиографические ссылки

1. ГОСТ Р ИСО 9001–2008 «Системы менеджмента качества. Требования». М. : Изд-во стандартов, 2008. 28 с.
2. Мазур И. И., Шапиро В. Д. Управление качеством : учеб. пособие. 5-е изд., стер. М. : Омега-Л, 2008. 399 с.
3. Управление качеством продукции. Инструменты и методы менеджмента качества : учеб. пособие / С. В. Пономарев, С. В. Мищенко, В. Я. Белобрагин [и др]. М. : Стандарты и качество, 2005. 607 с.
4. Джордж Л. М. Бережливое производство + шесть сигм: Комбинируя качество шести сигм со скоростью бережливого производства / пер. с англ. 2-е изд. М. : Альпина Бизнес Букс, 2006. 360 с.

© Гадисов Р. Э., 2014

УДК 658.5.011

М. А. Глинин

Научный руководитель – *Ю. Г. Малахова*

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

ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ЗАПИСЯМИ

Рассматриваются основные понятия в области оценки результативности процесса управления записями, а также приводится методика, с помощью которой можно оценить результативность процессов систем менеджмента качества.

В настоящее время для повышения качества продукции и услуг и повышения конкурентоспособности, что, несомненно, является необходимым условием успешной

деятельности предприятий в условиях современного рынка, предприятия вводят в действие систему менеджмента качества, которая помогает держать качество то-

варов и услуг на высоком уровне, тем самым способствует повышению конкурентоспособности предприятия. Согласно требованиям к системе менеджмента качества, предприятие с установленной периодичностью должно проводить оценку результативности и эффективности системы менеджмента качества. Оценка результативности процесса управления записями является неотъемлемой частью оценки результативности системы менеджмента качества в целом.

Ознакомимся с основными понятиями: согласно стандарту ГОСТ ISO 9000–2011, термин «результативность» определяется как степень реализации запланированной деятельности и достижения запланированных результатов, термин «запись» определяется как документ, содержащий достигнутые результаты или свидетельства осуществленной деятельности. Записи могут использоваться для документирования прослеживаемости, свидетельства проведения верификации, предупреждающих действий и корректирующих действий [1]. Примером записей являются различные отчёты о проделанной работе (протоколы проверки, журналы учета брака), записи по качеству (протоколы проверки результативности системы менеджмента качества), акты приемки-сдачи работ, сертификаты, аттестаты, данные кадрового учета, технические задания, результаты экспертиз проектов и многое другое. Они служат основой для последующего проведения анализа, позволяющего выявить тенденции изменения показателей качества, оценивать причины различных несоответствий, назначать корректирующие действия, определять их эффективность.

Управление записями – это процедура, которая обеспечивает сбор и сохранение управленческой информации в системе качества. За счет этой процедуры становится возможным анализ различных данных о работе организации. Процессами управления записями являются: регистрация данных о качестве, обработка данных о качестве, анализ данных о качестве, хранение данных о качестве в течение установленного срока, изъятие и уничтожение данных о качестве по истечении срока хранения [2].

Стандарт ГОСТ ISO 9001–2011 содержит следующие требования, предъявляемые к процессу управле-

ния записями. Записи, установленные для представления свидетельств соответствия требованиям и результативного функционирования системы менеджмента качества, должны находиться под управлением. Организация должна установить документированную процедуру для определения средств управления, необходимых для идентификации, хранения, защиты, восстановления, сохранения и изъятия записей. Записи должны оставаться четкими, легко идентифицируемыми и восстанавливаемыми [3].

Методы оценки результативности систем менеджмента качества предприятий разрабатываются для каждого предприятия отдельно, принимая во внимание все специфические аспекты деятельности каждой организации в области управления качеством. Но, учитывая специфику темы данной статьи, нас интересует методика, в которой сначала оценивается результативность процессов систем менеджмента качества с учётом их важности для предприятия, и после, на основании полученных данных, оценивается результативность самой системы менеджмента качества.

Для оценки результативности процесса необходимо сначала определить критерии оценки и их фактические значения. Также, необходимо установить цели, которые необходимо достигнуть для данного процесса за отведённый срок. Каждой цели присваивается коэффициент весомости (в зависимости от важности цели). Для каждой цели разрабатываются и устанавливаются количественные показатели её достижения, которые переводятся в проценты. Для каждой цели определяется значение планового и фактического показателя. На основе отношения этих показателей определяется результативность цели в процентах. Эта же операция повторяется с другими целями. Когда результативность целей высчитана, мы можем с учётом коэффициентов весомости высчитать общую результативность процесса. В результате всех вышеописанных математических операций, мы получаем число (в процентах), которое сравниваем со значениями в заранее составленной таблице, описывающей связь между количественным показателем результативности процесса и действиями, которые необходимо предпринять для увеличения результативности процесса.

Таблица 1

Оценка результативности процесса

Цели	Коэффициент весомости	Плановый показатель, %	Фактический показатель, %	Результативность цели, %	Результативность процесса, %
Цель 1	0,3	100	100	100	95
Цель 2	0,2	70	70	100	
Цель 3	0,4	90	90	100	
Цель 4	0,1	60	30	50	

Таблица 2

Результативность процессов

Интервал значений результативности, %	Результативность процесса	Заключение по результатам оценки
100 и выше	Высокая	Процесс результативен
80–100	Хорошая	Процесс вполне достаточен
60–80	Удовлетворительная	Процесс функционирует частично
40–60	Низкая	Результативность процесса неприемлема
Ниже 40	Неудовлетворительная	Процесс нерезультативен

С помощью полученных результатов можно эффективно оценить результативность процесса управления записями и при необходимости разработать и предпринять корректирующие действия для улучшения показателей результативности процесса.

Библиографические ссылки

1. ГОСТ ISO 9000–2011 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь».

2. Качалов В. А. О проблемах управления документами на основе требований международных стандартов на системы менеджмента // Методы менеджмента качества. 2012. № 1, 2.

3. ГОСТ ISO 9001–2011 «Системы менеджмента качества. Требования».

© Глинин М. А., 2014

УДК 658.5

А. С. Горшкова

Научный руководитель – *Н. В. Захарова*

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

УПРАВЛЕНИЕ ЗАПИСЯМИ В ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА

Обосновывается необходимость разработки процедуры управления записями в интегрированных системах менеджмента. Также рассматриваются основные принципы управления записями в интегрированных системах менеджмента.

Во всем мире активно сертифицируются системы менеджмента качества на соответствие требований стандарта ГОСТ ISO 9001:2011. Также активно происходит сертификации система экологического менеджмента на требования ИСО 14001:2004 и OHSAS 18001. Но интегрированных систем на предприятиях в мире немного, в России же их еще меньше. Эта ситуация вызвана новизной интегрированных систем. Задача интеграции различных систем менеджмента была поставлена перед промышленностью совсем недавно, и стандарта на интегрированную систему менеджмента пока не существует. Построение любой системы – это сложная задача, а построение интегрированной системы в отсутствие стандарта на нее – становится вдвойне сложной задачей.

Из-за отсутствия стандарта на интегрированные системы менеджмента предприятия вынуждены разрабатывать стандарты организации (СТО) и прописывать в них все требования. Большое внимание необходимо уделять сбору и обработке данных, а именно это обеспечивается записями. Без систематического сбора данных невозможно говорить об управлении предприятием [1].

Согласно ГОСТ ISO 9000:2011 запись – это документ, содержащий достигнутые результаты или свидетельства осуществленной деятельности [2].

Любое планирование, с которого начинается управление, в свою очередь, начинается со сбора данных и с их обработки. Важность сбора и обработки данных можно проиллюстрировать тем, что Деминг и многие другие специалисты в области управления качеством, подошли к вопросам управления через статистику. Деминг был статистиком, а стал гуром в области управления. Не сумев верно проанализировать результаты своей деятельности, мы не сумеем верно спланировать ее развитие.

Сбор данных, ведение записей относятся ко всем этапам каждого цикла Деминга, периодически (цик-

лично) повторяемого на каждом предприятии. На предприятии записи образуются всегда: и на этапе установления целей, во время планирования, при реализации планов, при анализе системы, при проведении корректирующих действий, – чтобы потом опять образоваться при установлении целей и так далее. Записи являются важнейшим элементом любой системы.

Примерами записей являются – протоколы, приказы, распоряжения, отчеты о проделанной работе, служебные записки, заявления, производственные журналы с фактическими режимами, регистрационные журналы, то есть все, что несет на себе отпечаток какой-либо деятельности, все, что свидетельствует о проведении какой-либо работы.

Управление записями включает в себя:

- 1) установку политики и стандартов;
- 2) распределение обязанностей и полномочий;
- 3) разработку и внедрение процедур и руководящих принципов;
- 4) предоставление широкого спектра функций, связанных с управлением записями и их использованием;
- 5) разработку, внедрение и управление специализированными системами для управления записями;
- 6) интеграцию управления записями в бизнес-системы и процессы.

В части интеграции документации возможно объединение однотипных документов различных систем менеджмента. Но даже в том случае, когда однотипные документы будут разделены по разным системам, в них будут общие моменты и общие процедуры. В этом случае также можно говорить об однотипности этих документов. Планирование и анализ интегрированных систем менеджмента могут быть реализованы в общих документах. Аудит всех систем менеджмента и корректирующие меры могут проводиться на основании единых документов или даже

одного общего документа. Анализ собранных данных во всех интегрированных системах менеджмента может быть описан в едином документе [3].

Практика управления записями может включать:

1. Планирование потребности в информационном обеспечении организации.

2. Определение необходимой для сбора информации.

3. Создание, утверждение и соблюдение политик и практик в отношении материалов, включая их хранение и уничтожение.

4. Разработку плана хранения записей, включающего краткосрочное и долгосрочное размещение физической записи и цифровой информации.

5. Идентификацию, классификацию и хранение записей.

6. Распределение доступа к записям внутри и вне организации, требований конфиденциальности, конфиденциальности данных и общего доступа.

7. Осуществление отбора записей, не требуемых в эксплуатационных целях, для их последующего уничтожения. В соответствии с организационной политикой, нормативными актами и другими требованиями организации это может быть либо их физическое уничтожение, либо размещение на постоянное хранение в архив.

Требования стандартов, предъявляемые к записям просты и понятны даже на бытовом уровне: управляемые записи не должны теряться, они должны бы-

стро и легко быть найдены по потребности, должен быть понятен срок и ответственный за хранение записей.

Записи в разных системах могут ничем не отличаться, быть одними и теми же в разных системах. В одном и том же регистрационном журнале могут одновременно вестись записи, как по системе менеджмента качества, так и по вопросам экологического менеджмента. В интегрированной системе управление записями может и должно осуществляться единым образом. Для предприятий возможна единая процедура по управлению записями всех систем. Необходимо это для того, чтобы избежать существующих проблем со сбором, обработкой и управлением наиболее важными записями [4].

Библиографические ссылки

1. ГОСТ Р ИСО 15489-1–2007 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Управление документами. Основные положения».

2. ГОСТ ISO 9000–2011 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь».

3. Методические рекомендации «Интегрированные системы менеджмента на малых предприятиях».

4. URL: http://stor-m.ru/page.jsp?pk=node_1268397102960.

© Горшкова А. С., 2014

УДК 658.562

М. А. Грачёва

Научный руководитель – Н. В. Захарова

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

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ СТАНОВЛЕНИЯ САМООБУЧАЮЩИХСЯ ОРГАНИЗАЦИЙ

Показана важность и необходимость рассмотрения проблем становления самообучающихся организаций, т.к. в современном мире способность к самообучению - это необходимое и достаточное внутреннее условие для успешной модернизации. А также рассмотрен анализ факторов, тенденций развития и перспективы становления самообучающихся организаций в современном обществе.

Всемирная глобализация и рыночные реформы в сочетании с распадом одного и становлением другого государства самым радикальным образом затронули хозяйственно-экономическую жизнь различных регионов нашей страны. Одним из главных следствий процесса глобализации становится необходимость научиться жить в новом мире и работать в изменившихся условиях.

Самообучение как способность организации сохранить свой потенциал, обрести новое качество, найти и занять новую нишу в изменившейся ситуации – требование времени. Отличие условий становления организационного самообучения имеет как положительные, так и отрицательные стороны. К числу положительных факторов можно отнести отсутствие сильного инерционного воздействия прежних форм, ибо они находятся в стадии разрушения или транс-

формации. Отрицательным моментом является отсутствие необходимых ресурсов для созидания, для формирования чего-то нового [1].

На мой взгляд, организационное самообучение может стать распространенной и эффективной практикой лишь при условии его встраиваемости в систему образования.

Для того чтобы адаптироваться к изменениям окружающей среды, организация должна постоянно учиться и трансформироваться и уметь грамотно и четко управлять полученными знаниями: ставить новые цели, перестраивать структуру, процесс работы, менять сферу деятельности, даже если существующее положение дел кажется оптимальным. Именно поэтому данная тема достаточно актуальна на сегодняшний день.

Ключевое значение имели исследования по основам самообучающихся организаций, проведенные

П. Сенге, А. Клейнер, Ш. Роберте, Р. Росс, Д. Рот, Б. Смит. Эти теоретики впервые обратили внимание научного сообщества на сам феномен самообучающихся организаций. Они разрабатывают данную тематику средствами теории управления. Создавая условия для обучения и развития сотрудников, организация постоянно самосовершенствуется. В самообучающихся организациях требуется переосмысление проблемы лидерства и организационной культуры [1].

Есть основания выделить три главных фактора, влияющих на определения и формулировки самообучающейся организации. Один из них – это взгляд на организации как на открытые системы, а также факторы, связанные с социотехническим анализом. Вторым ключевым фактором стала теория, касающаяся «двойной петли», разработанная Бейтсоном. Третьим фактором является комплекс идей, предполагающих связи между управлением людскими ресурсами, стратегическим управлением и успехом организации. Предполагается, что развитие и использование основных умений через индивидуальное и организационное обучение являются ключевыми факторами в достижении конкурентного преимущества [2].

Обучение персонала для большинства организаций в настоящее время приобретает особое значение. Это связано с тем, что работа в условиях рынка предъявляет высокие требования к уровню квалификации персонала, знаниям и навыкам работников: знания, навыки установки, которые помогали персоналу успешно работать еще вчера, сегодня теряют свою действенность. Достижение долгосрочных и краткосрочных целей, необходимость повышения конкурентоспособности и проведение организационных изменений требуют опоры на хорошо спланированную и четко организованную работу по обучению персонала.

Одной из важнейших задач процесса управления знаниями является формирование либо повышение уровня интеллектуального потенциала предприятия.

Интеллектуальный потенциал – это способность объекта ставить новую задачу и находить ее решение. Эффективность управления и, соответственно, конкурентная способность предприятия непосредственно зависят от интеллекта и уровня знаний сотрудников.

Итак, *знания персонала* – интеллектуальный базис любого предприятия. Важность этого вывода заключается в том, что система управления предприятием на основе использования технологий знаний не может существовать и развиваться без специально организо-

ванной структуры профессионального обучения сотрудников [3].

Существуют четыре основных признака обучающейся организации. Первый из них – обязательное наличие в организации сотрудников, которые могут и способны управлять своим собственным развитием. Второй признак – существование приемов и методов, которые побуждают и подкрепляют взаимное обучение. Это относится к стимулированию и созданию условий для обучения групп и команд, кроме этого, необходимы методы и приемы, которые способствуют более широкому распространению обучения в организации. Это и есть третий признак. Ни один из этих признаков не будет ни возможным, ни достаточным без соответствующей организационной культуры. Поэтому последний признак – соответствующая организационная культура – является, может быть, самым важным [4].

Очень большое значение в «самообучающейся организации» имеет развитие менеджеров высшего звена на директорском уровне. Ученые утверждают, что в современных организациях именно команды, а не индивиды, являются основной обучающейся единицей.

Совершенствование внутри каждой организации способно привести к изменению всего общества и, если не окончательному решению, то значительному продвижению на пути преодоления многих социальных проблем.

Обобщая основные вопросы, рассмотренные в работе, необходимо отметить, что они затрагивают почти все сферы социального бытия и могут иметь применения в различных организациях.

Библиографические ссылки

1. Альфатренинг [Электронный ресурс] // Центр бизнес-технологий : сайт. URL: <http://www.alfatraining.ru/> (дата обращения: 20.03.2014).
2. Сообщество кадровиков и специалистов по управлению персоналом [Электронный ресурс] // Управление персоналом : сайт. URL: <http://http://www.hrliga.com/> (дата обращения: 20.03.2014).
3. Самообучающаяся организация (COO) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bitobe.ru/> (дата обращения: 20.03.2014).
4. Информационно-справочный портал [Электронный ресурс]. URL: <http://www.morepc.ru/dict/term13495.php> (дата обращения: 20.03.2014).

© Грачёва М. А., 2014

УДК 629.78.002

А. А. Дудкина

Научный руководитель – С. С. Ивасев
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ АЛЮМИНИЕВЫХ РАДИАТОРОВ

Описан способ повышения энергетической эффективности алюминиевых радиаторов путем нанесения покрытий методом микродугового оксидирования.

Разработка новых экологически чистых технологий нанесения высокоэффективных и надежных покрытий для защиты, упрочнения и повышения качественных характеристик металлических изделий, является одной из актуальных задач современной науки и техники. К ним же относятся вопросы энергосбережения и разработки новых технологий, направленных на увеличение потенциала отопительных приборов и снижение затрат на потребляемую энергию.

В настоящее время для обогрева жилых и общественных помещений широко применяются алюминиевые радиаторы конвекционного и инфракрасного действия, покрываемые термостойкими красками. У таких приборов теплоотдача достигает 880 Вт/м^2 . Существует ряд методов повышения теплоотдачи прибора посредством повышения коэффициента излучения. Достичь этого можно путем нанесения на алюминий, из которого изготовлен отопительный прибор, оксидного покрытия методом микродугового оксидирования (МДО) [1].

Микродуговое оксидирование – сравнительно новый вид поверхностной обработки и упрочнения главным образом металлических материалов, который позволяет получать покрытия с уникальным комплексом свойств, в том числе износостойкие, коррозионностойкие, термостойкие и другие покрытия [2].

Были проведены эксперименты на модельном образце электрообогревателя «Теплофон iТ 1,0», изготовленном из алюминия и покрытым эпоксидной краской. С помощью адаптированной формулы Стефана–Больцмана $E = \epsilon \cdot \sigma \cdot (T_T^4 - T_B^4) \cdot S$ был произведен

расчет, а также сравнительный анализ теплоотдачи образцов, покрытого эпоксидной краской и с МДО покрытием [3]. Результаты расчетов: теплоотдача обогревателя «Теплофон iТ 1,0» составила 870 Вт/м^2 , а обогревателя с МДО покрытием 3480 Вт/м^2 , то есть теплоотдача 2-го образца в 4 раза превышает первый. Предварительные результаты измерения излучательной способности с помощью тепловизора FLIR i5 подтвердили данные расчеты.

Таким образом, при тех же характеристиках прибора с МДО покрытием может нагреть то же помещение за меньшее количество времени. Это снизит объем потребляемой энергии, затраченной на его работу, а значит, уменьшит материальные издержки организаций на отопление. Кроме того, оксидные пленки более износостойки, чем лакокрасочные, и выполняют функцию декоративного покрытия.

Библиографические ссылки

1. Патент РФ № 2457404 «Секционный радиатор отопления» / А. Е. Михеев, А. В. Гирн, С. С. Ивасев, Е. В. Вахтеев, А. А. Михеев. 12.07.2010.
2. Микродуговое оксидирование (обзор). Россия / И. В. Суминов, А. В. Эпельфельд, В. Б. Людин, А. М. Борисов. М. : Крит ; МАТИ им. К. Э. Циолковского, 2008. С. 4–30.
3. Киров С. А., Салецкий А. М., Харабадзе Д. Э. Изучение явлений переноса в воздухе : лабораторный практикум. М. : Изд-во МГУ, 2013. 16 с.

© Дудкина А. А., 2014

УДК 621.372.78

Р. А. Зобнин

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

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗЕРКАЛ ЛУЧЕВОДА

Дано описание технологического процесса изготовления зеркала лучевода с размеростатичными параметрами на основе изготовления многослойной матрицы-оригинала методом центробежного литья эпоксидной смолы, нанесение на ее поверхность разделительного слоя каучука, осаждение электролитическим способом металлических покрытий с последующим прикреплением каркаса из высокомодульного углепластика. Показан метод испытания зеркала на термостойкость при облучении электронным пучком.

Для создания волноводно-лучеводных линий, работающих в миллиметровом диапазоне волн, необходима разработка технологии изготовления элемент-

ной базы, например, зеркал лучеводов с размеростатичными параметрами – ТКЛР $(1...2)10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$.

На основе метода гальванопластики [1] мною была

разработана технология изготовления зеркала лучевода миллиметрового диапазона. Принципиальная схема технологического процесса включала несколько операций.

Изготовление зеркала лучевода выполнялось с использованием матрицы-оригинала. Для создания матрицы-оригинала применялся метод центробежного литья [2], который заключается в следующем; в чашу вращающуюся при помощи электропривода, с заданными размерами (\varnothing 200 мм), заливалась эпоксидная смола при температуре 20 °С. Вращение чаши способствовало равномерному распределению эпоксидной смолы по поверхности чаши. На полученную поверхность, наносили разделительный слой в виде кремнийорганического каучука, который, исправлял дефекты первого слоя, уточнял форму параболоида, а так же давал зеркальногнутую поверхность. Отверждение такого состава при комнатной температуре проходит за 1–2 суток, а при 120...154 °С это возможно за 30 мин. Далее на подготовленный подслей заливали первый тонкий слой эпоксидного компаунда при температуре воздуха от +15 °С до +25 °С, температура основания изменялась от +15 °С до +25 °С, влажность основания до 4 %, относительная влажность воздуха была 85 %. Выпадение росы не допускалось. Время отверждения при 20 °С составляло 6 ч, затем наносили более толстый слой смолы с наполнителем для уменьшения усадочных явлений.

На полученную матрицу, предварительно промытую и обезжиренную, наносили тонкие слои металлической пленки методом гальванопластики:

– первый слой золота толщиной 3–5 мкм, наносился при следующих условиях :

а) в качестве электролита использовался цианистый калий – 20–22 г, вода – 1000 г;

б) золото – в виде дицианоаурата калия $K[Au(CN)_2]$;

в) температура электролита 65...70 °С;

г) плотность тока 0,13...0,2 А/дм²;

– второй слой меди наносился толщиной 2...3 мкм при условиях:

а) электролит – концентрированная серная кислота: 30–50 г, вода – 1000 г;

б) медный купорос 200 г.

в) рабочая температура электролита 18...25 °С;

г) плотность тока 1...2 А/дм²;

– третий слой никеля толщиной 3...4 мкм наносился с использованием электролита:

а) электролит – раствор: серноокислый натрий 50 г, серноокислый магний 30 г, хлористый натрий (чистая поваренная соль) 5 г, борная кислота 20 г, вода 1000 г.

в) серноокислый никель 140 г;

б) плотность тока 0,15 А/дм².

После нанесения тонких пленок на поверхность полученной конструкции крепился каркас из высоко модульного углепластика типа LTM 123/M55J. Режи-

мы процесса: температура $t = 100...120$ °С; давление 15 МПа.

На последнем этапе выполнялось отделение полученного зеркала от подложки, изготовленной из эпоксидной смолы и кремнийорганического каучука. Отделение осуществлялось способом термоудара, за счет релаксации напряжений в системе подложка-зеркало (при $t = -70$ °С).

Затем проводилось испытание полученного зеркала на термостойкость. Для этого испытываемое зеркало размещалось в вакуумной камере. На него электронной пушкой направлялся ускоренный пучок электронов. Тепло, выделяющееся в результате торможения электронов в приповерхностном слое отражателя, отводилось хладагентом, прокачиваемым по системе охлаждения зеркала. Для этой цели использовался замкнутый контур охлаждения зеркала. Деформации поверхности зеркала измерялись с применением интерферометрической системы путем измерения деформаций отражающей поверхности. При этом интерферометрическая картина фотографировалась на фотопленку, а также записывалась на видеомагнитофон и регистрировалась на телеэкране монитора. Температура отражающей поверхности зеркала определялась с помощью термовизионной системы измерения температуры поверхности. Термограммы поверхности зеркала записывались на видеомагнитофон и экран запоминающего осциллографа, с которого производилось фотографирование. С целью непосредственного измерения температуры в отдельных точках зеркала использовались термодатчики, сигналы от которых подавались на цифровые милливольтметры. Для обработки получаемой информации использовалась цифровая вычислительная машина обработки информации и управления экспериментом со специальным процессором и телемонитором. Параметры электронного пучка, его положение на отражающей поверхности зеркала определялись с помощью системы датчиков для измерения параметров электронного пучка с вторичными приборами, а нагреваемая зона на зеркале ограничивалась с помощью экрана, охлаждаемого водой. [3]

Разработанный технологический процесс позволяет изготавливать зеркала лучеводов с малыми массово габаритными характеристиками и размерной стабильностью.

Библиографические ссылки

1. Стребков Д. С., Тверьянович Э. В. Концентраторы солнечного излучения. С. 26–29.
2. Способ изготовления форм для центробежной отливки деталей. Патент RU 238126.
3. Устройство для испытания зеркал. Патент RU 2090965.

© Зобнин Р. А., 2014

УДК 657.6

К. С. Зубкова, Е. Н. Шабанова
 Научный руководитель – Ю. Г. Малахова
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ФОРМИРОВАНИЕ КРИТЕРИЕВ ПРОВЕРКИ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА

Описан процесс определения критериев проверки ИСМ, а также построения матрицы формирования проверяемых критериев для упрощения проведения внутреннего аудита.

За последние годы многие организации все чаще внедряют интегрированные системы менеджмента (далее ИСМ) с целью активного развития на потребительском рынке и повышения уровня конкурентоспособности. Внедрение ИСМ на предприятии – перспектива для стабильного развития организации или предприятия.

ИСМ представляет собой часть системы общего менеджмента организации, отвечающую требованиям двух или более международных стандартов на системы менеджмента и функционирующую как единое целое [1]

ИСМ ООО «Пивоваренной компании «Балтика» – Балтика – Пикра» основывается на четырех международных стандартах, регламентирующих требования, предъявляемые к качеству, безопасности продукта, экологии, безопасности труда и охраны здоровья. Интеграция этих четырех направлений менеджмента обеспечивает согласованность и структурированность действий внутри организации.

Показателем эффективного внедрения и функционирования ИСМ на любом предприятии является внутренний аудит. Внутренний аудит – важный процесс для предприятия, который позволяет проверить выполнение функций подразделений в системе качества, а также позволяет оценить эффективность действующей системы качества и принять меры по ее совершенствованию [1].

Для реализации выше указанных целей внутренний аудит необходимо планировать таким образом,

чтобы каждый процесс, процедура и структурное подразделение (объекты проверки) предприятия систематически проверялись.

Критериями проверки объектов является совокупность требований внешних и внутренних нормативных документов, имеющих статус проверяемых элементов.

Проверяемый элемент – единый самостоятельный объект рассмотрения или изучения, который не указывает на необходимость проверки других элементов.

Построение матрицы формирования критериев проверки ИСМ – это составление плана проверки элементов для каждого структурного подразделения предприятия. Для построения данной матрицы выделяют самостоятельные проверяемые элементы. Например, в ISO 14001 – 2009 «Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению» неделимым элементом является п. 4.2. «Экологическая политика», в которой закреплены общие цели, задачи и миссия всего предприятия. Делимым же пунктом в данном международном стандарте может выступать, например, п. 4.6 «Анализ со стороны руководства», так как данный пункт содержит в себе информацию об экологической политике (п. 4.2), о несоответствиях, корректирующих и предупреждающих действиях (п. 4.5.3), а также о внутреннем аудите (п. 4.5.5). (табл. 4) [2].

В табл. 1–4 приведены матрицы формирования критериев проверки ИСМ согласно ISO 9001–2011, ISO 22000–2007, ISO14001–2009, OHSAS 18001–2011.

Таблица 1

Матрица формирования критериев проверки ИСМ

№ п/п	Структурные подразделения	Проверяемые элементы требований ИСО 9001 – 2011 как критерии проверки соответствия ИСМ																														
		1.2	4.1	4.2.3	4.2.4	5.3	5.4.1	5.4.2	5.5.1	5.5.2	5.5.3	5.6	6.2	6.3 а	6.3 б	6.3 в	6.4	7.1	7.2.1	7.2.2	7.3	7.4.1-2	7.4.3	7.5.2	7.5.3	8.2.1	8.2.2	8.3	8.4	8.5.2	8.5.3	
1	Директор филиала	пэ				пэ			пэ	пэ		пэ	пэ	пэ	пэ	пэ			пэ											пэ		
2	Производственная лаборатория											пэ	пэ	пэ	пэ	пэ	пэ			пэ				пэ	пэ		пэ	пэ			пэ	пэ
3	Служба логистики																			пэ		пэ	пэ								пэ	пэ
4	Отдел СМК		пэ	пэ	пэ		пэ	пэ		пэ	пэ	пэ																пэ		пэ	пэ	пэ
5	Отдел по работе с персоналом					пэ			пэ	пэ	пэ																				пэ	пэ
6	Отдел информационных технологий	пэ				пэ					пэ											пэ										
7	Юридический отдел		пэ					пэ											пэ								пэ					

Таблица 2

Матрица формирования критериев проверки ИСМ

№ п/п	Структурные подразделения	Проверяемые элементы требований OHSAS 18001–2011 как критерии проверки соответствия ИСМ														
		1	4.2	4.3.1	4.3.2	4.3.3	4.4.1	4.4.2	4.4.3.1-2	4.4.5	4.4.6	4.4.7	4.5.3.1	4.5.3.2	4.5.4	4.5.5
1	Директор филиала	ПЭ	ПЭ				ПЭ									
2	Техническая служба		ПЭ	ПЭ			ПЭ	ПЭ	ПЭ		ПЭ	ПЭ				
3	Энергетическая служба		ПЭ	ПЭ			ПЭ	ПЭ	ПЭ		ПЭ	ПЭ				
4	Транспортный участок		ПЭ	ПЭ			ПЭ	ПЭ	ПЭ		ПЭ	ПЭ				
5	Участок по ремонту транспорта			ПЭ				ПЭ			ПЭ					
6	Ведущий специалист по безопасности	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ			ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ
7	Ведущий специалист по инженерно-техническим средствам защиты			ПЭ					ПЭ			ПЭ				

Таблица 3

Матрица формирования критериев проверки ИСМ

№ п/п	Структурные подразделения	Проверяемые элементы требований ИСО 22000 – 2007 как критерии проверки соответствия ИСМ																													
		1	4.1	4.2.2	4.2.3	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6.1	5.6.2	5.7	5.8	6.2	6.3	6.4	7.2	7.3.2	7.3.3-4	7.3.5	7.4.2-3	7.4.4	7.6.2-5	7.8	7.9	7.10.1-2	7.10.3-4	8.2	8.3	8.4.1	8.4.3
1	Директор филиала					ПЭ						ПЭ																			
2	Производственная лаборатория	ПЭ	ПЭ		ПЭ		ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ
3	Главный пивовар	ПЭ	ПЭ	ПЭ			ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ									ПЭ	ПЭ						ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ
4	Цех пивопроизводства		ПЭ	ПЭ			ПЭ				ПЭ		ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ
5	Цех розлива						ПЭ				ПЭ		ПЭ	ПЭ	ПЭ						ПЭ	ПЭ	ПЭ			ПЭ		ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ

Таблица 4

Матрица формирования критериев проверки ИСМ

№ п/п	Структурные подразделения	Проверяемые элементы требований ИСО 14001–2009 как критерии проверки соответствия ИСМ														
		1	4.2	4.3.1	4.3.2	4.3.3	4.4.1-2	4.4.3	4.4.5	4.4.6	4.4.7	4.5.1	4.5.2	4.5.3	4.5.4	4.5.5
1	Директор филиала	ПЭ	ПЭ				ПЭ									
2	Главный инженер по вопросам экологии и энергетике			ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ
3	Ведущий специалист по ОТ, ППБ и ГО	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭ

Такие матрицы могут быть разработаны на предприятиях под руководством службы качества как обязательный нормативный документ при внедрении ИСМ, а также могут служить основополагающим документом для объективного, сбалансированного и полномасштабного в службе качества периодических внутренних проверок ИСМ [3].

Библиографические ссылки

1. Свиткин М. З. Интегрированные системы менеджмента // Стандарты и качество. 2013. № 2.
2. ИСО 14001: 2009. Система экологического менеджмента. Основные требования и руководство по применению.
3. Журнал «Стандарты и качество». 2012. № 8.

© Зубкова К. С., Шабанова Е. Н., 2014

УДК 338.138

О. В. Зуева

Научный руководитель – Е. А. Жирнова

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

МЕНЕДЖМЕНТ РИСКА КАК ЧАСТЬ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА В СООТВЕТСТВИИ СО СТАНДАРТОМ ГОСТ ISO 31000–2010

Рассмотрены понятия риск и менеджмент риска, проанализирована процедура внедрения менеджмента риска в интегрированную систему менеджмента согласно стандарту ГОСТ ISO 31000-2010 «Менеджмент риска. Принципы и рекомендации».

Интегрированная система менеджмента (далее – ИСМ) представляет собой объединение двух и более систем менеджмента, таких как система менеджмента качества (ГОСТ ISO 9001–2011), система экологического менеджмента (ГОСТ ISO 14001–2011), система управления охраной труда (OHSAS 18001 / ГОСТ 12.0.230–2007), которые функционируют как единое целое.

На предприятия всех типов и размеров так или иначе оказывают влияние внутренние и внешние факторы, которые вносят неопределенность в достижение поставленных целей. Эффект, который эта неопределенность оказывает на достижении целей и задач современного развивающегося предприятия, называется риском.

При внедрении ИСМ необходимо определить критерии оценки рисков, организовать единый принцип оценки, анализа и контроля за рисками на предприятии, то есть внедрить риск-менеджмент на предприятии. Недавно вышедший глобальный стандарт ГОСТ ISO 31000–2010 «Менеджмент риска. Принципы и рекомендации» и его компаньоны ГОСТ ISO 31010–2010 «Менеджмент риска. Техники оценки риска» и ISO/IEC 73:2009 «Менеджмент риска. Терминология» описывают этот систематический и логический процесс в деталях.

Для внедрения менеджмента риска (далее – МР) в соответствии с ГОСТ ISO 31000–2010 рекомендуется предпринять пять шагов: определение понятий риска и менеджмента риска, разработка процесса менеджмента риска, системы менеджмента риска, оценка зрелости системы менеджмента риска и разработка плана для старта и сохранения развития системы.

Первое – это определение понятий риска и менеджмента риска. Так, во многих организациях часто путают понятие «риск» и «опасность», например, некоторые организации все еще представляют риск как «опасность» или «когда что-то идет не так, как надо»,

т. е. нет понимания того, что представляет собой риск, и, в итоге, невозможно осуществить эффективный МР. Согласно ГОСТ ISO 31000–2010 «риск – это влияние неопределенности на цели», а неопределенность – это состояние, заключающееся в недостаточности, даже частичной, информации, понимания или знания относительно события, его последствий или его возможности [1]. В организации необходимо донести понимание до каждого звена в целях дальнейшей эффективности всей системы.

Второй этап – это разработка процесса менеджмента риска. Согласно стандарту ГОСТ ISO 31000–2010, процесс представляет собой «систематическое применение политик, процедур и практик менеджмента к деятельности по обмену информацией, консультированию, установлению ситуации и идентификации, анализу, оцениванию, воздействию на риск, мониторингу и пересмотру риска». Сам процесс должен начинаться с определения цели (чего необходимо достигнуть) и факторов (как внешних, так и внутренних), которые могут влиять на успех в достижении цели. Организация должна идентифицировать риски, т. е. составить перечень возможных рисков. Анализ риска включает дальнейшее осознание риска и обеспечивает входную информацию для оценивания. Стоит отметить, что мониторинг и пересмотр должны быть планируемой частью процесса МР и включать регулярную проверку (периодическую, произвольную). Один из самых эффективных способов осуществления мониторинга является просмотр окружения людьми, в обязанность которых входит обеспечение своевременной и соответствующей оценки и обработки каждого риска. Таких людей называют «владельцами риска». Другое очень эффективное средство для мониторинга и обзора риска и средств контроля в организации это стремление учиться на успехах и неудачах.

Система МР должна быть разработана так, чтобы удовлетворить организации, ее внутреннему и внешнему контексту. Система основана на модели менеджмента качества Деминга – PDCA (Plan, Do, Check, Act) и это объединяет ISO 31000 со всеми стандартами серии ISO. Чтобы система оставалась эффективной, необходимо непрерывное улучшение системы МР – про это нельзя забывать высшему руководству. Отправная точка для улучшения подхода организации к менеджменту риска должна всегда начинаться с GAP анализа (анализ разрывов, метод стратегического анализа, с помощью которого осуществляется поиск шагов для достижения заданной цели), который берет во внимание характерные элементы системы менеджмента риска и оценивает, какие элементы и процессы присутствуют в настоящее время [2].

Для внедрения МР необходимо определить команду, состоящую из квалифицированных специалистов, которая будет заниматься разработкой плана, который должен включать проведение GAP анализа и оценку зрелости, распределение полномочий, установление календарного графика и т. д. В частности, план должен включать стратегию, которая будет принята, чтобы осуществить МР.

Каждая конкретная отрасль или сфера применения МР имеет свои отдельные потребности, потребителей, восприятия и критерии. Поэтому основной особенностью стандарта ГОСТ ISO 31000–2010 является включение «определения ситуации» как деятельности, проводимой в начале общего процесса РМ [3]. При определении ситуации (контекста) необходимо рассматривать цели организации, окружающую среду, в

которой эти цели достигаются, заинтересованные стороны и разнообразие критериев риска, все то, что помогает выявлять и оценивать характер и сложность этих рисков.

При применении стандарта ГОСТ ISO 31000–2010 МР дает возможность организации поддерживать активный менеджмент, улучшать идентификацию возможностей и угроз, отвечать соответствующим законодательным и другим обязательным требованиям и международным нормам, укреплять доверие заинтересованных сторон, сводить к минимуму потери и т. д.

Успех менеджмента риска будет зависеть от эффективности системы управления, обеспечивающей основы и мероприятия, которые будут включены на всех уровнях организации. Система менеджмента риска, изложенная в ISO 31000, не предназначена, чтобы предписать систему управления, а скорее помочь организации интегрировать менеджмент риска в свою систему управления, поэтому, организации должны приспособить компоненты системы к их специфическим потребностям.

Библиографические ссылки

1. ГОСТ 51897–2011/Руководство ИСО 73:2009 «Менеджмент риска. Термины и определения».
2. ГОСТ 50779.10–2000 «Статистические методы. Вероятность и основы статистики. Термины и определения».
3. ГОСТ ISO 31000:2010 «Менеджмент риска. Принципы и рекомендации».

© Зуева О. В., 2014

УДК 625.1

О. В. Ковалев

Научный руководитель – *Т. Е. Кривина*

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

ТРЕБОВАНИЯ СТАНДАРТА OHSAS В ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА

Описаны основные преимущества от внедрения интегрированной системы менеджмента соответствующих требованиям OHSAS.

В последнее время все чаще из уст представителей крупных компаний можно услышать фразы типа «система менеджмента», «сертификация на соответствие международному стандарту», аббревиатуры ISO 9000, OHSAS 18001 и тому подобное. К сожалению, для очень многих практических работников это воспринимается как очередное веяние моды, хотя на самом деле грамотное использование упомянутых средств может существенно повлиять на эффективность работы компании. В настоящей статье представлены краткие сведения о подобных международных стандартах, рассказывается о том, какие преимущества может получить предприятие, если будет придерживаться требований этих международных стандартов, дается информация о способах получения подтверждения того, что конкретные требования

стандарта в данной компании выполняются, и т. п. Система менеджмента профессиональной безопасности и здоровья – это часть общей системы менеджмента организации, обеспечивающая менеджмент рисков в области профессиональной безопасности и охраны труда, связанных с деятельностью организации, а стандарт СТ РК OHSAS 18001–2008 устанавливает требования к системе менеджмента профессиональной безопасности и здоровья для того, чтобы дать возможность компании разработать и реализовать политику и достичь целей, которые учитывают законодательные и нормативные требования, а также информацию о рисках в области охраны здоровья и обеспечения безопасности труда [1].

Настоящий стандарт устанавливает требования к системе менеджмента безопасности труда и охраны

здоровья (далее БТиОЗ) и позволяет организации разработать и реализовать политику и достигнуть целей, которые учитывают правовые требования и информацию о рисках в области БТиОЗ. Он предназначен для применения организациями любого типа и размера, независимо от различий в географических, культурных и социальных условиях. Успех системы зависит от приверженности идее БТиОЗ на всех уровнях и во всех функциональных структурах организации и, в особенности, от приверженности высшего руководства. Система такого типа дает организации возможность разработать политику в области БТиОЗ; установить цели; создать механизмы для достижения обязательств, содержащихся в политике; осуществлять необходимые мероприятия для улучшения своей деятельности; демонстрировать соответствие системы требованиям настоящего стандарта. Общей целью стандарта является поддержка и распространение передового опыта в области БТиОЗ при сохранении баланса потребностей в безопасности труда и социально-экономических потребностей. Следует отметить, что многие требования настоящего стандарта могут быть применены сразу, или же их можно начать применять в любое время в последующем.

OHSAS 18001 позволяет контролировать опасные производственные факторы, управлять производственными рисками, предотвращать возникновение аварий и нештатных ситуаций. Сформулированные в OHSAS 18001 требования к системе менеджмента не являются чем-то необычным, искусственным, придуманным специально для подобных систем. Наоборот, все элементы системы, все требования взяты из реально существующих эффективных систем менеджмента. Внедрение системы менеджмента, соответствующей требованиям OHSAS, дает компании целый ряд преимуществ:

Организационные: системное управление; согласованное взаимодействие процессов и функций; высвобождение высшего руководства для выработки стратегических решений.

Экономические: снижение рисков и связанных с ними потерь, объемов штрафов и платежей компании; повышение производительности труда; эффективное использование ресурсов; снижение количества рекламаций; преемственность знаний и опыта.

Репутационные: улучшение репутации в глазах всех заинтересованных сторон; повышение лояльности сотрудников, улучшение психологического климата; улучшение отношений с поставщиками; повышение инвестиционной привлекательности.

Стратегические: увеличение рыночной стоимости (капитализация); возможность тиражирования бизнеса; трансформация знаний и навыков сотрудников в

интеллектуальный потенциал компании; подготовленность к реинжинирингу бизнес-процессов [2].

Следует особо подчеркнуть, что без заинтересованности высшего руководства организации и без его прямого участия в разработке, внедрении и оценке функционирования системы менеджмента эффективность системы менеджмента будет очень низкой. Кроме того, необходимо добиться лояльного отношения к разрабатываемой системе со стороны среднего звена. Следует обеспечить вовлеченность в соответствующие работы персонала организации, понимания сотрудниками того, что предпринимаемые меры ведут к снижению рисков аварий, несчастных случаев, травм и т. п.

Наличие сертификата по OHSAS 18001:2007 говорит о том, что организация или предприятие постоянно контролируют факторы риска на производстве и в рабочих процессах. Расхожие выражения «система менеджмента охраны труда» при применении этого стандарта становятся не просто громкими словами, а действительно говорят о безопасности и сохранению здоровья каждого работника. Требования грамотно структурированы и предусматривают различные элементы: это и деятельность персонала по распределению обязанностей, и процедуры для разработки и внедрения мероприятий по охране труда, анализ достижения целей в области охраны труда, предотвращение несчастных случаев и снижение их числа. Всё это формирует общую политику компании по охране труда, которую и подтверждает данный сертификат [3].

Хорошо разработанная система менеджмента в области профессионального здоровья и безопасности является составной частью действующей в организации системы менеджмента, учитывает специфику организации и действующие в ней традиции, опирается на заинтересованность персонала [4].

Безопасность зависит не только от усилий инженера по безопасности и службы охраны труда, но составляет часть обязательств и юридической ответственности высшего руководства компании.

Библиографические ссылки

1. OHSAS 18001:2007. Системы менеджмента безопасности труда.
2. OHSAS 18000. URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/OHSAS_18000 (дата обращения: 10.03.2014).
3. URL: <http://npk-tehservice.ru/ru/docs/iso/ohsas> (дата обращения: 10.03.2014).
4. Сертификат в системе OHSAS 18001:2007. URL: <http://uchebnikfree.com/sotsialnoy-raboty-tehnologiya/prilojenie-trebovaniya-standarta-ohsas-18999.html>. (дата обращения: 10.03.2014).

© Ковалев О. В., 2014

УДК 621.762

О. Г. Корнев, Е. В. Сергеева
Научный руководитель – С. С. Ивасев
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ДЕТАЛЕЙ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ

В работе говорится о применении ультразвуковых колебаний для повышения качества изделий порошковой металлургии. Отмечается, что воздействие ультразвуковых колебаний открывает новые возможности для разработки качественных и экономичных конструкций, в том числе деталей летательных аппаратов.

Особенностью порошковой металлургии как промышленного метода изготовления различного рода изделий является применение исходного сырья в виде порошков. Порошки прессуются (формируются) в изделия заданных размеров и подвергаются термической обработке (спеканию) при температурах ниже температуры плавления основного компонента шихты. Существующая сегодня порошковая технология – это широкая область получения дисперсных тел, применяемых в разнообразных отраслях. Вследствие некоторого внешнего сходства технологии порошковой металлургии с технологией керамического производства, изделия, изготавливаемые методами порошковой металлургии, широко известны также под названием металлокерамических. Металлические порошки открывают новые возможности для разработки более современных и экономичных конструкций.

Сегодня основными потребителями изделий из спеченных материалов являются многие отрасли промышленности. Такие изделия широко применяются в конструкциях механических передач и деталей двигателей, в том числе летательных аппаратов. Если первые детали механизмов, полученные порошковой металлургией, например, втулки и подшипники, появившиеся в 1960-х годах прошлого столетия, имели простую форму, то выпускаемые в настоящее время изделия могут иметь чрезвычайно сложную конфигурацию и отвечать высоким требованиям, которые предъявляются к ним по прочности, износостойкости и надежности.

Целью работы являлось повышение качества деталей, получаемых методами порошковой металлургии. Для изготовления детали типа муфта был выбран диффузионно-легированный порошок Distaloy SA производства Höganas [1]. Этот порошок производят на основе губчатого железного порошка марки SC 100.26, в котором методом легирования введены 1,75 % Ni, 1,5 % Cu и 0,5 % Mo. Комбинация свойств компонентов состава обеспечивает максимум плотности и прочности. Distaloy SA рекомендуется для достижения значений плотности после однократного прессования до 6,9 г/см³. При добавлении графита может достигаться прочность на растяжение после спекания до 600 МПа. Distaloy SA обеспечивает достижение высокой прочности прессовки. Этот порошок также хорошо подходит для изготовления деталей, требующих термообработки.

Прессовки из порошка Distaloy SA имеют хорошую финишную обрабатываемость, стабильность

размеров в спеченном состоянии и высокую прочность после термообработки. Уровень твердости выше 40 HRC достигается при содержании углерода 0,6 % и выше. По сравнению с другими порошками на основе железа твердость в спеченном состоянии значительно ниже для Distaloy SA. Это облегчает механическую обработку, но после дополнительной термообработки твердость деталей из Distaloy SA значительно увеличивается.

Для получения требуемой плотности необходимо создать давление в 700 МПа. Для изготовления детали типа муфта необходимо применить пресс с усилием более 300 тонн. Так как производство детали типа муфта не массовое, то использовать данный пресс очень не экономично. Для достижения требуемой прочности получаемой детали, мы заменили данный пресс на менее мощный, но добавили в нашу технологию ультразвуковые колебания.

Известно, что влияние ультразвуковых колебаний в частотном диапазоне 15–100 кГц, передаваемых через оснастку и инструмент и обеспечивающих резонансные колебания частиц порошка может повлиять на улучшение свойств продукции (может привести к повышению характеристик прессуемого изделия) [2].

Так, плотность прессовок из порошков при условии воздействия ультразвуковых колебаний повышается на 10–12 % при тех же удельных давлениях прессования, что и без применения ультразвука (200–1000 МПа).

По предлагаемой технологии получения детали, одновременно с технологической операцией прессования, на оснастку воздействуют ультразвуковые колебания, которые вызывают колебания структурных частиц металла, близкие к частоте собственных колебаний, что позволяет привести большую долю этих частиц в состояние резонанса. Влияние ультразвука приводит к существенному снижению трения частиц материала между собой и с поверхностями оснастки, более плотной укладке частиц, значительным флуктуациям энергии и образованию избыточной концентрации точечных дефектов и прежде всего вакансий по плоскостям скольжения. Это способствует существенному повышению пластичности, схватыванию и даже свариванию частиц металла между собой и многократному снижению необходимых для протекания процесса удельных затрат энергии. Кроме того увеличение концентрации вакансий приводит к росту вероятности их столкновения в процессе миграции, в результате чего могут образоваться стойкие конфи-

гурации вакансионных групп. Образование подобных несовершенств, способных сохраниться длительное время и оказывать воздействие на диффузионные процессы при последующей операции термической обработки можно объяснить наследственное влияние ультразвуковой обработки [3]. В результате плотность полученных холодным прессованием брикетов и прессованных заготовок достигает до 0,92...0,99 от плотности компактного материала при соотношении высоты изделия к поперечному размеру до 1,3 и выше и равномерной плотности по высоте. На экспериментальных образцах требуемую плотность получили при меньшем давлении, так как использовался гидравлический пресс с номинальным усилием 250 тонн. Для создания ультразвуковых колебаний в работе использовался ультразвуковой генератор УЗГ2-10.

Задача, которая стоит перед нами – это проведение исследовательских работ направленных на повышение качества прессования порошка, снижения удельных усилий и энергетических затрат в целом, повы-

шение стойкости технологической оснастки, повышение эффективности и производительности технологического процесса производства изделий. Несомненные и уникальные достоинства ультразвуковых технологий обеспечивают их широчайшее использование при решении сложных проблем современных производств, ориентированных на выпуск конкурентоспособной продукции.

Библиографические ссылки

1. Höganäs Iron and Steel Powders for Sintered Components. Höganäs Handbook for sintered components. 1998. 245 p.
2. Балдев Р., Раджендрон В., Паланичами П. Применение ультразвука. М. : Техносфера, 2006. 579 с.
3. Биронт В. С. Ультразвуковая и термоультразвуковая обработка металлов и сплавов ; КИЦМ. Красноярск, 1973. 170 с.

© Коренев О. Г., Сергеева Е. В., 2014

УДК 629.76

А. К. Косинов

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

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЛИТЫХ ЗАГОТОВОК ТУРБОНАСОСНОГО АГРЕГАТА. ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ГАЗОСТАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

Описано преимущество использования высокотемпературной газостатической обработки при изготовлении деталей турбонасосных агрегатов методом литья по выплавляемым моделям.

Корпусные детали турбонасосных агрегатов многих современных ракетных двигателей изготавливаются из высокопрочных сталей методом точного литья по выплавляемым моделям. В связи с высокими температурными и динамическими параметрами рабочей среды к отливкам предъявляются особые требования не только по прочности и тепловой стойкости, но и по герметичности конструкции. Для тонкостенных деталей газового тракта это требование особенно трудновыполнимо, поскольку в материале отливки имеются раковины, рыхлоты, пустоты и другие микронеплотности, снижающие герметичность стенок корпуса в процессе испытаний и эксплуатации двигателя [1].

Уменьшить или исключить образование раковин в изделии в процессе литья не всегда удается. Поэтому применяют различные методы обработки отливок с целью удаления или уменьшения размеров и количества раковин в отлитом изделии. К наиболее эффективным из них относится ВГО – высокотемпературная газостатическая обработка. Основной проблемой литья по выплавляемым моделям является неуправляемость процессом кристаллизации, в следствие чего появляются дефекты изделий. Одним из основных дефектов такого вида литья являются усадочные раковины и рыхлоты, что составляет 43...48 % всех дефектов. ВГО успешно справляется с этой проблемой.

Сущность способа заключается в том, что происходит всестороннее обжатие литой детали газовой средой – высокочистый газ аргон ($P = 200$ МПа, $T = 1280$ °С, $t = 15$ мин) в специальной камере с индуктором. После высокотемпературной газостатической обработки прочностные и пластические характеристики сплавов увеличиваются до 30 %. Остаточная прочность устранялась в процессе ВГО до 60 % от первоначальной. Геометрические размеры изменяются менее, чем указанные в конструкторской документации. Все это способствует повышению механической прочности, герметичности конструкции в целом и обеспечению высокого качества сборочных единиц турбонасосного агрегата [2].

ВГО является финишной операцией при изготовлении литых деталей методом литья по выплавляемым моделям с герметизацией под давлением для турбонасосного агрегата. ВГО обработка отливок способна найти применение также при использовании других сталей и сплавов в ракетно-космической промышленности и общем машиностроении.

Библиографические ссылки

1. Оборин Л. А. Научно-технологические основы производства литых деталей по выплавляемым моделям для силовых установок летательных аппаратов :

монография ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2013. 238 с.

2. Оборин Л. А., Колмыков В. А., Назаров В. П. Высокотемпературная газостатическая обработка ли-

тых корпусных деталей турбонасосных агрегатов // Вестник СибГАУ. 2012. № 4. С. 92–93.

© Косинов А. К., 2014

УДК 697.385:002

О. И. Коток

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

ПРОЦЕДУРА РАЗРАБОТКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ ЛИНИЮ «ТЕПЛОФОН»

Рассмотрены основные этапы разработки эксплуатационной документации на примере технологической линии по производству греющих панелей. Показаны основные нормативные документы, на основе которых разрабатывается эксплуатационная документация на данную производственную линию.

Руководство по эксплуатации (РЭ ГОСТ) – документ, в котором содержится информация об изделии, которая необходима для правильного использования и адекватной оценки его технического состояния и определения целесообразности дальнейшей эксплуатации [1].

Эксплуатационная документация (далее – ЭД) составляется на те изделия, использование которых связано с определенной спецификой. В частности, это программное и аппаратное обеспечение. Данная документация входит в состав технической документации, которая в обязательном порядке составляется на все технические изделия.

Эксплуатационный документ – конструкторский документ, который в отдельности или в совокупности с другими документами определяет правила эксплуатации изделия и (или) отражает сведения, удостоверяющие гарантированные изготовителем значения основных параметров и характеристик (свойств) изделия, гарантии и сведения по его эксплуатации в течение установленного срока службы [1].

Общие требования, предъявляемые к эксплуатационной документации:

1. ЭД предназначена для эксплуатации изделий, ознакомления с их конструкцией, изучения правил, а также сведений по его утилизации.

2. Сведения об изделии, содержащиеся в ЭД, должны быть достаточными для обеспечения правильной и безопасной эксплуатации изделий в течение установленного срока службы.

3. ЭД, должна полностью соответствовать изделию, с которым поставляется.

4. При разработке ЭД следует использовать термины и определения в области обслуживания и ремонта в соответствии с ГОСТ 18322–78;

5. ЭД разрабатывают на основе:

– рабочей конструкторской документации по ГОСТ 2.102–68;

– опыта эксплуатации аналогичных изделий;

– анализа эксплуатационной технологичности изделий и их составных частей;

– результатов исследования надежности изделий данного типа и аналогичных изделий;

– результатов научно-исследовательских работ, направленных на повышение качества эксплуатации изделий (при наличии).

При использовании эксплуатационной документации существенно снижаются:

– затраты на повышение квалификации персонала;

– уровень некомпетентности работников, эксплуатирующих конкретный продукт;

– риск неправильных действий в случае внештатных или аварийных ситуаций;

– уровень эксплуатационных расходов;

– повышается срок службы и общий уровень надежности техники или программных продуктов [2].

Этапы разработки ЭД:

1) сбор производственно-технической документации на предприятии;

2) экспертиза эксплуатационной и инженерно технической документации предприятия по предъявляемым к нему требованиям промышленной безопасности;

3) выявление недостающих положений, инструкций, паспортов оборудования, методик и рекомендаций;

4) разработка и составление эксплуатационно-технической документации, рекомендации по ее учету, ведению, использованию и хранению.

5) сбор результатов проводимых работ:

а) заключение экспертизы, содержащее обоснованные выводы о соответствии или несоответствии технической документации предприятия требованиям энергетической безопасности;

б) передача технической документации (инструкции, паспорта, методики и рекомендации) заказчику в соответствии с требованиями правовой и нормативно-технической документацией.

Техническое задание – исходный документ на проектирование технического объекта (изделия). ТЗ устанавливает основное назначение разрабатываемого объекта, его технические характеристики, показатели качества и технико-экономические требования, предписание по выполнению необходимых стадий создания документации (конструкторской, технологической, программной и т. д.) и её состав, а также специальные требования [3].

При разработке ЭД нужно учитывать все этапы производства и все нормативные документы, относящиеся и контролируемые этапы жизненного цикла панелей. Ниже приведен список одних из основных документов, позволяющий разработать ЭД на технологическую линию по производству греющих панелей:

1. Федеральный закон Российской Федерации от 27 декабря 2009 г. № 347-ФЗ «Технический регламент о безопасности низковольтного оборудования».

2. «ОК 005-93. Общероссийский классификатор продукции» (утв. Постановлением Госстандарта России от 30.12.1993 № 301) (дата введения 01.07.1994) (коды 01 0000 – 51 7800) (ред. от 26.09.2013).

3. ГОСТ 2.610–2006 ЕСКД. Правила выполнения эксплуатационных документов

4. ГОСТ 3.1102–81 Единая система технологической документации. Стадии разработки и виды документов.

Панель – это лист гипсокартона, с тыльной стороны листа нанесены два слоя электроизоляции. Греющие панели «Теплофон» позволяют избежать нерационального распределения температуры и снизить тепловые потери. При этом нет избыточного нагрева воздуха, происходит выравнивание температуры между полом и

потолком, что позволяет обеспечить до 40 % энергосбережения. Они не сжигают кислород, не выделяют запахов, работают бесшумно и безвредны для здоровья, выполнены из экологически чистых материалов, пожаробезопасны, стойки к механическим повреждениям, разрешены в качестве основного отопления без надзора и имеют сертификат соответствия [4].

Практическая значимость работы состоит в разработке эксплуатационной документации греющих панелей «Теплофон» для жилых и животноводческих помещений.

Библиографические ссылки

1. ГОСТ 2.601–2006. Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы
2. URL: <http://www.sertificati.ru/> (дата обращения: 3.04.2014).
3. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 4.04.2014).
4. URL: <http://www.teplofon.ru/> (дата обращения: 3.04.2014).

© Коток О. И., 2014

УДК 621.9.

Р. С. Литвинов

Научный руководитель – *Л. С. Малько*

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

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЭКСПЛУАТАЦИИ КРУПНОМОДУЛЬНЫХ ЧЕРВЯЧНЫХ ФРЕЗ

Показано решение задачи повышения качества эксплуатации крупномодульных сборных червячных фрез на основе технико-экономического подхода.

Обеспечение прогресса в машиностроении требует постоянного внимания к вопросам повышения качества выпускаемых изделий. При этом необходимо исходить из того, что задача повышения качества не только управленческая, но и технико-экономическая. Технически она решается при проектировании, изготовлении, эксплуатации и ремонте. Экономически – через цену изделия, отражающую его качество [1; 2].

Специфическим изделием машиностроения являются сборные крупномодульные червячные фрезы (рис. 1), широко применяемые при нарезании зубьев колес [3].



Рис. 1. Сборная червячная фреза модулем 20 мм

Данные фрезы сложны в изготовлении и имеют высокую стоимость. Например, цена червячной фрезы модулем 20 мм может достигать 180 тысяч рублей. Недостаток эксплуатации крупномодульных фрез состоит в том, что, не смотря на сборный вариант, корпус их используется одноразово. После износа режущих элементов фрезы утилизируются (рис. 2).



Рис. 2. Изношенные червячные фрезы

Стоимость изготовления корпуса фрезы составляет 60 % от стоимости всей фрезы. С целью сокращения расходов на данный инструмент целесообразно корпус фрезы в процессе эксплуатации использовать повторно. При этом вместо изготовленных цельных режущих элементов в форме гребёнок необходимо применить режущие элементы в виде отдельных зубьев, закреплённых в корпусе с помощью сварки (рис. 3).

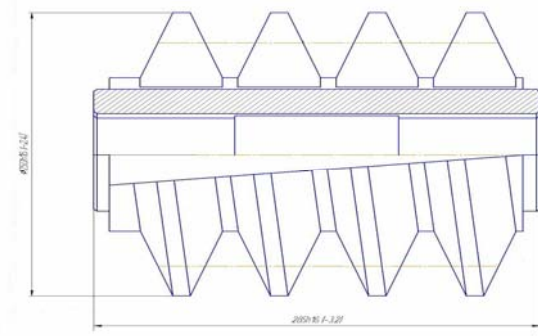


Рис. 3. Сварной вариант червячной фрезы модулем 20 мм

Дальнейшая обработка фрезы после приварки зубьев для предприятия не вызывает технических трудностей, поскольку для обеспечения заточки по передней и задней поверхности режущей части фрезы в процессе эксплуатации предприятие располагает точными и токарно-заточными станками соответственно.

Таким образом, повторное использование корпусов крупномодульных червячных фрез обеспечивает увеличение срока их эксплуатации и сокращение затрат на инструмент до 49 % его первоначальной стоимости.

Библиографические ссылки

1. Качество машин : справ. В 2 т. Т. 1 / А. Г. Сулов, Э. Д. Браун, Н. А. Виткевич и др. М. : Машиностроение, 1995. 256 с.
2. Качество машин : справ. В 2 т. Т. 2 / А. Г. Сулов, Ю. В. Гуляев, А. М. Дальский и др. М. : Машиностроение, 1995. 430 с.
3. Производство зубчатых колёс : справ. / С. Н. Коллашников, А. С. Коллашников, Г. Н. Коган и др. М. : Машиностроение, 1990. 464 с.

© Литвинов Р. С., 2014

УДК 620.179

А. В. Михель, А. В. Жаркова

Научный руководитель – *Ю. Г. Малахова*

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

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТОПЛИВНОГО БАКА СИСТЕМЫ ЗАПУСКА ИЗДЕЛИЙ

Приведены рекомендации по выбору методов контроля сварных соединений топливного бака системы запуска изделий и рассмотрены контролируемые параметры, обеспечиваемые каждым методом.

Топливный бак системы запуска относится к ответственным изделиям машиностроения. В связи с особыми условиями эксплуатации к нему предъявляются требования прочности и герметичности, которые в свою очередь, определяющим образом зависят от качества сварных соединений и околошовной зоны. Для своевременного обнаружения возможных дефектов необходимо осуществлять контроль сварных соединений различными методами, которые, в зависимости от воздействия на материал или изделие, подразделяются на разрушающие и неразрушающие. Наиболее эффективные результаты контроля могут быть достигнуты только при технически правильном выборе и применении этих методов контроля.

При выборе методов контроля необходимо учитывать следующие основные факторы: возможность определения различных дефектов и их расположения; производительность методов контроля; стоимость проведения испытаний; материалы, из которых изготовлены изделия; формы и размеры контролируемых изделий; безопасность при проведении контроля.

Дефекты сварных швов снижают прочность и надежность сварного соединения, его герметичность и

коррозионную стойкость. В зависимости от происхождения, дефекты различаются расположением, размерами, формой и средой заполняющей полости.

Дефекты сварных швов могут быть наружными, внутренними и сквозными. Подрезы, наплывы, кратеры, прожоги и свищи являются поверхностными дефектами, непровары и шлаковые включения – внутренними. Трещины, поры и раковины могут располагаться как на поверхности, так и внутри объекта контроля. Трещины, непровары и подрезы являются плоскостными дефектами. Они имеют протяженную форму с различным раскрытием и глубиной. В полости дефектов могут быть оксиды, нагар и другие загрязнения. Для трещин, непроваров и подрезов характерны резкие очертания. Поры, раковины и шлаковые включения являются объемными дефектами, имеющими округлую форму.

В качестве материала для изготовления топливного бака выбирается алюминий-магний-магний сплав АМг6М. Данный сплав обладает рядом специфических особенностей, которые осложняют процесс сварки и вызывают образование определенных дефектов в сварных швах. Например, алюминий имеет вы-

сокую теплопроводность, поэтому тепло от места сварки алюминия интенсивно отводится в свариваемые детали, и одновременно низкую температуру плавления. Все это приводит к тому, что вероятность прожога, появления так называемых горячих трещин или даже расплавления детали при сварке алюминия весьма высока. Помимо этих дефектов наиболее вероятно появление оксидных пленок, пор, коробления, свищей и провалов. Исходя из этого, необходимо учитывать, чтобы методы контроля, в первую очередь, были направлены на выявление данных дефектов.

Визуально-измерительный контроль позволяет выявить наружные дефекты, такие как трещины, подрезы, свищи, прожоги, натеки, непровары корня и кромок. Также, при ВИК определяют дефекты размеров и формы швов, распределение чешуек, характер распределения металла в усилении шва, величину мениска, проплава и т. д. ВИК является обязательным независимо от видов деятельности, при которых применяется неразрушающий контроль. Этот метод является самым простым и позволяет получить до 50 % информации о качестве изделия, но отсутствует возможность автоматизации процесса, а результат выявления дефектов зависит от квалификации и ответственности проверяющего. При ВИК применяются лупы, линейки измерительные, угольники проверочные, щупы и микрометры.

Метод контроля течением позволяет выявить сквозные дефекты в изделиях и конструкциях, такие как поровые каналы, трещины, непровары, то есть те дефекты, которые не позволяют конструкции быть полностью герметичной. При контроле течением применяют теческаты, позволяющие определить очень малые течи, которые не могут быть выявлены никаким другим способом. Однако теческаты довольно сложны и дороги, поэтому их применяют для особо ответственных изделий [1].

При радиационном контроле хорошо выявляются объемные сварочные дефекты. Результаты контроля наглядны, поэтому по сравнению с другими методами неразрушающего контроля при радиационном контроле легче определить вид дефекта. Существуют следующие методы радиационного контроля: радиографический, радиоскопический и радиометрический. Радиографический метод прост в применении и имеет документальное подтверждение получаемых результатов. Радиоскопический метод уступает радиографии, но имеет повышенную достоверность получаемых результатов за счет стереоскопического видения

дефектов и рассмотрения сварного соединения под разными углами, позволяет проводить непрерывный контроль. Радиометрический метод позволяет получить информацию о дефектах в виде электрических сигналов различной величины, длительности и количества. При этом методе появляется возможность автоматизации процесса контроля и осуществление обратной связи, так же не уступает по чувствительности радиографии и является высокопроизводительным (за счет применяемого оборудования) [2].

К недостаткам радиационных методов необходимо, прежде всего, отнести вредность для человека, в связи с чем, требуются специальные меры радиационной безопасности: экранирование, увеличение расстояния от источника излучения и ограничение времени пребывания оператора в опасной зоне. Кроме того, радиационными методами плохо выявляются несплошности малого раскрытия (трещины, непровары), расположенные под углом более $7...12^\circ$ к направлению просвечивания, метод также малоэффективен для угловых швов.

Помимо неразрушающих методов контроля необходимо проводить механические испытания, проводимые на образцах-свидетелях. Для определения пластичности соединения рекомендуется проводить испытания на статический изгиб. Данные испытания проводят со скоростью не более 15 мм/мин на испытательных машинах или прессах с использованием опорных роликов. При этом становится возможным определить место образования трещины или разрушения (по металлу шва, металлу околошовной зоны или основному металлу). Для определения прочности соединения применяют испытания на разрыв.

Таким образом, для неразрушающего контроля сварных соединений топливного бака рекомендуется использовать следующие методы: визуально-измерительный, методы теческания, радиационные методы. Наиболее эффективные разрушающие методы, позволяющие определить прочность и пластичность сварного соединений это – испытания на статический изгиб и на разрыв.

Библиографические ссылки

1. Контроль качества сварки : учеб. пособие / под ред. В. Н. Волченко. М. : Машиностроение, 1975.
2. Радиационная, ультразвуковая и магнитная дефектоскопия металлоизделий : учебник. М. : Высш. шк., 1991. 271 с. : ил.

© Михель А. В., Жаркова А. В., 2014

УДК 621.3 (075.3)

П. А. Перфильев, А. И. Белоголов
 Научный руководитель – Б. Н. Казьмин
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ НА ОСНОВЕ ПЛАЗМЕННО-ЭЛЕКТРОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Рассмотрено электроснабжение летательных аппаратов путем получения электроэнергии на основе плазменно-электронных процессов. Приведена и описана блок-схема установки плазменно-электронного получения электроэнергии и метрологическое обеспечение установки.

Одной из важнейших бортовых систем любого космического летательного аппарата (КЛА), которая определяет его тактико-технические характеристики, надежность, срок службы экономическую эффективность, является система электроснабжения. Поэтому проблемы разработки исследования и создания систем электроснабжения КЛА имеют первостепенное значение.

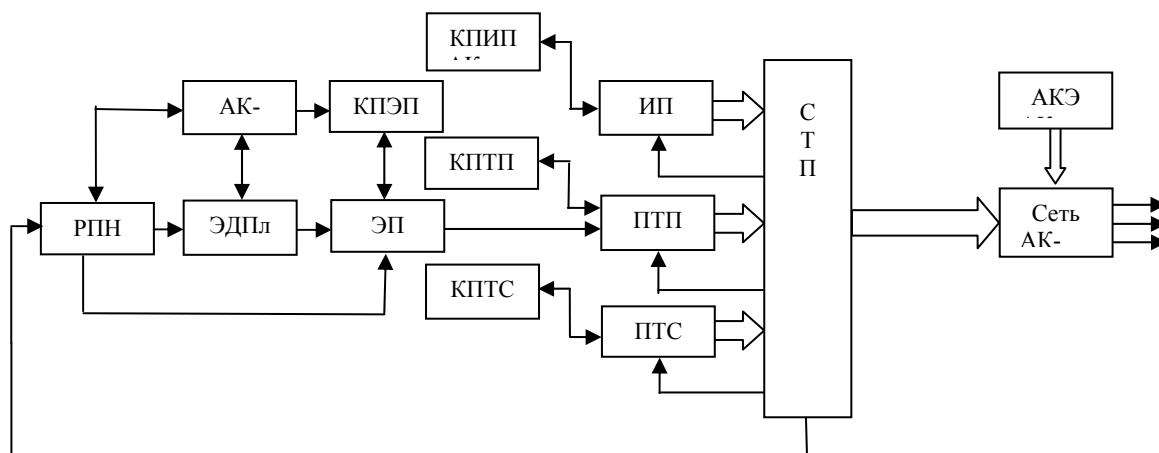
От энергетической установки во многом зависит конструктивное исполнение КЛА: габаритные размеры, масса и срок активного существования на орбите. Выход из строя энергоустановки влечет за собой выход из строя всего аппарата.

Надежность работы любой системы, как и в космического аппарата в целом, и его долговечность во многом определяется качеством электроснабжения. Именно поэтому к качеству электроснабжения предъявляются повышенные требования, которые необходимо контролировать и устанавливать в допустимых пределах отклонения.

Контроль и управление параметрами процессов плазменно-электронного получения электроэнергии является обязательным условием для создания высокоэффективного и надежного электроснабжения всех систем КЛА.

На рисунке представлена блок-схема установки плазменно-электронного получения электроэнергии и метрологическое обеспечение установки для контроля ее электрических характеристик, управления режимами работы с целью получения требуемых параметров вырабатываемой электроэнергии.

Представленная блок-схема установки плазменно-электронного получения электроэнергии может стать основой для создания высокоэффективных генераторов электрической энергии и электродинамических двигателей [1–3] которые, смогут работать на суше, в воде, в воздухе и в космосе, не сжигая традиционное топливо, не образуя вредные выбросы и отходы, негативно воздействующие на персонал и окружающую среду.



Блок-схема установки плазменно-электронного получения электроэнергии:

РПН – регулируемый преобразователь напряжения; АКПЭД – аппаратура контроля параметров электрической дуги; ЭДПл – электродуговой плазматрон; КПЭП – контроль параметров электронного пучка; ЭП – электронная пушка; ПТП – преобразователь токов проводимости; ИП – индукционный преобразователь; ПТС – преобразователь токов смещения; СТП – силовой трансформатор-преобразователь; КПИП – контроль параметров индукционного преобразователя; КПТС – контроль параметров токов смещения; АКЭ – аппаратура контроля электроэнергии

Библиографические ссылки

1. Казьмин Б. Н., Трифанов И. В. Об электронном генераторе электроэнергии // Вестник СибГАУ. 2011. Вып. 1(34). С. 25–28.
2. Казьмин Б. Н., Трифанов И. В., Рыжов Д. Р., Бородулин Р. В., Хоменко И. И. Физико-математи-

ческая модель перехода энергии электронного пучка в электрическую цепь. 2013. № 4. С. 57–61.

3. Казьмин Б. Н., Трифанов И. В. и др. Электродинамический двигатель : патент RU. № 2453972. Бюл. № 17. 20.05.2012.

© Перфильев П. А., Белоголов А. И., 2014

УДК 658.5

А. Н. Пурхало
Научный руководитель – Е. А. Журнова
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИНТЕГРАЦИЯ КАК ЗАКОНОМЕРНЫЙ ЭТАП РАЗВИТИЯ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА

Доказывается, что интегрированная система менеджмента является закономерным этапом развития современного бизнеса с учетом требования международных стандартов. Раскрыты достоинства и перспективы интеграции систем менеджмента.

В современных условиях экономического развития формирование стратегии развития предприятия должно быть ориентировано на повышение качества продукции и конкурентоспособности предприятия, и базироваться на современных концепциях, методах и подходах, объединяющих в себе мировой опыт. Организация должна соответствовать требованиям качества продукции, экономики, экологии, социальной политики, здоровья, производственной безопасности, информационной безопасности и безопасности продуктов питания. В решении этих вопросов, практически все промышленно развитые страны вступили в новый этап обеспечения устойчивого развития предприятия, характеризующийся созданием интегрированных систем менеджмента (ИСМ).

Интеграция – это объединение в целое отдельных частей и элементов в процессе совершенствования. Под интегрированной системой менеджмента понимается часть системы общего менеджмента предприятия, соответствующей требованиям двух или более международных стандартов на системы менеджмента и работающей как единое целое [1].

Построение эффективной информационной инфраструктуры является необходимым условием успеха проекта внедрения интегрированной системы.

Деятельность современного предприятия регламентирована международными стандартами. Россия, находясь в мировом сообществе и вступив в ВТО, не может отвергать необходимость создания ИСМ по требованиям следующих международных стандартов:

1. Решение задач управления качеством может обеспечиваться СМК-системой менеджмента качества по ИСО 9001:2011.

2. Предприятие должно управлять воздействием производства продукции на природу, используя СЭМ-систему экологического менеджмента по ИСО 14001.

3. Предприятие должно создать персоналу условия для производительного и безопасного труда, что обеспечивается системой менеджмента профессиональной безопасности и здоровья (СМПБ) OHSAS-18000.

4. Социальная среда, в которой существует предприятие, предъявляет к нему требования обеспеченности персонала в системе социальной ответственности SA 8000: комфортности труда, социальной защищенности, реализации социальных гарантий, благотворительности и поддержки общественных движений и этики ведения бизнеса.

5. Предприятия пищевой промышленности и производства лекарственных средств должны гарантиро-

вать безопасность продукции, чистоту и гигиену производства, внедряя Систему менеджмента безопасности продуктов питания ИСО 22000:2007 [2].

С учетом требований вышеперечисленных стандартов и стратегии развития бизнеса можно построить современную интегрированную систему менеджмента (ИСМ) предприятия, ориентированную на концепцию устойчивого развития. Целесообразность создания максимально интегрированных систем менеджмента не вызывает сомнений. К числу явных достоинств таких систем можно отнести:

- интегрированная система обеспечивает большую согласованность действий внутри организации, усиливая тем самым синергетический эффект, заключающийся в том, что общий результат от согласованных действий выше, чем простая сумма отдельных результатов (когда, согласно парадоксу Аристотеля, «один плюс один больше двух»);

- интегрированная система минимизирует функциональную разобщенность в организации, возникающую при разработке автономных систем менеджмента;

- создание интегрированной системы, как правило, значительно менее трудоемко, чем нескольких параллельных систем;

- число внутренних и внешних связей в интегрированной системе меньше, чем суммарное число этих связей в нескольких системах; объем документов в интегрированной системе значительно меньше, чем суммарный объем документов в нескольких параллельных системах;

- в интегрированной системе достигается более высокая степень вовлеченности персонала в улучшение деятельности организации;

- способность интегрированной системы учитывать баланс интересов внешних сторон организации выше, чем при наличии параллельных систем;

- затраты на разработку, функционирование и сертификацию интегрированной системы ниже, чем суммарные затраты при нескольких системах менеджмента и т. д. [3].

Международный опыт показывает, что польза интеграции систем основана на совмещении ключевых процедур и документации, что позволяет систематизировать процесс управления, снизить разного рода издержки, в том числе на ликвидацию последствий принятия ошибочных управленческих решений. Таким образом, поэтапно достигается: введение единых процедур менеджмента посредством избранных элементов деятельности организации – например в об-

ласти планирования, обучения персонала и т. п.; создание объединенной системы документации, единое и полное ведение документации; организация параллельного и частично совместного контроля за функционированием систем – аудит, анализ со стороны руководства; возможность расширения системы, включения новых компонентов, гибкость.

Успех организации во многом зависит от того, насколько адекватно и оперативно система менеджмента отражает наиболее значительные и закономерные изменения во внешней среде. Четко отработанные и зарекомендовавшие себя подходы систем менеджмента качества, систем экологического менеджмента, систем обеспечения безопасности труда и здоровья персонала, систем обеспечения промышленной безопасности и защиты в чрезвычайных ситуациях позволяют адаптировать компании к специфическим условиям среды, но только их интеграция как закономерный этап развития систем менеджмента создает возможность устойчивого развития организаций. Перефразируя В. Э. Деминга, сегодня можно сказать: «Вы

не обязаны внедрять у себя интегрированную систему менеджмента, поскольку выживание не есть ваша обязанность».

Таким образом, диверсификация управленческой деятельности, формирование систем менеджмента на соответствие международным стандартам и их интеграция рассматриваются, прежде всего, как важнейшие тенденции развития современного управления, факторы эффективного управления, залог конкурентоспособности в долгосрочной перспективе.

Библиографические ссылки

1. Виханский О. С. Менеджмент : учебник. 3-е изд. М. : Экономист, 2012.
2. Бовыкин В. И. Новый менеджмент: управление предприятием на уровне высших стандартов. М. : Экономика, 2013.
3. Друкер П. Эффективное управление. М. : ФАИР-ПРЕСС, 2013. 288 с.

© Пурхало А. Н., 2014

УДК 658.56

А. И. Рожкова, Е. Ю. Подшибякина
 Научный руководитель – *С. А. Копыткова*
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ СОДЕРЖАНИЯ ГЕРМАНИЯ В СЫРЬЕ И ПРОДУКТАХ ПЕРЕРАБОТКИ ЛИГНИТОВ НИЖНЕГО ПРИАНГАРЬЯ

Установлен состав германийсодержащих лигнитов Нижнего Приангарья. Разработана методика выполнения измерений концентрации германия в сырье и продуктах его переработки методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой.

Производство полупроводникового германия высокого качества вносит вклад в экономическую и оборонную безопасность России, так как от него зависит развитие аэрокосмической и военной техники. В связи с развитием полупроводниковых нанотехнологий монокристаллы германия имеют колоссальную перспективу в фотоэлектронике для изготовления солнечных элементов и в производстве радиационно-стойких фотоэлектрических детекторов.

Основным производителем германия в России является красноярская организация ОАО «Германий». Стратегическим вопросом для него является источник собственного сырья.

В связи с этим большой интерес представляют малоизученные германийсодержащие лигниты, месторождение которых открыто в Нижнем Приангарье в бассейне реки Сым.

Методом рентгеновского флуоресцентного анализа с использованием спектрометра ARL Quant X (Thermo Fisher Scientific) установлено, что в составе лигнита, помимо углерода, содержатся кремний (~11,0 %), алюминий (~10,0 %), калий (~1,0 %), железо (~6,0 %), кальций (~2,0 %), а также в незначительном количестве (<0,1 %) редкие элементы – германий, неодим, галлий, лантан, скандий.

Для точного определения содержания германия в лигните разработана методика выполнения измерений методом атомно-эмиссионного анализа с индуктивно связанной плазмой на спектрометре iCAP-6300 Duo (Shimadzu).

На первой стадии лигнит подвергается озолению в муфельной печи при 500 °С в течение 1 ч. Далее проводится разложение пробы золы в полипропиленовой пробирке с винтовой крышкой с использованием 3 см³ раствора азотной и 5 см³ фтористоводородной кислот. Полное растворение пробы достигается в системе пробоподготовки Hot Block. В качестве внутреннего стандарта используется раствор кадмия в количестве 5 см³ на 50 см³ раствора. В заключение проводится определение концентрации германия в растворе методом атомно-эмиссионного анализа с индуктивно связанной плазмой на длине волны 265,118 нм. Ошибка измерений составляет $\pm 5 \times 10^{-4} \%$ [1].

Библиографическая ссылка

1. ГОСТ 10175–75. Угли бурые, каменные, антрациты, углистые аргиллиты и алевролиты.

© Рожкова А. И., Подшибякина Е. Ю., 2014

УДК 629.76

А. А. Савоста

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

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЛИТЫХ ЗАГОТОВОК НА ОСНОВЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ РАСПЛАВА

Описана сущность способа высокотемпературной обработки расплава при производстве литых заготовок турбонасосного агрегата.

Технологический режим выплавки сплавов, основанный на исследовании их физико-химических свойств в жидком состоянии и обеспечивающий формирование оптимальной и равновесной в данных условиях структуры расплава, получил в промышленности название высокотемпературной обработки расплава (ВТОР).

Основной проблемой литья по выплавляемым моделям является неспособность управлять процессом кристаллизации, последствием чего является появление усадочных (пор и рыхлот) дефектов в отливках. Для того чтобы изготовить качественную деталь, необходимо подготовить расплав. У хорошо подготовленного расплава должны отсутствовать всякие следы предыстории, он должен быть равновесным, т. е. в данных условиях максимально однородным. Наиболее доступным и достаточно эффективным методом формирования равновесной структуры расплава является температурное воздействие – ВТОР [1].

Сущность способа заключается в том, что расплав необходимо нагреть до критической температуры, t_k . При достижении данной температуры, энергия теплового движения частиц расплава становится соизмеримой с энергией разрыва наиболее прочных межатомных взаимодействий в неравновесных атомных ассоциациях, другими словами, с энергией активации процессов миграции наиболее сильно связанных частиц. Требуется также установить опытным путем необходимую продолжительность выдержки расплава

при критической температуре. Достаточно, как правило, 10–15 минут [1].

Положительные изменения в структуре привели к получению изделий с более высокими механическими свойствами. Применение ВТОР позволило увеличить кратковременные прочностные характеристики сплавов на 10–25 %, пластичность в 2–3 раза, ударную вязкость в 1,5–3 раза, предел длительной прочности на 10–20 %. Это привело к увеличению ресурса эксплуатации деталей в составе изделий на 30–50 %, повышению выхода годных отливок ответственного назначения на 15–20 %, позволило использовать металлургические и литниковые отходы и обеспечило экономию остродефицитных литейных сплавов [2].

Высокотемпературная обработка расплава является эффективной операцией при изготовлении литых деталей методом литья по выплавляемым моделям.

Библиографические ссылки

1. Оборин Л. А. Научно-технологические основы производства литых деталей по выплавляемым моделям для силовых установок летательных аппаратов : монография ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2013. 238 с.

2. Оборин Л. А., Колмыков В. А., Назаров В. П. Высокотемпературная обработка литых корпусных деталей турбонасосных агрегатов // Вестник СибГАУ. Красноярск, 2012. № 4. С. 92–93.

© Савоста А. А., 2014

УДК 621.833

Н. В. Тетерина, Ю. В. Скутина

Научный руководитель – Л. С. Малько
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ОКОНЧАТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ПЕРЕХОДНОЙ ЧАСТИ ЗУБА КРУПНОМОДУЛЬНЫХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Речь ведется о разработке инструмента, предназначенного для обработки переходной части зуба крупномодульных зубчатых колес. Это обеспечит сокращение времени на изготовление инструмента, экономию на материальных затратах на техническую оснастку.

При нарезании зубчатых колес, подвергаемых операции термической обработки и последующим шлифованию рабочей части, обычно у основания зубьев предусматривается выполнение поднутрения (выкружки).

Выкружка делается для того, чтобы исключить образование уступа у ножки при последующим шлифовании. Наличие уступа весьма незначительна, так как он является концентратором напряжений и уменьшает изгибную прочность и выносливость зубьев колеса [1].

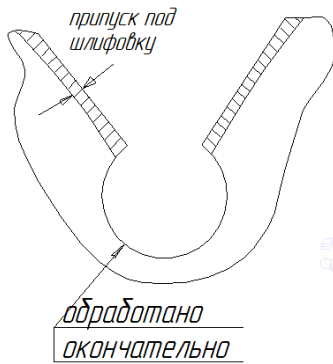


Рис. 1. Схема впадин зубьев с выкружкой и припуском под шлифование

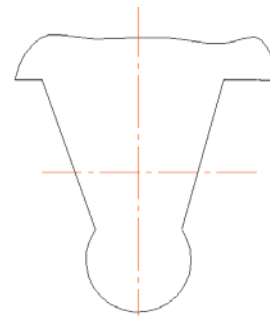


Рис. 2. Схема утолщения (протуберанца)

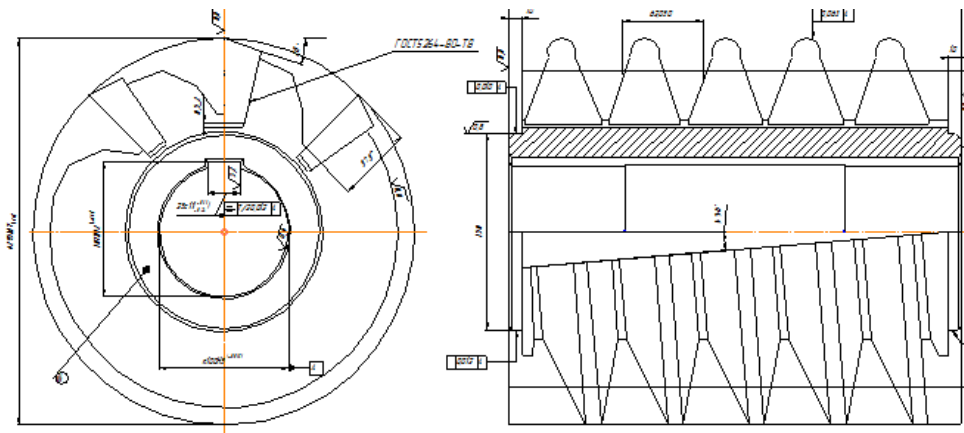


Рис. 3. Чертеж червячной фрезы с «протуберанцем»

Применяемый для нарезания колес инструмент, должен иметь сложный производящий реечный контур с протуберанцем, то есть с утолщением на головках зубьев фрезы.

Для этих целей обычно используется червячные фрезы. Однако, наличие протуберанца делает фрезу сугубо специальным инструментом, так как ее нельзя применять в последующим для нарезания зубчатых колес без выкружки. Конструкция червячной фрезы с протуберанцем приставлена на рис. 3.

Данный разрабатываемый инструмент позволяет усовершенствовать процессы обработки зубьев. При этом он является специальным инструментом для изготовления крупномодульных зубчатых колес.

Учитывая тот факт, что червячная фреза представляет собой дорогостоящий инструмент (например, стоимость червячной фрезы $m = 20$ мм., составляет порядка 100–150 тыс. руб.) предлагается с целью сокращения расходов на инструмент выполнение выкружки осуществлять специальным однозубым инструментом.

1. Из стали Р6М5
- 2–3. Из стали 40Х

При конструировании данного инструмента расчетными размерами является профиль режущей кромки.

Методика расчета режущей кромки заключается в следующем:

1. Составление расчетной схемы профиля зуба.

$$\begin{aligned}
 X_{\alpha} &= r(\sin(\varphi - \varphi_s) - \varphi \cdot \cos \alpha \cdot \cos(\varphi - \varphi_s + \alpha)) \\
 Y_{\alpha} &= r(\cos(\varphi - \varphi_s) - \varphi \cdot \cos \alpha \cdot \sin(\varphi - \varphi_s + \alpha)) - r_j \\
 X_n &= -(H' \operatorname{tg} \alpha + \sigma_0 \cos \alpha \sigma_0 + r\varphi) \cdot \cos(\varphi - \varphi_s) + \\
 &\quad + (-H'' - \sigma_0 \sin \varphi + r) \cdot \sin(\varphi - \varphi_s) \\
 Y_n &= (H' \operatorname{tg} \alpha + \sigma_0 \cos \alpha - \sigma_0 \cos \varphi + r\varphi) \cdot \sin(\varphi - \varphi_s) + \\
 &\quad + (-H'' - \sigma_0 \sin \varphi + r) \cdot \cos(\varphi - \varphi_s) - R.
 \end{aligned}$$

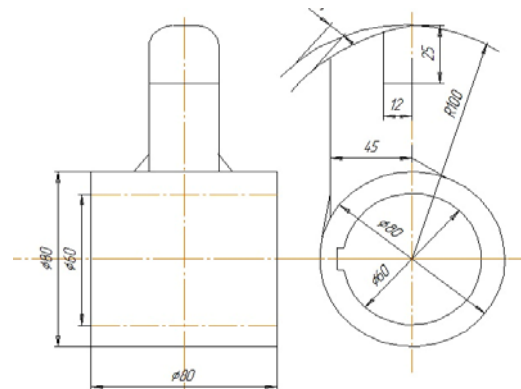


Рис. 4. Чертеж конструкции однозубого инструмента

2. Алгоритм расчета профиля зуба:

Имея исходные данные ($m, z, \alpha, H' = m$) рассчитываем следующие параметры:

- а) половину угловой толщины зуба шестерни;
- б) наружный диаметр шестерни;
- в) радиус окружности впадин шестерни;
- г) радиус закругления профиля червячной фрезы, используемой для нарезания зубьев шестерни;
- д) угол параметра;
- е) рассчитываем интервал текущего параметра φ в градусах для эвольвентой части профиля зуба;
- ж) рассчитываем значение параметра φ в градусах для эвольвентой части профиля шестерни в интервале;
- з) расчет координат эвольвентой части профиля;
- и) рассчитываем интервал текущего параметра φ в градусах для переходной части профиля зуба;
- к) рассчитываем значение параметра φ в градусах для переходной части профиля шестерни в интервале;
- л) расчет углового параметра ψ в градусах, определяющего координаты производительной точки за-

кругления на вершинах зубьев червячной фрезы, формирующий профиль зуба шестерни;

- м) расчёт координат переходной части профиля зуба шестерни;

Таким образом, для отрасли машиностроения необходим инновационный подход, для высокого развития промышленности на рынке, так как инновационный процесс в мире не стоит на месте. Данный инструмент обеспечивает снижение затрат на изготовление крупномодульных зубчатых колес.

Библиографические ссылки

1. Журнал «Популярная механика». 2011. № 10.
2. Журнал «Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии». № 1/265(531).

© Тетерина Н. В., Скутина Ю. В., 2014

УДК 621.7.4

Д. В. Третьякова

Научный руководитель – *И. В. Трифанов*
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ТРУБ ВОЛНОВОДОВ

Разработана приближенная модель формирования поверхностного слоя при изготовлении труб волновода прямоугольного сечения методом многостороннего деформирования.

Сущность метода многостороннего деформирования заключается в деформирующем протягивании трубчатой заготовки при одновременном многостороннем обжати ее регулируемой роликовой фильерой с внешней стороны и формировании канала волновода прямоугольного сечения неподвижным инструментом-дорном [1].

Модель формирования поверхностного слоя при изготовлении труб волноводов прямоугольного сечения методом многостороннего деформирования показана на рис. 1.

Толщина стенки трубы волновода h может изменяться от 0,6 до 1,2 мм. Поверхностный слой стенки волновода можно условно разделить на несколько зон (рис. 2).

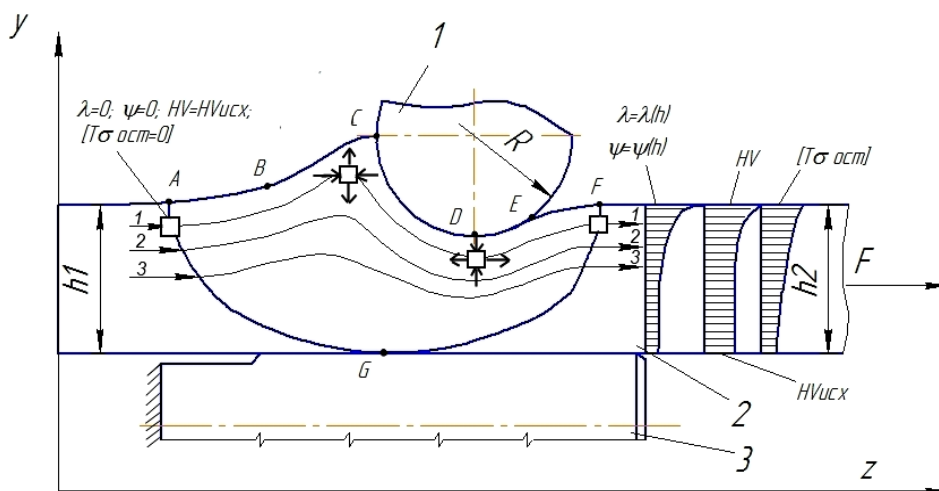


Рис. 1. Модель формирования поверхностного слоя при изготовлении трубы волновода методом многостороннего деформирования:

1 – ролик роликовой фильеры; 2 – волновод-труба; 3 – инструмент-дорн; λ – степень деформации сдвига; HV – твердость по Виккерсу; ψ - степень использования запаса пластичности сплава 32НҚД; $\sigma_{ост}$ – остаточные напряжения; 1, 2, 3 – поверхностные зоны

Наружные слои трубы волновода после обработки, имеющие микро- и макро отклонения от идеальной геометрической формы и измененные механические свойства по сравнению со свойствами основного материала, называются поверхностным слоем (рис. 2, I, V).

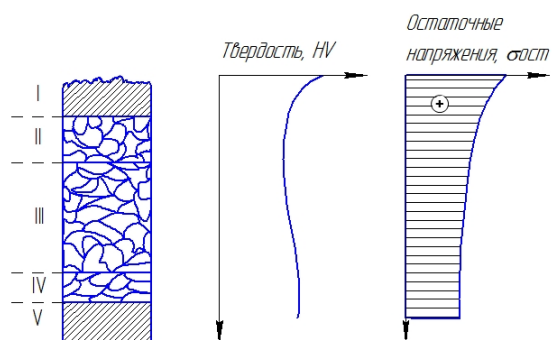


Рис. 2. Структура слоев стенки трубы волновода:
I, V – поверхностные микрослои; II, IV – зона подкладки;
III – переходная зона материала

Глубина поверхностных слоев зависит от состава и свойств сплава 32НҚД, от методов и режимов обработки и технологической наследственности, полученной после предварительного изготовления заготовок труб круглого сечения. Физико-механические свойства поверхностных слоев отличаются от исходного материала. Материал поверхностного слоя испытывает наклеп, изменяется его структура, микротвердость, образуется остаточные напряжения, изменяется пластичность, которая может приводить к образованию микротрещин. Степень и глубина наклепа изменяются в зависимости от вида нагружения и режимов механической обработки, геометрии ролика роликовой фильеры инструмента-дорна. Для исследования со-

стояния поверхностного слоя широко используют рентгеновский метод, с помощью которого определяют остаточные напряжения и наклеп, также может использоваться измерение и структурный анализ.

Поверхностные слои можно разделить:

- на поверхностные микрослои (I, V рис. 2) с глубиной 10...20 мкм, обладающие субмикрощероховатостью и микротвердостью, характеризующиеся резко выраженной деформацией, большим искажением кристаллической решетки металла, раздроблением зерен, более высокой твердостью;

- слои (II, IV рис. 2), относящиеся к зоне подкладки и имеющие толщину 0,1...0,3 мм, характеризующиеся деформацией; в зоне наблюдается вытягивание зерен, наволакивание одних зерен на другие, понижение твердости;

- переходная зона до основного металла (III рис. 2) составляет по толщине 0,2...0,4 мм, состояние металла постепенно приближается к соответствию основного металла.

При изготовлении труб волноводов методом многостороннего деформирования толщина слоев I, V составляет 0,62...1,44 мм при толщине стенки от 0,62...1,5 мм, т. е. металл стенки волновода подвергается деформации на всю толщину и величина зоны V равна 0.

Библиографическая ссылка

1. Трифанов И. В., Оборина Л. И., Исмаилов Б. Н. Методы разработки конструкторских решений и обеспечения качества при изготовлении волноводных элементов КВЧ-диапазона : монография ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2010. 152 с.

© Третьякова Д. В., 2014

УДК 621.396.677.73

А. В. Ултургашева

Научный руководитель – *И. В. Трифанов*

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

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РУПОРНОЙ АНТЕННЫ

Рассмотрены стадии изготовления конической рупорной антенны с активной ребристой поверхностью и преимущества газотермического напыления.

В современном мире инновационных технологий важны стабильность и надежность работы системы связи, увеличение скорости передачи и обработки информации, что является основанием создания эффективной и технологической элементной базы антенно-фидерных устройств. Неотъемлемой частью элементной базы антенно-фидерного устройства является рупорная антенна с активной ребристой поверхностью, которая требует высокой точности изготовления и малой шероховатости рабочей поверхности.

Рупорная антенна с ребристой структурой может изготавливаться методом газотермического напыле-

ния. Мною была разработана опытная технология, которая заключается в следующем: изготавливаем коническую оправку из стали 40Х13, размеры которой соответствуют внутренней полости рупора, что может обеспечить формирование его сечения с заданной точностью. Точим шайбы и кольца, размеры и шероховатость поверхности которых соответствуют геометрическим размерам ребер и пазов. Ребра рупорной антенны должны быть изготовлены из электропроводного материала, поэтому они формируются из медных колец М1, изготовленные с точностью 0,02 мм и шероховатостью Ra 0,2...0,16 мкм, а пазы

формируются из алюминиевых колец АМГ-6, так как этот материал может легко удаляться методом растворения. Затем идет сборка колец на оправке, и последующее газотермическое напыление, при котором наносят рабочий слой 0,8–1,0 мм медным порошком ПМС-1 ГОСТ 4960–75 с фракцией 50...75 мкм [1]. Напыление происходит следующим образом. Сначала идет расплавление медного порошка, а затем его последующее напыление газовым потоком на собранную оправку с кольцами. В микрозоне удара потока частиц расплава о покрываемую поверхность происходит деформация и растекание покрытия из меди. Таким образом формируется кольцевой слой при вращении оправки в сборе с кольцами. Связь напыляемых частиц с основой происходит за счет тепловой и кинетической энергии, которая определяется температурой расплава и скоростью напыления этих частиц. Связь покрытия с основой – адгезия, осуществляется за счет межмолекулярных сил и механического сцепления с неровностями развитой шероховатой поверхности [2]. Для удаления алюминиевых колец с

целью образования ребристой структуры, производится их травление раствором на основе щелочи (300 г/л), а затем осуществляется промывка и контроль геометрических параметров.

Установлено, что с помощью газотермического напыления при изготовлении рупорной антенны, может быть достигнута высокая точность геометрических размеров, малая шероховатость рабочей поверхности и низкая трудоемкость изготовления рупорной антенны, которую трудно обеспечить при формообразовании ребристых канавок лезвийной обработкой.

Библиографические ссылки

1. Лубнин М. А., Трифанов И. В. Технология изготовления волноводов : учеб. пособие. В 2 ч. САА. Красноярск, 1993. Ч. 1. 154 с.
2. URL: <http://www.rudetrans.ru/5/04/2014> (дата обращения: 18.03.2014).

© Ултургашева А. В., 2014

УДК 621.941.08

Е. Ю. Чуваева, Р. Ю. Спиридонов
 Научный руководитель – *Л. С. Малько*
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА БОКОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ШПОНОЧНЫХ ПАЗОВ ПО ПАРАМЕТРУ ШЕРОХОВАТОСТИ

Показано решение задачи по обеспечению качества боковых поверхностей шпоночных пазов по параметру шероховатости с одновременным снижением затрат на режущий инструмент и основного времени на выполнение операции протягивания.

Для передачи крутящего момента деталям, сопряженным с валом, широко применяют шпоночные соединения. Обработку шпоночных пазов на валах для призматических шпонок, как правило, выполняют фрезерованием на шпоночно-фрезерных станках. Фрезерование пазов для сегментных шпонок производят специальной дисковой фрезой на фрезерных станках. Шпоночные пазы в отверстиях втулок в серийном и массовом производстве обрабатывают протягиванием на протяжных станках [1].

Протягивание – вид обработки металлов резанием, при котором используется специальный режущий инструмент, так называемые протяжки.

Одним из показателей качества боковых поверхностей шпоночных пазов является шероховатость обработанной поверхности [2].

Требования по шероховатости поверхности шпоночного паза, в зависимости от условий работы шпоночного соединения, количественно могут оцениваться шероховатостью $Ra > 2,5$ или $Ra \leq 2,5$ мкм [3].

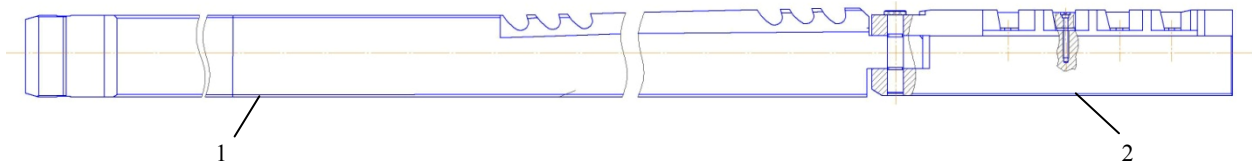
В зависимости от этих требований применяется одна протяжка (при $Ra > 2,5$ мкм) или комплект из двух протяжек (при $Ra \leq 2,5$ мкм). В последнем случае, как правило, применяют черновую и чистовую протяжку различного конструктивного исполнения.

Черновая протяжка используется как и обычная шпоночная протяжка, в один или несколько проходов образуя необходимые размеры шпоночного паза. Зубья черновой протяжки находятся наверху, непосредственно для продольного нарезания шпоночного паза.

На следующем этапе мы используем чистовую протяжку. Характерной ее особенностью является то, что зубья данной протяжки находятся по бокам. В результате протягивания чистовой протяжки через уже готовый шпоночный паз мы получаем паз с боковыми поверхностями повышенной чистоты.

Описанный процесс получения паза повышенной чистоты требует затрат как во времени, необходимом для осуществления проходов протяжек и их смены, так и в материале необходимом для изготовления двух протяжек вместо одной. Именно поэтому целесообразно использовать протяжки с выглаживающим хвостовиком.

Протяжка с выглаживающим хвостовиком – это обычная черновая протяжка, с немного измененным концом к которому крепится посредством штифтового соединения специальный выглаживающий хвостовик.



Режущий инструмент:

1 – шпоночная протяжка; 2 – выглаживающий хвостовик

Он существенно меньше чем чистовая протяжка, однако выполняет такую же функцию и позволяет сократить затраты на материал, так как не нужно изготавливать цельную чистовую протяжку, а также сократить расходы на рабочее время благодаря тому, что при процессе нарезания шпоночного паза сразу происходит и обработка боковой поверхности шпоночного паза.

На рисунке представлен эскиз выполнения данного режущего инструмента. Под номером 1 обозначена обычная шпоночная протяжка, которая снимает поверхностный слой материала на черновой операции, под номером 2 обозначен выглаживающий хвостовик, который снимает меньший слой металла, выравнивает поверхность, снижает шероховатость и обеспечивает более высокое качество шпоночного паза.

Таким образом, применение протяжек с выглаживающим хвостовиком позволяет обеспечить требуемую шероховатость поверхности и снижение себестоимости операции за счет сокращения расходов на материал инструмента и времени на операцию протягивания.

Библиографические ссылки

1. Суслов А. Г. Технология машиностроения : учебник. 2-е изд. перераб. и доп. М. : Машиностроение, 2007. 430 с.
2. Инженерия поверхности деталей / под ред. А. Г. Суслова. М. : Машиностроение. 2008. 320 с.
3. URL: <http://www.ngpedia.ru>.

© Чуваева Е. Ю., Спиридонов Р. Ю., 2014

УДК 657.6

А. И. Шевелева

Научный руководитель – *Ю. Г. Малахова*

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

ПРИМЕНЕНИЕ ВНУТРЕННЕГО АУДИТА НА ПРЕДПРИЯТИИ

Определены основные этапы проведения внутреннего аудита на предприятии. Описаны наиболее эффективные методы для проведения аудита. Рассмотрены подходы для организации внутреннего аудита на предприятии, выявлены их достоинства и недостатки.

Внутренний аудит – это регламентированная внутренними документами организации деятельность по контролю звеньев управления и различных аспектов функционирования организации, осуществляемая представителями специального контрольного органа в рамках помощи органам управления организации [1].

Внутренние аудиты являются эффективной формой контроля руководством системы менеджмента качества предприятия. Это понятие далеко не новое, но все же только в последние годы внутренний аудит стал активно развиваться в отечественной среде и приобрел свою популярность. Крупные компании и предприятия уже активно поддерживают данную концепцию, используя услуги внутренних аудиторов как дополнительные ресурсы, помогающие им осуществлять функции по управлению предприятием.

Важным фактором является планирование мероприятий проводимых в ходе аудиторской проверки – от этого зависит эффективность проведения данной процедуры.

Внутренний аудит включает в себя ряд последовательных этапов:

1. Планирование аудита.
2. Подготовка к проведению аудита.
3. Проведение аудита на месте.
4. Сбор и анализ результатов аудита, а также разработка конструкторской документации и предупреждающих действий.
5. Регистрация результатов и оформления дела по аудиту.
6. Информирование вышестоящих руководителей о результатах аудита.

Внутренний аудит регламентируется внутренними документами организации, предоставляет независимые и объективные гарантии и консультации, направленные на совершенствование деятельности организации. Он помогает предприятию достигать поставленные цели и задачи, при этом используя систематизированный и последовательный подход к оценке и повышению эффективности контроля, управления рисками и системы управления [2].

Для проведения внутреннего аудита, наиболее эффективны следующие методы:

- анализ документации;

- опрос персонала;
- наблюдение за объектом;
- анализ и сравнение полученных данных.

Существуют два подхода к организации внутреннего аудита: аудит процессов и аудит подразделений. При аудите процесса осуществляется проверка совокупности взаимосвязанных и взаимодействующих видов деятельности, которые преобразуют входы в выходы [3]. Системный подход к аудиту можно определить как подход, основанный на построении проверки по принципу от общего к деталям и снова к общему. У каждого подхода есть свои сильные и слабые стороны, их можно сравнить по нескольким критериям. Процессный подход требует тщательного планирования и хорошей координации при проведении, так как под аудитом процесса подразумевается изучение деятельности по получению некоторого результата, проходящей через разные подразделения. Причем эти подразделения могут располагаться в разных местах, даже в разных городах или странах [4]. С аудитом подразделений дела обстоят иначе, границы в рамках организационной структуры в данном подходе определить проще, также организация и координация работ в одном или нескольких независимых подразделениях упрощается, в отличие от нескольких взаимосвязанных общим процессом подразделений. Достоинством аудита процессов является то, что он позволяет собрать свидетельства для обоснованного решения об улучшении процессов и системы в целом. Аудит подразделений позволяет получить данные по фрагментам, на основе которых можно принять обоснованное решение лишь о локальных улучшениях, что может стать риском нарушения целостности системы.

Если подвести итог, по выше изложенным подходам, то можно сказать, что если предприятие готово поддерживать существованием СМК, обеспечивая ее функционирование на невысоком уровне, то планирование и проведение внутренних аудитов системы «от подразделений» вполне может быть работоспособным.

Однако если предприятие заинтересовано в получении более подробных данных о работе своей СМК

и ее совершенствовании на основе этих данных, то для него, наиболее приемлемый подходом будет являться аудит процессов, так как он может обеспечить достижение подобных целей.

Для того чтобы поддерживать СМК в рабочем состоянии и постоянно повышать эффективность ее функционирования, необходимо постоянное совершенствование и улучшение всех процессов предприятия. А для того чтобы выявить приоритеты таких улучшений, необходимо эффективно использовать внутренний аудит [5].

Внутренний аудит не является обязательно процедурой, он носит добровольный характер и определяется руководством. Но все же, предприятия, которые не проводят ни мероприятия контроля, ни аудита, должны осознавать значительные риски, которые могут возникнуть. По статистике, предприятия, которые больше внимания уделяют внутреннему аудиту, добиваются больших успехов в выполнении планов и бюджетов. Из чего можно сделать вывод, что для эффективной деятельности предприятия и повышения его конкурентоспособности необходимо постоянное улучшение, распространяемое как на все процессы компании, так и на предоставляемые услуги и систему менеджмента качества в целом.

Библиографические ссылки

1. Бейсова Р. С. Аудит качества : учеб. пособие. Ульяновск : Изд-во УлГТУ, 2006. 66 с.
2. Трофимов А. В. Аудит качества : учеб. пособие. Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. 96 с.
3. Управление качеством продукции: аудит в системе менеджмента качества : учеб. пособие / С. В. Пономарев, С. В. Мищенко, А. В. Трофимов, В. А. Самородов. Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2006. 96 с.
4. Тиссин В. И. Управление качеством. М.: МарТ, 2003. 400 с.
5. Аристов О. В. Управление качеством : учебник. М. : Инфра-М, 2007. 240 с.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Секция
«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ, УПРАВЛЕНИЯ
И АНАЛИЗА ДАННЫХ»

УДК 519.863

С. Н. Бондаренко
Научный руководитель – О. В. Шестернева
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

**РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
КАПИТАЛЬНЫХ ВЛОЖЕНИЙ В ПРЕДПРИЯТИЕ ИНТЕРНЕТ ТОРГОВЛИ**

Приводятся пути решения задачи повышения эффективности капитальных вложений в предприятие интернет торговли с целью получения максимальной прибыли при минимальных затратах на маркетинговую компанию.

В современном мире все чаще люди совершают свои покупки с помощью сети интернет, что, несомненно, приводит к росту количества предприятий интернет торговли. Начиная свой бизнес в сфере интернет продаж многие предприниматели сталкиваются с необходимостью привлечения клиентов, определения наиболее эффективных категорий продаваемых товаров, прогнозирования спроса, а так же создания оптимального, с точки зрения эффективности, маркетингового плана. Основной проблемой является то, что для каждого интернет магазина необходимо разрабатывать свой алгоритм продвижения ресурса, его рекламную компанию, анализировать рынок и не каждый предприниматель может позволить себе выделить большую часть бюджета для реализации этих целей.

На сегодняшний день не существует стандартизированных подходов для решения этой проблемы, существующие алгоритмы либо малоэффективны, либо очень дороги в реализации. В связи с этим были рассмотрены и проанализированы два подхода решения данной задачи – статический и динамический. В статическом случае бюджет компании не меняется с течением времени, в динамическом случае бюджет каждого следующего месяца рассчитывается на основании разницы доходов предыдущих месяцев.

Для решения этой задачи в статическом случае используется разработка алгоритма, основанного на анализе эффективности различных групп товаров [1] и последующем построении оптимального маркетингового плана. В данном случае под эффективностью понимается отношение числа просмотров к количеству заказов.

В динамическом же случае возникает необходимость решения задачи прогнозирования доходов с помощью нейронной сети [2], для ежемесячного перераспределения маркетингового бюджета предприятия и разработки маркетингового плана, который бы позволил вывести предприятие на границу эффективности.

В настоящее время вышеизложенные подходы проходят тестирование на интернет ресурсе «Muzman.ru».

Библиографические ссылки

1. Замков О. О., Толстопятенко А. В., Черемных Ю. Н. Математические методы в экономике. М. : Дело и Сервис, 2004.
2. Айвазян С. А., Мхитарян В. С. Прикладная статистика и основы эконометрики. М. : ЮНИТИ, 1998.

© Бондаренко С. Н., 2014

УДК 519.7

Д. В. Борисов
Научный руководитель – В. А. Ланко
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

**ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ РЕГРЕССИОННОЙ ОЦЕНКИ ПЛОТНОСТИ ВЕРОЯТНОСТИ
ОТ МЕТОДОВ ДИСКРЕТИЗАЦИИ ОБЛАСТИ ЕЁ ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

Исследуются аппроксимационные свойства регрессионной оценки плотности вероятности. Устанавливается зависимость свойств регрессионной оценки плотности вероятности от методов дискретизации интервала значений случайной величины. Определена процедура оптимального выбора количества интервалов дискретизации. Результаты исследований имеют важное значение при решении задач проверки гипотез о распределениях случайных величин и достоверного оценивания плотности вероятности.

Пусть имеется выборка $V = (x^i, i = \overline{1, n})$ из n независимых значений одномерной случайной величины x с неизвестной плотностью вероятности $p(x)$. Разобьем область определения $p(x)$ на N непересекающихся интервалов длиной 2β и сформируем множества случайных величин $X^j, j = \overline{1, N}$. В качестве характеристик X^j примем частоту \bar{P}^j попадания случайной величины x в j -й интервал и его центр z^j . На основе полученной информации определим массив данных $V_1 = (z^j, \bar{P}^j / (2\beta), j = \overline{1, N})$, составленный из центров z^j введенных интервалов и соответствующих им значений оценок плотности вероятности. В качестве приближения по эмпирическим данным V_1 искомой плотности вероятности $p(x)$ примем статистику [1; 2]

$$\bar{p}(x) = c^{-1} \sum_{j=1}^N \bar{P}^j \Phi\left(\frac{x - z^j}{c}\right), \quad (1)$$

в которой ядерные функции $\Phi(u)$ являются положительными, симметричными и нормированными. Коэффициенты размытости c ядерных функций характеризуют область их определения.

$$W_2(N) = \left(\frac{(\|\Phi(u)\|^2)^4 \|p^{(2)}(x)\|^2}{2N^4} \right)^{\frac{1}{5}} \times \left(\frac{3}{2} (\Delta \|p(x)\|^2)^{4/5} + \frac{N^2}{n (\Delta \|p(x)\|^2)^{1/5}} \right). \quad (2)$$

В работе [1; 2] получено асимптотическое выражение среднеквадратического отклонения $M \int (p(x) - \bar{p}(x))^2 dx$ регрессионной оценки $\bar{p}(x)$ (2) от восстанавливаемой плотности вероятности $p(x)$. Здесь приняты следующие обозначения: $\|p(x)\|^2 = \int p^2(x) dx$, $\|p^{(2)}(x)\|^2 = \int (p^{(2)}(x))^2 dx$, $\|\Phi(u)\|^2 = \int \Phi^2(x) dx$; $p^{(2)}(x)$ – вторая производная $p(x)$ по x ; Δ – длина интервала значений случайной величины; M – знак математического ожидания. Будем восстанавливать плотность вероятности случайной величины с нормальным законом распределения. Для выбора количества интервалов дискретизации области изменения значений случайной величины используются формулы:

Хайнкольда и Гаеде

$$N = \sqrt{n}, \quad (3)$$

Брукса и Каррузера

$$N = 5 \lg n, \quad (4)$$

Старджесса

$$N = \log_2 n + 1. \quad (5)$$

Синтез непараметрической оценки плотности вероятности (1) осуществлялся на основе ядерных функций В.А. Епанечникова. В данных условиях выражение (2) запишется в виде

$$\bar{W}_2 = \frac{3}{10} \left(\frac{2}{15N^4} \right)^{\frac{1}{5}} \left(\frac{9}{2\sqrt{\pi}} + \frac{N^2}{n} \right).$$

Зависимость критерия \bar{W}_2 качества оценивания плотности вероятности, соответствующих конкретным объемам n исходных данных и формулам дискретизации

n	Методы дискретизации		
	(3)	(4)	(5)
100	0,112	0,112	0,121
150	0,096	0,099	0,113
200	0,085	0,09	0,102
250	0,078	0,086	0,099
300	0,073	0,083	0,097
350	0,068	0,078	0,096
400	0,065	0,076	0,089
450	0,062	0,075	0,088
500	0,059	0,074	0,087

При увеличении объема n исходных статистических данных применение исследуемых методов дискретизации интервала изменения значений случайной величины приводит к уменьшению значений \bar{W}_2 (табл. 1). Наблюдаемое улучшение аппроксимационных свойств $\bar{p}(x)$ объясняется увеличением объема N массива данных V_1 , используемого при построении регрессионной оценки плотности вероятности. Применение формулы (3) при выборе количества N интервалов дискретизации является более предпочтительным по сравнению с другими. Менее предпочтительна формула (5). Результаты использования формулы дискретизации (4) при оценивании плотности вероятности занимает промежуточное положение.

Библиографические ссылки

1. Лапко А. В., Лапко В. А. Оптимальный выбор количества интервалов дискретизации области изменения одномерной случайной величины при оценивании плотности вероятности // Измерительная техника. 2013. № 7. С. 24–27.
2. Lapko A. V., Lapko V. A. Optimal selection of the number of sampling intervals in domain of variation of a one-dimensional random variable in estimation of the probability density // Measurement Techniques. 2013. Vol. 56, No. 7. P. 24–27. (DOI: 10.1007/s11018-013-0279-x).

© Борисов Д. В., 2014

В. В. Браништи
 Научный руководитель – А. В. Медведев
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОПТИМИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТА РАЗМЫТОСТИ ДЛЯ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ОЦЕНОК

Рассматривается метод настройки коэффициента размытости для оценки Розенблатта–Парзена функции плотности вероятности. Предлагается упрощение выражения для функционала качества, а также сравнивается несколько алгоритмов по скорости оптимизации.

В различных областях науки и техники часто встречается задача оценивания неизвестной функции плотности вероятности непрерывной случайной величины. Функция плотности вероятности используется при проверке статистических гипотез, при решении различных задач классификации, распознавания образов, восстановления зависимостей и др. Одним из наиболее распространённых подходов, позволяющим по выборке значений случайной величины восстановить её функцию плотности вероятности $f(x)$, является использование непараметрических оценок Розенблатта–Парзена [1; 2]:

$$\hat{f}(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{h} \Phi\left(\frac{x-x_i}{h}\right), \quad (1)$$

где x_1, x_2, \dots, x_n – выборка значений случайной величины; $\Phi(z)$ – ядерная функция; h – коэффициент размытости. Оптимизация функционала качества данной оценки в виде усреднённой глобальной квадратичной ошибки аппроксимации

$$Q = \int_{-\infty}^{+\infty} M \left\{ \left(\hat{f}(x) - f(x) \right)^2 \right\} dx$$

по форме ядра даёт оптимальную функцию в виде усечённой параболы [3]:

$$\Phi(z) = \begin{cases} \frac{3}{4}(1-z^2), & |z| \leq 1, \\ 0, & |z| > 1. \end{cases} \quad (2)$$

На качество оптимизации существенно влияет коэффициент размытости h . Однако его оптимальное значение выражается через вторую производную функции $f(x)$ [3], следовательно, неприменимо на практике. В работе [4] предлагается методика расчёта коэффициента размытости h по выборке значений случайной величины без использования функции $f(x)$. Данная методика сводится к минимизации функционала

$$W(h) = \frac{1}{n^2 h^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \int_{-\infty}^{+\infty} \Phi\left(\frac{x-x_i}{h}\right) \Phi\left(\frac{x-x_j}{h}\right) dx - \frac{2}{n(n-1)h} \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1, \\ j \neq i}}^n \Phi\left(\frac{x_i-x_j}{h}\right) \quad (3)$$

по h . Однако в данном функционале присутствует оператор интегрирования, что делает его вычисление затратным, а процесс минимизации – медленным. В работе предлагается упрощение выражения (3) с целью повышения скорости оптимизации, а также срав-

нивается эффективность известных алгоритмов оптимизации в применении к функционалу (3).

С учётом оптимальной формы ядра (2) функционал (3) принимает вид

$$W(h) = \frac{3}{5nh} + \frac{3}{80n^2 h} \sum_{0 < z_{ij} < 2} (2-z_{ij})^3 (z_{ij}^2 + 6z + 4) - \frac{3}{n(n-1)h} \sum_{0 < z_{ij} < 1} (1-z^2), \quad (4)$$

где $z_{ij} = \frac{x_i - x_j}{h}$, суммирование ведётся по обоим ин-

дексам i, j , удовлетворяющим соответствующему условию. Выражение (4) не содержит операторов интегрирования и позволяет существенно ускорить процесс минимизации.

Для минимизации функционала (4) рассмотрено 5 алгоритмов локальной оптимизации (см. табл. 1). Метод кубической интерполяции использует аналитическое выражение для производной оптимизируемой функции, а метод Ньютона – второй производной. Из (4) непосредственно выводится:

$$\frac{d}{dh} W(h) = \frac{3}{h^2} \left(-\frac{1}{5n} + \frac{1}{80n^2} \sum_{0 < z_{ij} < 2} (6z_{ij}^5 - 80z_{ij}^3 + 120z_{ij}^2 - 32) - \frac{1}{n(n-1)} \sum_{0 < z_{ij} < 1} (3z_{ij}^2 - 1) \right), \quad (5)$$

$$\frac{d^2}{dh^2} W(h) = \frac{3}{h^3} \left(\frac{2}{5n} - \frac{1}{40n^2} \sum_{0 < z_{ij} < 2} (21z_{ij}^5 - 200z_{ij}^3 + 240z_{ij}^2 - 32) + \frac{2}{n(n-1)} \sum_{0 < z_{ij} < 1} (6z_{ij}^2 - 1) \right). \quad (6)$$

Для каждого алгоритма оценивалось время минимизации функции (4) по h с точностью до 0,001, усредненное по 900 запускам для различных выборок случайной величины объёма $n = 100$. Погрешность оценивалась по правилу «3σ». Результаты представлены в таблице. Для получения результатов использовался процессор Intel® Core™ i3-2330M.

Численные эксперименты показали, что наиболее эффективным по скорости работы при минимизации функции (4) является метод Пауэлла. Таким образом, в приложениях при расчёте коэффициента размыто-

сти для непараметрической оценки функции плотности вероятности предлагается минимизировать критерий качества в виде (4) методом Пауэлла.

Время работы алгоритмов оптимизации

Метод минимизации	Время минимизации, с
Метод золотого сечения [5]	4,11±0,05
Метод Пауэлла [5]	0,91±0,02
Метод кубической интерполяции [6]	0,99±0,04
Метод Ньютона [7]	6,0±0,4
Конечно-разностная аппроксимация метода Ньютона [7]	6,3±0,2

Библиографические ссылки

1. Rosenblatt M. Remarks on some nonparametric estimates of a density function // The Annals of Mathematical Statistics. 1956. Vol. 27. № 3. P. 832–837.

2. Parzen E. On estimation of a probability density function and mode // The Annals of Mathematical Statistics. 1962. Vol. 35. № 3. P. 1065–1076.

3. Епанечников В. А. Непараметрическая оценка многомерной плотности вероятности // Теория вероятностей и её применения. 1969. Т. 14. № 1. С. 156–161.

4. Лапко А. В., Медведев А. В., Тишина Е. А. К оптимизации некоторых непараметрических оценок // Применение вычислительных машин в системах управления непрерывным производством. Фрунзе : Илим, 1975. С. 93–107.

5. Рубан А. И. Методы анализа данных : учеб. пособие. 2-е изд., исправл. и доп. Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2004. 319 с.

6. Пантелеев А. В., Летова Т. А. Методы оптимизации в примерах и задачах : учеб. пособие. 2-е изд., испр. М. : Высш. шк., 2005. 544 с.

7. Калиткин Н. Н. Численные методы / под ред. А. А. Самарского. М. : Наука, 1978. 512 с.

© Браништи В. В., 2014

УДК 519.68

С. С. Волкова

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

ОТБОР ИНФОРМАТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Рассматривается алгоритм отбора информативных признаков, основанный на использовании нейронной сети, представляются результаты применения метода к практической задаче.

В настоящее время на практике трудно найти задачи регрессии или классификации, которые не требовали предварительной работы с данными, а также снижение размерности признакового пространства задачи. Задача эта не нова, но продолжает оставаться актуальной, так как существующие методы не всегда удовлетворяют запросам исследователей. В этой работе рассматривается снижение размерности признакового пространства за счет отбора информативных признаков, который осуществляется с помощью нейронных сетей. Информативность признака рассматривается относительно конкретной выходной переменной.

Благодаря отсутствию строгих требований к решаемой задаче (целевой функции) нейронные сети широко применяются к настоящему моменту [1], а также ищутся новые пути использования этого простого, но мощного инструмента анализа данных. В настоящей работе рассматривается метод оценки информативности (значимости) признаков путем последовательной фиксации их значений [2]. Идея этого метода основывается на следующем предположении: если признак является избыточным для построения регрессии или осуществлении классификации, то фиксация входа, соответствующего этому признаку, не приведет к существенному ухудшению значения целевой функции обученной нейронной сети по сравнению со значением целевой функции, полученном на

исходной выборке. Эта идея реализуется по следующему алгоритму: (1) Обучение нейронной сети; (2) Тестирование нейронной сети на экзаменующей выборке; (3) Вычисление среднего значения для каждой входной переменной; (4) Вычисления значения целевой функции при фиксировании каждого входа тестовой выборки *по очереди*; (5) Анализ значений целевой функции, отбор наиболее информативных признаков. Стоит отметить, что в такой формулировке пункта (3) содержится ограничение на применение метода: только для задач с существенными входными переменными, но для качественных переменных возможна замена среднего значения на наиболее часто встречаемое значение переменной.

Для исследования описанного метода была взята практическая задача, в которой необходимо оценить нагрузки на отопление и кондиционирование в зависимости от параметров строения: (1) относительная компактность, (2) площадь поверхности, (3) площадь стен, (4) площадь крыши, (5) высота, (6) ориентация, (7) площадь остекления, (8) расположение остекления. Объем выборки 768 объектов, на обучающую и тестовую выборку делилась случайным образом (доля обучающей 0,6), среднее значение признаков рассчитывалось по полной выборке. Для оценки эффективности метода в признаковое пространство вводился еще один признак, значение которого были сгенери-

рованы случайным образом по равномерному закону распределения.

На рис. 1, 2 приведены значения среднеквадратической ошибки при усреднении каждой входной переменной, а также показан уровень среднеквадратической ошибки без усреднения каких-либо признаков. Очевидно, что метод одним из наименее информативных признаков «назвал» случайно сгенерированный, что показывает эффективность рассматриваемого метода. Также стоит отметить, что метод дает

некоторое ранжирование признаков по информативности для конкретной выходной переменной.

Руководствуясь полученными для каждой входной переменной рангами, были произведены последовательное исключение признаков, обучение нейронной сети на уменьшенной выборке и её тестирование. На рис. 2 приведены результаты: среднеквадратическая ошибка нейронной сети на тестовой выборке без указанных переменных.

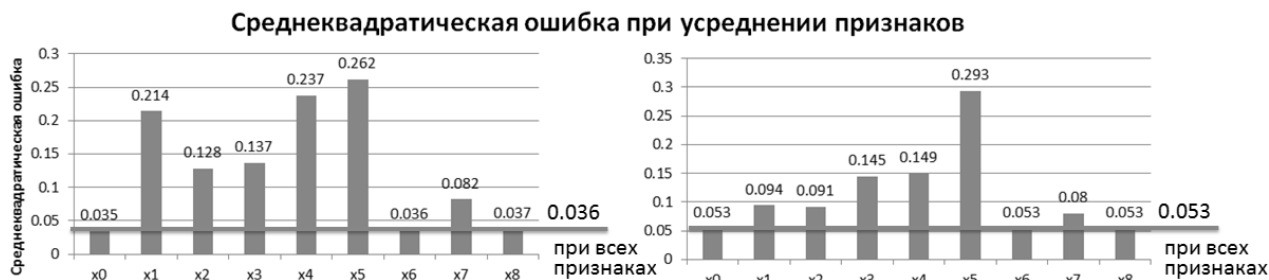


Рис. 1. Среднеквадратическая ошибка при усреднении признаков для выходных переменных «Нагрузка на отопление» (слева) и «Нагрузка на кондиционирование» (справа)

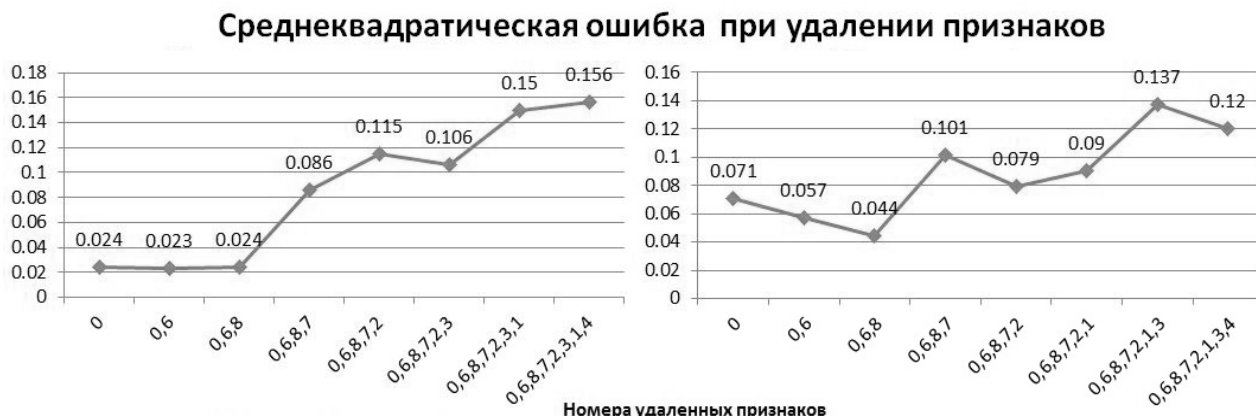


Рис. 2. Среднеквадратическая ошибка при последовательном удалении признаков для выходных переменных «Нагрузка на отопление» (слева) и «Нагрузка на кондиционирование» (справа)

Очевидно, что удаление трех наименее информативных признаков по оценке рассматриваемого метода не привело к существенному увеличению ошибки (а в одном случае даже к ее уменьшению), что говорит об успешном применении метода для данной практической задачи. Также можно отметить, что значение целевой функции при усреднении случайной переменной, может служить некоторым порогом для отбора информативных признаков. В дальнейших работах планируется применить рассмотренный метод к задачам с категориальными переменными.

Библиографические ссылки

1. Оссовский С. Нейронные сети для обработки информации / пер. с польского И. Д. Рудинского. М. : Финансы и статистика, 2002. 344 с.: ил.
2. Дубровин В. И., Субботин С. А. Оценка значимости признаков на основе многослойных нейронных сетей в задачах диагностики и распознавания // Техническая диагностика. 2002. № 1(3). С. 66–72.

© Волкова С. С., 2014

УДК 519.816:519.852

А. А. Живанов

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

АНАЛИЗ СРЕДЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РЕГИОНОВ РОССИИ

Применение методологии анализа среды функционирования (АСФ) для сравнительного анализа социально-экономических показателей регионов России.

Управление страной требует огромной ответственности, особенно такой огромной страной как Россия. Для эффективного управления необходимо учитывать огромное количество информации. Без владения полной и точной информацией риск принятия неверных, а порой, и катастрофических решений увеличивается в разы. Очевидно, что для восприятия таких объемов информации необходим инструмент, который позволяет компактно и точно отобразить всю необходимую информацию, не потеряв при этом никаких важных данных. В качестве такого инструмента предлагается использовать методологию Data Envelopment Analysis (DEA) [1], известную в России под названием Анализ среды функционирования (АСФ).

Методология АСФ относится к граничным методам, так как этот метод основан на построении так называемой границы эффективности и анализа расположения исследуемых объектов относительно этой границы [2]. Если точка, соответствующая исследуемому объекту, расположена на границе эффективности, то функционирование такого объекта считается эффективным. Объекты, у которых соответствующие им точки расположены не на границе эффективности, считаются неэффективными.

Преимущество методологии АСФ состоит в том, что она позволяет оценивать эффективность функционирования системы не по какому-то одному выбранному критерию или искусственно созданному коэффициенту, а по всем факторам, влияющим на систему в совокупности. Кроме того, данный метод позволяет наглядно увидеть какие показатели необхо-

димо скорректировать, для выхода системы на границу эффективности.

Данная методология ранее не применялась для комплексного анализа социально-экономических показателей регионов России. В настоящий момент проведены исследования на основе статистических данных социально-экономических показателей регионов России, а именно образовательная сфера, медицинская сфера и экономическая сфера. Полученные результаты наглядно отображают какие именно показатели не позволяют региону считаться «эффективным» и каким образом необходимо изменить эти показатели, для выхода региона на границу эффективности.

Такие исследования, несомненно, будут крайне востребованы и, возможно, помогут выявить недостатки социально-экономической жизни региона, незамеченные при анализе другими методами.

Библиографические ссылки

1. Cooper W. W., Seiford L. M., Tone K. Data Envelopment Analysis : A Comprehensive Text with Models, Applications, References, and DEA-Solver Software. Boston : Kluwer Academic Publishers, 2000. 318 p.

2. Моргунов Е. П., Моргунова О. Н. Многомерная классификация сложных объектов на основе оценки их эффективности // Вестник НИИ СУВПТ : сб. науч. тр. / под общ. ред. Н. В. Василенко. Красноярск : НИИ СУВПТ, 2003. Вып. 14. С. 222–240.

© Живанов А. А., 2014

УДК 004.94

Ю. А. Камшилова

Научный руководитель – Е. С. Семёнкин
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ

Рассмотрен генетический алгоритм для автоматического генерирования весовых коэффициентов искусственных нейронных сетей. Проведено исследование эффективности алгоритма на тестовых задачах аппроксимации.

Интеллектуальные информационные технологии (ИИТ) – одна из наиболее перспективных научных областей [1]. ИИТ, в настоящее время, используются во многих отраслях науки. Искусственные нейронные

сети являются одной из наиболее часто применимых ИИТ, они способны решать широкий круг задач анализа данных: распознавания образов, классификации, прогнозирования и управления. При применении ней-

ронных сетей к конкретной задаче, возникает проблема настройки ее параметров, в том числе настройки весовых коэффициентов.

В данной работе был реализован генетический алгоритм для настройки весовых коэффициентов искусственных нейронных сетей прямой проводимости с произвольным числом слоев и нейронов на них. Пример полносвязной нейронной сети представлен на рис. 1. В качестве активационной функции нейронов на скрытых слоях используется сигмоида:

$$f(s) = \frac{1}{1 + e^{-s}},$$

где s – взвешенная сумма выходов нейронов с предыдущего слоя.

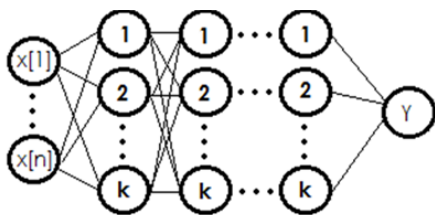


Рис. 1. Пример полносвязной нейронной сети

Обучение нейронной сети состоит в подборе весовых коэффициентов, таким образом, чтобы сеть давала лучшее решение задачи. Одним из наиболее распространенных методов обучения нейронной сети является алгоритм обратного распространения ошибки, осуществляющий градиентный спуск по поверхности ошибок [2]. Однако несмотря на достаточную простоту и применимость в решении большого круга задач, алгоритм обратного распространения ошибки имеет ряд серьезных недостатков:

1. В процессе обучения сети, значения весов могут, в результате коррекции, стать очень большими, что может привести к сильному замедлению процесса обучения;

2. Так как алгоритм обратного распространения ошибки использует разновидность градиентного спуска, то существует большая вероятность попадания в локальный минимум;

3. На качество решения сильное влияние оказывает выбранный размер шага.

Поэтому предлагается использовать генетические алгоритмы для автоматической настройки весовых коэффициентов нейронной сети [3], так как он эффективен при решении задач глобальной оптимизации. Генетические алгоритмы работают с бинарными хромосомами. Весовые коэффициенты нейронной сети кодируются в двоичном коде. Количество бит, отводимых для кодирования одного веса, зависит от точности и разброса и рассчитывается для каждой конкретной задачи. Пример хромосомы с закодированными весами представлен на рис. 2.



Рис. 2. Бинарная хромосома, кодирующая весовые коэффициенты нейронной сети

Далее применяется обычная схема генетического алгоритма, критерием оптимальности является ошибка моделирования нейронной сети.

Эффективность алгоритма проверялась на тестовых задачах аппроксимации [4]. Структура нейронной сети была выбрана следующая: 3 скрытых слоя и 5 нейронов на каждом. Тестирование проводилось по следующим правилам:

1. При каждых настройках генетического алгоритма выполнялось 100 запусков;
2. Соотношение обучающей и тестовой выборки: 70 % – обучающей, 30 % – тестовой;
3. Размер популяции – 500 индивидов;
4. Количество поколений – 1000;
5. Ошибка усреднялась по всем запускам.

По результатам тестирования можно сказать, что нейронная сеть с весами, подобранными при помощи генетического алгоритма, аппроксимирует тестовые задачи с большей точностью, чем та же нейронная сеть с весами, настроенными с помощью стандартного алгоритма обратного распространения ошибки.

В ходе работы был реализован генетический алгоритм для автоматической настройки весовых коэффициентов нейронных сетей. Искусственные нейронные сети с весовыми коэффициентами, настроенными с помощью генетического алгоритма, решают задачи аппроксимации с приемлемой точностью. Однако эффективность работы алгоритма сильно зависит от выбранной структуры нейронной сети.

Библиографические ссылки

1. Башмаков А. И., Башмаков И. А. Интеллектуальные информационные системы : учеб. пособие. М. : Изд-во МГТУ им. М. Э. Баумана, 2005. 304 с.
2. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / пер. с польск. И. Д. Рудинского. М. : Горячая линия – Телеком, 2006. 384 с.
3. Цой Ю. Р., Спицын В. Г. Эволюционный подход к настройке и обучению искусственных нейронных сетей // Электронный журнал «Нейроинформатика». 2006. Т. 1. № 1. С. 34–61.
4. Эволюционные методы моделирования и оптимизации сложных систем : конспект лекций / Е. С. Семенкин, М. Н. Жукова, В. Г. Жуков и др. Красноярск : Изд-во СФУ 2007.

© Камшилова Ю. А., 2014

Н. С. Козлова

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

О ЗАДАЧЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТИПА НЕЛИНЕЙНОСТИ В МОДЕЛЯХ ВИНЕРА

Рассматривается идентификация линейной части и нелинейного элемента динамической системы, представленной с помощью модели Винера. Определение нелинейной части производится в ходе эксперимента путем варьирования входного воздействия в системе. Идентификация линейной части осуществляется с помощью использования восстановленной зависимости, имеющей место в нелинейном элементе.

Модель Винера состоит из последовательного соединения двух блоков: линейного динамического и нелинейного с однозначной статической характеристикой. Имеется объект, относящийся к классу нелинейных динамических систем, на который действует $z(t)$ – ненаблюдаемое случайное воздействие, $u(t)$ – входные переменные объекта, $x(t)$ – выходные переменные объекта, u_i, x_i – соответствующие наблюдения переменных процесса, которые далее будем для простоты обозначать $\{u_i, x_i\} i = \overline{1, N}$. Доступная априорная информация содержит только выборки измерений входных и выходных переменных объекта [1].

Для имитации линейной части объекта используем дифференциальное уравнение второго порядка, причем коэффициенты уравнения выберем таким образом, чтобы система была устойчива: $y''(t) + 0.5y'(t) + y(t) = u(t)$.

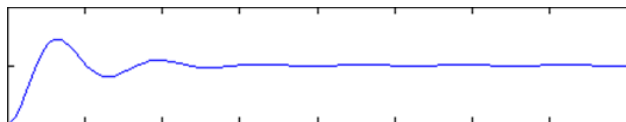


Рис. 1. Динамика линейной части объекта

Для имитации нелинейного элемента используем следующую зависимость:

$$F(y) = 0.5y^2 + 3y + 2.$$

Определим тип нелинейности системы в ходе эксперимента, путем варьирования входного воздействия в системе. С объекта будет получена следующая выборка: $\{u_i, x_i\} i = \overline{1, N}$. Входное воздействие выбираем из класса $u = const$, измеряем выходной параметр после окончания переходного процесса, получаем следующую выборку: $\{u_j, x_j\} j = \overline{1, Nconst}$, где $Nconst$ – число параметров на входе, взятых из класса $u = const$ [2]. В данной работе $Nconst = 10$, а $u \in \{1, 2, 3, \dots, 10\}$. Здесь x_j – это выходное значение динамического объекта при входном воздействии u_j в установившийся момент времени (при $T = 10$).

На основании полученной выборки можно предположить вид аналитической зависимости (рис. 2) нелинейного элемента, так в данном случае нелинейный элемент является параболой ($y(x) = ax^2 + bx + c$).

Для определения коэффициентов воспользуемся методом наименьших квадратов

$$w = \sum_{j=0}^{Nconst-1} (y_i - (ax_j^2 + bx_j + c))^2 \rightarrow \min_{a,b,c}.$$

После решения системы линейных алгебраических уравнений получаем следующую зависимость: $y(x) = 0.499x^2 + 2.977x + 2$.



Рис. 2. Точки выборки, полученной для определения вида нелинейности

Проведем идентификацию линейной части системы. Так как снять данные непосредственно с линейной части невозможно, предположим, что коэффициент передачи линейной части равен единице. Подавая на вход объекта исследования функцию Хэвисайда будем измерять выходные переменные, получим выборку измерений $\{u_i, x_i\} i = \overline{1, N}$. Для идентификации линейной части выборку $\{u_i, x_i\} i = \overline{1, N}$ преобразуем к виду $\{u_i, y_i\} i = \overline{1, N}$, где y_j – предполагаемый выход линейной части, используя восстановленную зависимость, имеющую место в нелинейном элементе

$$y(t) = F^{-1}(x(t)).$$

А именно: $0.499y_i^2 + 2.977y_i + (2 - x_i) = 0$ при $i = \overline{1, N}$

$$y_i = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot (c - x_i)}}{2 \cdot a}.$$

Корень $y_i = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot (c - x_i)}}{2 \cdot a}$ квадратичного

уравнения отбрасывается.

По выборке $\{u_i, y_i\} i = \overline{1, N}$ можно восстановить переходную характеристику в линейной части, с помощью непараметрической оценки регрессии:

$$\hat{y}(t) = \frac{\sum_{i=1}^N y_i \cdot \Phi\left(\frac{t-t_i}{C_s}\right)}{\sum_{i=1}^N \Phi\left(\frac{t-t_i}{C_s}\right)}.$$



Рис. 3. Непараметрическая модель динамической системы

Показана работоспособность предлагаемого алгоритма и применимость к задаче построения нелинейных динамических систем типа Винера. Описанный метод построения и исследования модели позволяют

производить моделирование технологических процессов и систем, имеющих нелинейную структуру.

Библиографические ссылки

1. Агафонов Е. Д., Шестернёва О. В. Математическое моделирование линейных динамических систем; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2010. 92 с.
2. Вятченников Д. Н., Кособуцкий В. В., Носенко А. А., Плотникова Н. В. Идентификация нелинейных динамических объектов во временной области // Вестн. ЮУрГУ. 2006. № 14.

© Козлова Н. С., 2014

УДК 519.6

А. А. Коромылова

Научный руководитель – *М. Е. Семенкина*

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

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМ НА НЕЧЁТКОЙ ЛОГИКЕ

Предлагается генетический алгоритм для автоматической настройки лингвистических переменных и базы правил для систем, основанных на нечёткой логике, с одновременным выбором наиболее информативных признаков.

В настоящее время интеллектуальные информационные технологии (ИИТ) используются во многих отраслях науки. Это обусловлено увеличивающимися вычислительными мощностями современных компьютеров, которые применяются для решения практических задач, и способностью систем, использующих ИИТ, эффективно решать широкий круг задач.

К часто применяемым ИИТ относятся и системы, основанные на нечеткой логике (НЛ). При использовании данного вида систем необходимо проектировать базы правил и настраивать лингвистические переменные. Лучший способ решения этих задач – работа с экспертом. Однако это не всегда представляется возможным. Поэтому предлагается использовать генетический алгоритм [1].

В данной работе был реализован генетический алгоритм для настройки систем на нечёткой логике (GA-FL). Для кодирования лингвистических переменных генерировались бинарные строки, к которой далее применялись операторы генетического алгоритма. Где первые два бита отвечают за вид функции принадлежности, а остальные за её параметры. В данной работе одновременно использовались три вида функции принадлежности: треугольная, трапецеидальная и гауссова [2]. Далее к популяции таких хромосом применяются операторы генетического алгоритма, тем самым находится оптимальное решение.

Для формирования базы правил так же использовалась бинарная хромосома. Количество битов на одно правило зависело от размерности задачи. Для записи правила использовался Питтсбургский подход, а для вывода алгоритм Мамдами. Результаты тестирования генетического алгоритма для настройки систем основанных на нечёткой логике представлены в табл. 1.

Тестирование проводилось при помощи разработанной программной системы по следующим правилам:

- при каждой настройке генетического алгоритма выполнялось по 100 запусков;
- количество поколений 1000;
- количество индивидов 500;
- размер выборки 500.
- объем обучающей выборки 70 % от общего числа точек, а тестовой – 30 %;
- результаты представлены для лучших настроек генетического алгоритма;
- ошибка по всем запускам усреднялась (в таблице – «Средняя») и минимальная из найденных («Лучшая»);
- в каждом запуске считалась ошибка аппроксимации по формуле

$$\text{error} = \frac{100\%}{n \cdot |Y_{\max} - Y_{\min}|} \sum_{i=0}^n |\tilde{Y}_i - Y_i|$$

GA-FL решает задачу с приемлемой точностью. Однако точность заметно падает при росте размерности. Чтобы оставить точность на приемлемом уровне, используя меньше ресурсов, предлагается производить выбор наиболее информативных признаков.

Генетический алгоритм для автоматической настройки систем на нечёткой логике с выбором наиболее информативных признаков (GA-FLinput) почти не отличается от предыдущего метода. Только к хромосоме для базы правил сначала записываются все входные переменные, по одному биту на признак. При инициализации признак считался неинформативным с вероятностью 0,5.

Результаты тестирования разработанного алгоритма представлены в табл. 2.

Апробация реализованных алгоритмов проводилась на 3 задачах анализа данных: классификация ирисов, австралийская и немецкая задачи о кредитах. Данные для анализа были взяты из репозитория [3] автоматического обучения. Результаты представлены

в табл. 3. Тестирование проводилось при лучших настройках генетического алгоритма (пропорциональная селекция, двухточечное скрещивание и средняя мутация).

Таблица 1

Результаты тестирования GA-FL

GA-FL	№ функции	1	2	5	10
Средняя	Ошибка	0,41 %	2,37 %	7,03 %	7,69 %
	Количество правил	3,7	5,2	5,9	6,3
Лучшая	Ошибка	0,11 %	1,45 %	6,89 %	7
	Количество правил	4	5	7,21%	7

Таблица 2

Результаты тестирования GA-FLinput

№ функции	GA-FLinput					
	Среднее			Лучшее		
	Ошибка	Количество входов	Количество правил	Ошибка	Количество входов	Количество правил
1	0,36 %	1	3,9	0,1 %	1	5
2	1,85 %	1	5	1,51 %	1	6
5	7,43 %	1,9	5,7	7,14 %	2	6
10	7,67 %	1,3	6,8	6,93 %	1	7

Таблица 3

Результаты работы алгоритмов при решении практических задач

Название метода	Ирис		Австралийская задача		Немецкая задача	
	Среднее	Лучшее	Среднее	Лучшее	Среднее	Лучшее
GA-FL	0,039	0,03	0,124	0,097	0,195	0,129
GA-FL input	0,024	0,023	0,113	0,098	0,212	0,144

При решении задач большой размерности, модифицированные алгоритмы показали более высокую точность, при этом для нахождения решения понадобилось меньшее количество вычислительных ресурсов.

Библиографические ссылки

1. Рутковская Д., Пилинский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / пер. с польск. И. Д. Рудинского. М.: Горячая линия – Телеком, 2006. 384 с.

2. Electronic textbook StatSoft [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fmi.uni-sofia.bg/fmi/statist/education/textbook/eng/glosa.html> (дата обращения: 10.03.2014).

3. Frank A., Asuncion A. (2010). UCI Machine Learning Repository [<http://archive.ics.uci.edu/ml>]. Irvine, CA: University of California, School of Information and Computer Science.

© Коромыслова А. А., 2014

УДК 519.854.33

Р. И. Кузьмич

Научный руководитель – А. А. Ступина

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

ПОВЫШЕНИЕ РАЗЛИЧНОСТИ ПРАВИЛ В МОДЕЛИ КЛАССИФИКАЦИИ ПУТЕМ ИЗМЕНЕНИЯ ЦЕЛЕВОЙ ФУНКЦИИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПАТТЕРНОВ

Предлагается изменение целевой функции при формировании паттернов с целью повышения различности правил в модели классификации. Приводится эмпирическое подтверждение данного изменения целевой функции на задаче фибрилляция желудочков.

Имеется выборка данных, состоящая из двух непесекающихся множеств Ω^+ и Ω^- n -мерных векторов, принадлежащих соответственно положительному или отрицательному классу. Компоненты вектора, называемые также признаками, могут быть как численными,

номинальными, так и бинарными. Задача состоит в том, чтобы для нового наблюдения, являющегося также вектором n переменных, определить, к какому классу он принадлежит.

В методе логического анализа данных для исклю-

чения избыточных переменных в исходной выборке данных во множестве переменных определяется некоторое подмножество S , используя которое можно различать положительные наблюдения от отрицательных. Далее для работы метода используются проекции Ω_s^+ и Ω_s^- множеств Ω^+ и Ω^- на S .

В основе рассматриваемого подхода лежит понятие паттерна. Положительным паттерном называется подкуб пространства булевых переменных B_2^t , который пересекается с множеством Ω_s^+ и имеет некоторое ограниченное число общих элементов с множеством Ω_s^- .

Положительный ω -паттерн для $\omega \in \{0,1\}^t$ – это паттерн, содержащий в себе точку ω . Для каждой точки $\omega \in \Omega_s^+$ найдем максимальный ω -паттерн, то есть покрывающий наибольшее число точек Ω_s^+ . Соответствующий подкуб зададим с помощью переменных y_j :

$$y_j = \begin{cases} 1, & \text{если } x_i \text{ зафиксирована в подкубе,} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Позитивное наблюдение $\sigma \in \Omega_s^+$ будет тогда входить в рассматриваемый подкуб, когда переменная y_j принимает значение 0 для всех индексов j , для которых $\sigma_j \neq \omega_j$. Число положительных наблюдений, покрываемых ω -паттерном, может быть вычислено как

$$\sum_{\sigma \in \Omega_s^+} \prod_{\substack{j=1 \\ \sigma_j \neq \omega_j}}^t (1 - y_j).$$

Условие, говорящее о том, что положительный паттерн не должен содержать ни одной точки Ω_s^- , требует, чтобы для каждого наблюдения $\rho \in \Omega_s^-$ переменная y_j принимала значение 1 по меньшей мере для одного j , для которых $\rho_j \neq \omega_j$:

$$\sum_{\substack{j=1 \\ \rho_j \neq \omega_j}}^t y_j \geq 1 \text{ для любого } \rho \in \Omega_s^-. \quad (1)$$

Усиление ограничения для повышения устойчивости к ошибкам производится путем замены числа 1 в правой части неравенства на целое положительное число d .

Для повышения устойчивости метода к выбросам следует ослабить ограничение (1), чтобы паттерн захватывал некоторое малое число объектов другого класса. Тогда степень вычисляемых паттернов уменьшится, а покрытие увеличится. Таким образом, имеем задачу условной псевдобулевой оптимизации с алгоритмически заданными функциями:

$$\sum_{\sigma \in \Omega_s^+} \prod_{\substack{j=1 \\ \sigma_j \neq \omega_j}}^t (1 - y_j) \rightarrow \max, \quad (2)$$

$$\sum_{\rho \in \Omega_s^-} z_\rho \leq D, \text{ где } z_\rho = \begin{cases} 0, & \text{если } \sum_{\substack{j=1 \\ \rho_j \neq \omega_j}}^t y_j \geq d, \\ 1, & \text{в противном случае;} \end{cases} \quad (3)$$

где D – число объектов другого класса, которые допускаются быть покрытыми паттерном.

Для получения модели классификации, которая позволяет выделять различные подмножества объектов, предлагается модифицировать целевую функцию (ЦФ) (2):

$$\sum_{\sigma \in \Omega_s^+} K_\sigma \cdot \prod_{\substack{j=1 \\ \sigma_j \neq \omega_j}}^t (1 - y_j) \rightarrow \max, \quad (4)$$

где K_σ – вес позитивного наблюдения $\sigma \in \Omega_s^+$, который уменьшается при его покрытии.

Для того чтобы использовать ЦФ (4) для формирования паттернов необходимо задать начальные веса для всех объектов и правило изменения весов для объектов. Начальные веса предлагаем выбрать равными 1 для каждого объекта в обучающей выборке. Правило изменения веса для объекта, который принял участие при формировании текущего паттерна:

$$K_{i+1} = \max \left[0, K_i - \frac{1}{N_{\max}} \right],$$

где K_i, K_{i+1} – веса покрываемого объекта при формировании текущего и следующего паттерна, N_{\max} – параметр, задаваемый исследователем, который означает максимальное количество паттернов, которыми может покрываться объект обучающей выборки в модели.

Проведем экспериментальное сравнение двух оптимизационных моделей с ЦФ (2) и ЦФ (4) на задаче фибрилляция желудочков. Для этого используется выборка данных, состоящая из 70 положительных и 70 отрицательных объектов [1]. В качестве способа тестирования применялся 5-кратный скользящий контроль. Результаты исследования приведены в таблице.

Согласно полученным результатам средняя степень паттернов уменьшилась, т. е. повысилась их интерпретируемость, и количество паттернов в модели сократилось в 3 раза.

Результаты классификации для задачи фибрилляция желудочков

Задача оптимизации	Множество паттернов	Количество паттернов в модели	Средняя степень паттерна	Точность классификации, %
ЦФ (2), ограничение (3)	Отрицательные паттерны	60	5	84
	Положительные паттерны	52	3	81
ЦФ (4), ограничение (3)	Отрицательные паттерны	18	4	84
	Положительные паттерны	18	3	78

Библиографическая ссылка

1. Горбань А. Н., Шульман В. А., Россиев Д. А. Осложнения инфаркта миокарда: база данных для апробации систем распознавания и прогноза. Красно-

ярск : Вычислительный центр СО РАН: Препринт № 6, 1997.

© Кузьмич Р. И., 2014

УДК 519.6

Е. С. Мангалова, М. С. Мангалова
 Научный руководитель – О. В. Шестернева
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗНООБРАЗИЯ АНСАМБЛЯ МОДЕЛЕЙ НА ТОЧНОСТЬ В ЗАДАЧАХ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РЕГРЕССИИ

Показано влияние разнообразия индивидуальных моделей на точность ансамбля, исследована эффективность методов генерации разнообразия, основанных на манипуляциях с обучающими подмножествами и параметрами обучения индивидуальных моделей.

В последние годы коллектив моделей (ансамбль) – это один из распространенных инструментов решения задач интеллектуального анализа данных.

Фундаментальной задачей при построении ансамблей является генерация разнообразия ансамбля [1]. Очевидно, что агрегация схожих моделей в ансамбле не может привести к существенному повышению качества идентификации.

Проблема генерации разнообразия заключается в том, что индивидуальные модели обучаются для решения одной задачи, по одной обучающей выборке и вследствие этого обычно сильно коррелированы [2].

Влияние точности индивидуальных моделей и их разнообразия на ошибку коллективной модели показывает декомпозиция ошибки коллективной модели, предложенная Крогом и Веделсби в работе [3]:

$$\begin{aligned}
 E(H) &= E_m(H) - A(H), \\
 &= \frac{1}{nN} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^N (f(\bar{x}_j) - H(\bar{x}_j))^2 = \\
 &= \frac{1}{nN} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^n (h_i(\bar{x}_j) - f(\bar{x}_j))^2 - \\
 &= \frac{1}{nN} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^N (h_i(\bar{x}_j) - H(\bar{x}_j))^2,
 \end{aligned}$$

где $H(\bar{x})$ – ансамбль; $h_1(\bar{x}), \dots, h_N(\bar{x})$ – индивидуальные модели, входящие в ансамбль; $(\bar{x}_1, f(\bar{x}_1)), \dots, (\bar{x}_n, f(\bar{x}_n))$ – тестовая выборка объема n ;

$E(H)$ – ошибка ансамбля; $E_m(H)$ – средняя ошибка индивидуальных моделей; $A(H)$ – мера неопределенности (разнообразия) ансамбля.

Заметим, что компонента $A(H)$ неотрицательна, ошибка ансамбля $E(H)$ не может быть больше, чем средняя ошибка индивидуальных моделей $E_m(H)$.

В работе исследованы различные методы генерации разнообразия ансамблей параллельного и последовательного обучения. Показана высокая эффективность формирования различных обучающих подмножеств для построения индивидуальных моделей, а также эффективность выбора различных параметров индивидуальных моделей при обучении.

Библиографические ссылки

1. Kuncheva L. I. Combining Pattern Classifiers: Methods and algorithms. John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, 2004.
2. Zhou Z.-H. Ensemble Methods: Foundations and algorithms. Chapman & Hall/Crc Machine Learning & Pattern Recognition. 2012. 236 p.
3. Krogh A., Vedelsby J. Neural network ensembles, cross validation and active learning // Advanced in Neural Information Processing System 7. Cambridge: MIT press, 1995. P. 231–238.

© Мангалова Е. С., Мангалова М. С., 2014

УДК 330.12

А. Р. Мулюкова
 Научный руководитель – Б. Г. Ильясов
 Уфимский государственный авиационный технический университет, Уфа

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ НЕЧЕТКОГО ЛОГИЧЕСКОГО ВЫВОДА ДЛЯ АНАЛИЗА КАЧЕСТВА ЖИЗНИ

Рассматриваются проблемы оценки качества жизни. Предлагается система нечеткого логического вывода, позволяющая оценить влияние на качество жизни уровня налогообложения, занятости населения и продолжительности жизни.

Одной из главных целей развития общества является повышения качества жизни граждан. Эта цель достигается посредством удовлетворения различных потребностей человека: в образовании, в медицине, в трудоустройстве и других потребностей, при этом

единых общепризнанных критериев и норм качества жизни не существует. На его оценку оказывают влияние возраст, пол, социально-экономическое положение человека, религиозные убеждения, культурный уровень и многие другие факторы.

По своей сути качество жизни – это разносторонняя характеристика условий существования человека, его развития, а также субъективных представлений и оценок удовлетворения своей жизнью. Качество жизни представляет собой сложную структуру взаимосвязей его составляющих, основными из которых являются занятость населения, продолжительность жизни, состояние природной среды, здоровье населения, качество образования, уровень налогообложения, и многие другие [1].

Качество жизни не может быть однозначно математически описано функцией определяющих его факторов, так как качество жизни, как и многие влияющие на него факторы, не имеет универсальных числовых мер оценки. В работе предлагается система нечеткого логического вывода, позволяющая оценить влияние на качество жизни уровня налогообложения, занятости населения и продолжительности жизни. Реализовать данную систему можно воспользовавшись специальным приложением Fuzzy Logic Toolbox математического пакета программ Matlab.

Matlab представляет собой интерактивную компьютерную систему для выполнения инженерных и научных расчетов, ориентированную на работу с массивами данных, одним из элементов которой является приложение Fuzzy Logic Toolbox. Fuzzy Logic Toolbox обладает простым и хорошо продуманным интерфейсом, позволяющим легко проектировать и диагностировать нечеткие модели. Графические средства Fuzzy Logic Toolbox позволяют интерактивно отслеживать особенности поведения системы.

В качестве основных переменных, оказывающих наибольшее влияние на качество жизни в исследовании, были выбраны величина налога, приходящаяся в среднем на душу населения, занятость населения и продолжительность жизни [2]. Эти переменные используются для построения системы нечеткого логического вывода и анализа качества жизни.

На основе имеющихся статистических данных определен диапазон изменения выбранных переменных [3], и выделены интервалы, которые соответствуют низким, средним и высоким значениям этих переменных (см. таблицу).

Описание входных переменных

Наименование	Диапазон изменения	Термы	Тип функции принадлежности
Продолжительность жизни, лет	77,8 (Республика Ингушетия) – 60,79 (Чукотский автономный округ)	low(низкая), average(средняя), high(высокая)	Гауссова
Занятость, тысяч человек	0,69 (Ямало-Ненецкий автономный округ) – 0,16 (Республика Ингушетия)	low(низкая), average(средняя), high(высокая)	Гауссова
Величина налога, приходящаяся в среднем на душу населения, тыс. руб./чел.	124,53 (Ненецкий автономный округ) – 3,85 (Республика Адыгея)	low(низкая), average(средняя), high(высокая)	Гауссова

Построены графики зависимостей качества жизни от продолжительности жизни, подушевого налогового сбора и занятости. Анализ полученных зависимостей позволяет сделать следующие выводы. Во-первых, повышение налогового сбора незначительно влияет на качество жизни, так как с одной стороны это приводит к снижению доходов людей, а с другой стороны – к увеличению государственного бюджета, выделению денег на развитие общества, и, следовательно, к повышению качества жизни населения в целом. Во-вторых, повышение занятости населения и продолжительности жизни значительно влияет на качество жизни, так как они являются основными показателями исследуемого параметра.

Результаты, полученные с помощью разработанной системы нечеткого логического вывода, могут

использоваться как научно-исследовательскими институтами, занимающимися изучением проблем качества жизни, так и органами государственной власти для принятия решений по улучшению качества жизни.

Библиографические ссылки

1. Беляева Л. А. Уровень и качество жизни. Проблемы измерения и интерпретации // Социологические исследования. 2009. № 1. С. 33–42.
2. Мурасанова А. А. Принципы оценки уровня жизни населения // Изв. Иркут. гос. экон. акад. 2008. № 15(61). С. 102–105.
3. URL: <http://www.gks.ru>.

© Мулюкова А. Р., 2014

А. С. Полякова

Научный руководитель – Е. С. Семёнкин

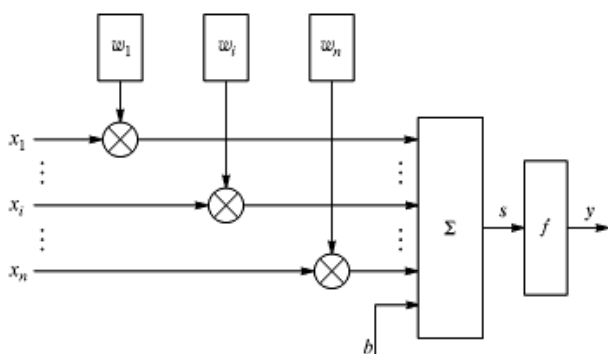
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

О НАСТРОЙКЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ ПОМОЩИ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

Рассмотрена нейронная сеть с настройкой весовых коэффициентов с помощью алгоритма обратного распространения ошибки, а так же с автоматической настройкой весовых коэффициентов с помощью генетического алгоритма. Проведено исследование эффективности алгоритмов на тестовых задачах аппроксимации.

Искусственные нейронные сети (ИНС) – это адаптивные системы для обработки и анализа данных, которые представляют собой математическую структуру.

Главным их отличием от других методов, например таких, как экспертные системы, является то, что нейросети в принципе не нуждаются в заранее известной модели, а строят ее сами только на основе предъявляемой информации. Именно поэтому нейронные сети и генетические алгоритмы (ГА) вошли в практику всюду, где нужно решать задачи прогнозирования, классификации, управления – иными словами, в области человеческой деятельности, где есть плохо алгоритмируемые задачи, для решения которых необходимы либо постоянная работа группы квалифицированных экспертов, либо адаптивные системы автоматизации, каковыми и являются нейронные сети [2]. Использование ГА для настройки весов и её структуры ИНС называется нейроэволюцией или нейрогенезисом (Д. Уитли, 1995).



Структура искусственного нейрона

Нейрон – это составная часть нейронной сети [1]. На рисунке показана его структура. В модели нейрона можно выделить три основных элемента:

1. Набор синапсов или связей: осуществляют связь между нейронами и умножают входной сигнал на число, характеризующее силу связи, – вес синапса.

2. Сумматор: складывает входные сигналы, взвешенные относительно соответствующих синапсов нейрона.

3. Функция активации: ограничивает амплитуду выходного сигнала нейрона.

Математическая модель нейрона описывается соотношениями:

$$s = \sum_{i=1}^n \omega_i x_i + b,$$

где ω_i – вес синапса ($i = 1 \dots n$); b – значение смещения; s – результат суммирования; x_i – компонента входного вектора ($i = 1 \dots n$); y – выходной сигнал нейрона; n – число входов нейрона; f – функция активации.

Нейроны сети могут быть связаны между собой различными способами. В данной работе каждый нейрон одного слоя связан с каждым нейроном соседнего слоя, то есть, реализована сеть прямой проводимости и использован сигмоидальный (S-образный) тип активационной функции:

$$f(s) = \frac{1}{1 + e^{-s}}.$$

После выбора архитектуры сети следует «обучить» выбранную нейронную сеть, то есть подобрать такие значения ее весов, чтобы она работала нужным образом. В используемых на практике нейронных сетях количество весов может составлять несколько десятков тысяч, поэтому обучение – действительно сложный процесс. Наиболее популярный из алгоритмов обучения ИНС является метод обратного распространения ошибки (Error Back Propagation).

Этот алгоритм не свободен от проблем. Прежде всего, нет гарантии, что сеть может быть обучена за конечное время. Много усилий, израсходованных на обучение, пропадает напрасно после затрат большого количества машинного времени. Когда это происходит, попытка обучения повторяется – без всякой уверенности, что результат окажется лучше. Нет также уверенности, что сеть обучится наилучшим возможным образом. Алгоритм обучения может попасть в «ловушку» так называемого локального минимума и будет получено худшее решение [3]. Использование ГА для формирования начальных весов сети помогает значительно улучшить качество получаемой модели.

Перед началом обучения всем весам должны быть присвоены небольшие начальные значения, выбранные случайным образом посредством заполнения бинарной строки. Это гарантирует, что в сети не произойдет насыщения большими значениями весов, и предотвращает ряд других патологических случаев. Например, если всем весам придать одинаковые начальные значения, а для требуемого функционирования

ния нужны неравные значения, то сеть не сможет обучиться. Далее идет работа уже ГА по настройке этих весов.

Для того чтобы настроить нейронную сеть, необходимо минимизировать функцию ошибки моделирования нейронной сети.

В ходе работы была реализована нейронная сеть с произвольным количеством слоев и нейронов, где весовые коэффициенты настраиваются с помощью алгоритма обратного распространения ошибки. Так же реализован ГА для автоматической настройки весовых коэффициентов нейросети. Все алгоритмы тестировались с несколькими различными наборами параметров (размер популяции, точность, число поколений, типы скрещивания и селекции, вероятность мутации), каждый алгоритм независимо запускался с различными параметрами 50 раз. Структура используемой нейронной сети: 5 скрытых слоев, 4 нейрона на каждом. Соотношение обучающей и тестовой выборки: «1:1».

Полученные данные усреднялись для дальнейшего сравнения.

В результате исследования данного алгоритма были сделаны следующие выводы:

Использование ГА для формирования начальных весов эффективнее, нежели чем веса, настраиваемые с помощью алгоритма обратного распространения ошибки. Увеличивая число поколений и индивидов – мы улучшаем настройку каждой сети. Однако время, затрачиваемое на настройку одной сети, увеличивается многократно. Но при настройке нейронной сети с помощью ГА возникает задача выбора оптимальной стратегии ее настройки.

Библиографические ссылки

1. Круглов В. В., Дли М. И., Голунов Р. Ю. Нечёткая логика и искусственные нейронные сети. М. : Физматлит, 2001. 221 с.
2. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / пер. с польск. И.Д. Рудинского. М. : Горячая линия – Телеком, 2006. 384 с.
3. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. 2-е изд. / пер. с англ. М. : Вильямс, 2006. 1104 с.

© Полякова А. С., 2014

УДК 519.876.5

М. К. Семенов

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

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ПРИМЕРЕ РАСТВОРЕНИЯ СЕРЫ В МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СИСТЕМАХ

Изучение кинетики химических процессов имеет большое теоретическое и практическое значение, так как позволяет выяснить механизм реакций, открывая пути для сознательного управления процессом; появляется возможность ускорять желательные и замедлять нежелательные химические реакции. Химическая кинетика, как и термодинамика, является теоретической базой химической технологии.

Основной задачей химической кинетики является установление зависимостей концентраций C_i ($i=1, 2, \dots, n$) реагирующих веществ и их продуктов от времени течения реакции t и различных физико-химических параметров (например, температуры T), входящих в рассматриваемую динамическую систему.

Элементарная сера S является одной из основных примесей, затрудняющих переработку золотосодержащих руд и концентратов гидрометаллургическими методами. Поскольку наиболее эффективный процесс извлечения золота – цианирование – проводится в щелочной среде, в сырье предварительно добавляется, как правило, суспензия гидроксида кальция. Проведенный обзор литературных источников позволяет говорить о недостаточно подробном рассмотрении вопроса о поведении элементарной серы в подобных системах, в которых наряду с CN- и OH- ионами присутствуют сульфид- и полисульфид- ионы как продукты растворения S , способные ускорять переход последней в жидкую фазу и увеличивать ее растворимость. Встречаются лишь отдельные данные о растворимости, а также кинетике и термодинамике рас-

творения элементарной серы в растворах гидроксидов некоторых металлов.

Большую практическую ценность составляет возможность более детально проанализировать этот процесс. Для этого было решено поставить серию практических опытов с похожей химической ситуацией. Эксперименты проводились в течение 48 часов в термостатированных ячейках и постоянном перемешивании при температуре 20 °С, а также при нагревании до 30 и 40 °С, поскольку в технологическом процессе нейтрализации продуктов биоокисления происходит разогрев пульпы. Для подтверждения получаемых результатов проводились серии параллельных опытов.

Опыты проводили в термостатированных ячейках при 20, 30 и 40 °С (точность измерения составляла $\pm 0,01$ °С) при постоянном перемешивании в течение 48 часов (в ходе предварительных экспериментов было установлено, что увеличение времени контакта фаз не приводит к изменению концентраций компонентов в системе). Для подтверждения получаемых результатов и расчета погрешностей эксперимента была проведена серия параллельных опытов. По окончании

эксперимента твердый остаток отделяли фильтрованием, промывали водой и этанолом, после высушивания в эксикаторе анализировали методами рентгенофазового анализа и растровой электронной микроскопии. Растворы анализировали методами атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой на спектрометре «IRIS» для определения общей концентрации S, титриметрии для определения содержаний различных серосодержащих анионов, а также OH- и CN-, спектрофотометрии в УФ и видимой областях спектра для установления качественного состава растворов.

С целью установления кинетических закономерностей через каждый час отбирали пробы жидкой фазы, которые анализировали для определения общих концентраций серы. В ходе испытания мы получили несколько серий данных для разных растворов при одной конкретной температуре, что показано на рис. 1 и 2.

В качестве основной диаграммы концентрации удобно рассматривать равносторонний треугольник,

называемый концентрационным (рис. 3). Растворимость откладывают по оси, перпендикулярной плоскости концентрационного треугольника. Вершины треугольника отвечают концентрациям, соответствующим чистым растворам А, В и С изучаемой системы.

На сторонах треугольника откладывают концентрации соответствующих трех компонентов: 1-2, 2-3, 3-1. Вершинам концентрационных треугольников соответствуют 100%-ные компоненты. Каждая точка внутри треугольника отвечает составу какого-либо определенного тройного раствора. Усеченная плоскостью трехгранная призма, опирающаяся на равносторонний треугольник – характеризует весь диапазон концентраций для трехсоставной системы растворов при фиксированной температуре и времени (рис. 4). Практически во всех случаях эта поверхность в треугольной системе координат оказывается сложной и нелинейной, поэтому изучение тройных систем представляет определенные методические трудности.

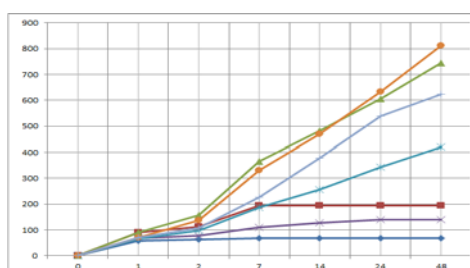


Рис. 1. Растворение S при температуре 20 °C

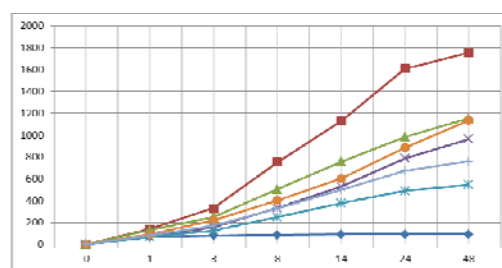


Рис. 2. Растворение S при температуре 30 °C

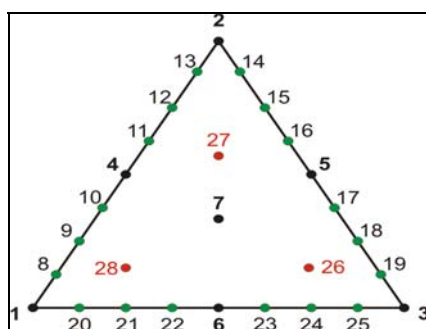


Рис. 3. Треугольник растворимости для трехкомпонентного раствора

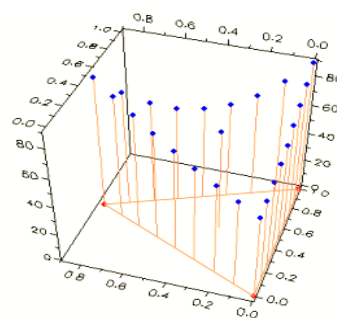


Рис. 4. Усеченная плоскостью трехгранная призма

В работе были рассмотрены теоретические, алгоритмические и методологические аспекты математического моделирования химико-технологических процессов на примере растворения серы в многокомпонентных системах. Результаты хорошо коррелируют с данными, описываемыми химизмом и закономерности процессов взаимодействия элементной серы в щелочных сульфидных растворах. Проверкой полу-

ченных уравнений по результатам контрольных опытов было установлено, что они адекватно описывают исследуемые системы с доверительной вероятностью 0,97. Среднеквадратичное отклонение не превышает 3 %.

© Семенов М. К., 2014

УДК 669.713.7

И. Ф. Синяев

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

ИССЛЕДОВАНИЕ BAGGING ПОДХОДА ПРИ ПОСТРОЕНИИ АНСАМБЛЯ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ КЛАССИФИКАЦИИ

Приводится исследование bagging подхода при построении ансамбля моделей с целью повышения точности классификации на тестовой задаче. Выделяются положительные и отрицательные стороны подхода.

Под ансамблем моделей понимается набор базовых классификаторов, результаты классификации которых объединяются и формируют прогноз агрегированного классификатора. Целью создания ансамбля моделей является повышение точности агрегированного классификатора по сравнению с точностью каждого индивидуального базового классификатора в отдельности.

Существует немало подходов к формированию ансамбля моделей. Одним из наиболее популярных является Bagging подход (Bootstrap Aggregating, Leo Breiman) (1). Метод основан на манипулировании обучающим множеством с последующим построением базовых классификаторов на различных его подмножествах. Каждый базовый классификатор использует общий алгоритм, но обучается на различных подмножествах. Прогноз ансамбля формируется путем комбинирования результатов каждого отдельного классификатора при помощи усреднения или голосования.

В качестве базового алгоритма классификации используется метод k-ближайших соседей (kNN). Основным принципом метода k-ближайших соседей является то, что объект присваивается тому классу, который является наиболее распространенным среди данного элемента.

Тестирование метода проводилось на задаче «StumbleUpon Evergreen Classification Challenge» (2), которая заключается в разделении множества объектов на 2 класса. Тестовая выборка содержит 3131 объектов и 26 признаков, по которым необходимо провести классификацию. На тестовой выборке при использовании алгоритма kNN ошибка классификации составила 35,1 %. При решении задачи ансамблем моделей ошибка составила 26,4 %.

В ходе работы были получены следующие результаты: bagging подход улучшает результаты классификации (до 25 % при использовании алгоритма kNN) по сравнению с индивидуальными базовыми классификаторами; имеет преимущество в простоте реализации. К недостаткам можно отнести недетерминированность результата (обучающие выборки формируются случайно) и сложность интерпретации результатов по сравнению с индивидуальными моделями.

Библиографические ссылки

1. Leo Breiman, Bagging Predictors // Statistics Department, University of California, Berkeley, 1994.
2. URL: <https://www.kaggle.com/c/stumbleupon/data> (дата обращения: 18.03.2014).

© Синяев И. Ф., 2014

УДК 004.896

Д. А. Суханов

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

АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВЕНТИЛЯТОРОМ В УСЛОВИЯХ ГАЗОВО-СМЕСИТЕЛЬНОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ

Описывается проблема эффективного управления вентиляционным оборудованием полупромышленного уровня. Рассматриваются способы формирования управляющего воздействия в зависимости от состава воздушной смеси в помещении. Эффективность различных подходов была исследована на тестовом приборе.

Условия работы, а также разрешенный вид деятельности производственного предприятия зависит от состава газовой среды в помещении, где работают сотрудники. К основным показателем относятся процентные составляющие: углекислого газа, кислорода, угарного газа, тяжелых элементов, а также примесь азота.

Качественно вентилятор уменьшает наличие вредных примесей, а также увеличивает приток кислорода и азота. Для упрощения регулирования, был сформирован

обобщенный сигнал рассогласования для управления по формуле [1]

$$E = \sqrt{\left(\frac{\sum_{i=1}^N \varepsilon_i' - \varepsilon_i}{N} \right)^2}, \quad (1)$$

где ε_i' – требуемый по стандартам показатель примеси в воздухе i -го газа; ε_i – фактический показатель примеси в воздухе i -го газа; N – общее число газов.

В данном случае это рационально, так как если кислорода в воздухе слишком много, то желательно уменьшить мощность вентилятора с точки зрения экономии электроэнергии, если же примесь кислорода в воздухе низкая – увеличить.

Был проведен эксперимент с традиционным ПИД-регулятором [2] и адаптивным нейрорегулятором [3] в контуре управления с целью сравнения качество их функционирования. Структура адаптивного нейрорегулятора аналогична структуре ПИД-регулятора. Отличием является настройка коэффициентов путём обучения нейросети в режиме реального времени. В результате эксперимента качество перерегулирования ПИД-регулятора и адаптивного нейрорегулятора практически совпало в идеальных условиях. В случае наличия шума (около 5 %), качественно меняется результативность ПИД-регулятора, который показал

низкую эффективность. Величина статической ошибки нейрорегулятора составила всего 12,4 %, что несопоставимо с ошибкой классического ПИД-регулятора – 32,6 %.

Библиографические ссылки

1. Никифоров В. О., Фрадков А. Л. Схемы адаптивного управления с расширенной ошибкой // *АиТ*. 1994. № 9. С. 3–22.
2. Теория автоматического управления / А. А. Воронов, Д. П. Ким, В. М. Лохин и др. М. : Высш. шк., 1986.
3. Ноткин Б. С. Системы прогнозирующего нейрорегулирования нелинейными динамическими объектами : дис. ... канд. техн. наук. Владивосток, 2006. 210 с.

© Суханов Д. А., 2014

УДК 519.68

А. В. Фисак

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

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКОГО КОНТРОЛЛЕРА В ПРОЦЕДУРАХ АДАПТАЦИИ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

Излагается идея настройки генетического алгоритма нечетким контроллером, причины возникновения такой идеи, пути и перспективы ее реализации, а также конкретные результаты, полученные при тестировании алгоритма с настраиваемой мутацией.

Решением задач любой природы занимается системный анализ. Согласно [2, с. 100] технология прикладного системного анализа включает в себя несколько этапов. Одиннадцатый этап, на котором производится выбор, или принятие решения часто сводится к оптимизационным задачам [2, с. 179].

Классические методы требуют, чтобы оптимизируемая функция обладала определенным набором свойств, например, была дифференцируемой и заданной аналитически. На практике часто встречаются проблемы, когда удается получить только значения функции в определенных точках. В таких случаях применяются эвристические алгоритмы поиска, частными случаями которых являются процедуры случайного поиска, но чтобы такой поиск сходил к хорошему результату за приемлемое время, необходимо каким-либо образом его направить.

В генетический алгоритм (ГА), основанный на случайном поиске, встроены механизмы аналогичные методам эволюции в природе: мутация, скрещивание и селекция [1, с. 125]. ГА доказали свою высокую эффективность на широком круге задач, однако надежность и скорость их работы на каждой отдельной задаче в высокой степени зависят от выбранных настроек алгоритма. Задача выбора подходящих видов операторов селекции, скрещивания и мутации является сложной и требует много времени даже для опытного исследователя.

В процессе работы ГА используется две стратегии: исследование новых регионов пространства по-

иска и использование уже найденного генетического материала с целью его улучшения. Правильное соотношение между стратегиями способно решить очень серьезную проблему ГА, такую как преждевременная сходимость. Учеными, работающими в области эволюционных алгоритмов, проведено множество исследований свойств ГА при различных комбинациях его настроек, а также предложено большое количество рекомендаций по выбору этих настроек. Также известно, что путем увеличения вероятности мутации можно перейти от стратегии использования к исследованию новых областей поискового пространства. В свете всего вышесказанного возникла идея с помощью нечеткого контроллера, в который будут заложены все требующиеся знания, выбирать вероятность мутации на каждом этапе поиска решения.

Разнообразие популяции определяется с помощью трех показателей. Для вычисления первых двух популяция рассматривается на уровне фенотипа:

$$I_1^t = \frac{UV^t}{PS}; \quad I_2^t = \frac{\left| \frac{MaxFV^t - AvgFV^t}{MaxFV^t - MinFV^t} \right|}{1},$$

здесь UV^t – число уникальных значений функции пригодности в текущей популяции; PS – размер популяции; $MaxFV^t$, $MinFV^t$, $AvgFV^t$ – соответственно максимальное, минимальное и среднее значение функции пригодности в текущей популяции.

Последний показатель рассчитывается на основе расстояния Хэмминга между лучшей и худшей хромосомой на уровне генотипа:

$$I_3^t = \frac{\sum_{i=1}^{CL} |C_{\max,i}^t - C_{\min,i}^t|}{CL},$$

C_{\max}^t, C_{\min}^t – лучшая и худшая хромосомы, представленные в виде битовых строк, CL – длина хромосомы. Формулы были взяты из [3] (с небольшими изменениями).

Используемый нечеткий контроллер (НК) Мамдани состоит из трех этапов: фазификации показателей разнообразия популяции, логического вывода на основе эмпирически найденной базы правил и дефазификации выходной величины (вероятности мутации). Одно из нечетких правил управления можно записать следующим образом: ЕСЛИ все показатели имеют большие значения, ТО вероятность мутации маленькая. Условие соответствует ситуации, когда популяция весьма разнообразна, поэтому нужно использовать имеющийся генетический материал, а не получать новый с помощью мутации.

Проверим работоспособность предложенного подхода на задачах условной оптимизации:

$$F_1(\bar{x}) = 3 \cdot (x_1 - 4)^2 + 4 \cdot (x_1 - 4)(x_2 - 4) + 3 \cdot (x_2 - 4)^2 \rightarrow \min, \quad x_1 + x_2 \leq 0;$$

$$F_2(\bar{x}) = 3 \cdot (x_1 - 6)^2 + (x_1 - 6)(x_2 - 6) + 3 \cdot (x_2 - 6)^2 \rightarrow \min, \quad \begin{cases} -3 \leq x_1 \leq 3, \\ -3 \leq x_2 \leq 3 \end{cases}$$

$$F_3(\bar{x}) = \sum_{i=1}^2 (0.1 \cdot x_i^2 - 4 \cos(0.8 \cdot x_i) + 4) \rightarrow \min, \quad \begin{cases} x_1^2 + 9 \cdot x_2^2 \leq 36, \\ 9 \cdot x_1^2 + x_2^2 \leq 36 \end{cases}$$

Для каждой задачи был выбран интервал варьирования переменных $[-10, 10]$ с шагом дискретизации, равным 0.01. Число индивидов и поколений для пер-

вой задачи равнялось 100 и 400 соответственно, для второй 75 и 75, а для третьей 40 и 40. Усреднение производилось по 50 прогонам. Часть полученных результатов (при одноточечном скрещивании, турнирной селекции и динамических штрафах, как методе учета ограничений) приведена в таблице.

Надежность нахождения решения

№ функции	Слабая мутация	Средняя мутация	Сильная мутация	Мутация, настраиваемая НК
1	0.22	1	0.06	0.82
2	0.96	0.7	0.1	0.62
3	0.96	0.98	0.1	0.9

Полученные результаты показали, что надежность ГА, настраиваемого НК меньше, чем у лучшего стандартного генетического алгоритма, но всегда больше, чем надежность среднего алгоритма, что говорит о его конкурентоспособности. В приведенной таблице алгоритм со средней мутацией всегда выигрывает у настраиваемого НК, но при использовании метода смертельных штрафов для учета ограничений, практически всегда оказывается лучшим алгоритм с сильной мутацией или с настраиваемой. В дальнейшем предполагается избавиться от необходимости выбора остальных настроек алгоритма и разработать эффективную систему поддержки принятия решений.

Библиографические ссылки

1. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский, Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. М. : Горячая линия – Телеком, 2006. 452 с.
2. Тарасенко Ф. П. Прикладной системный анализ : учеб. пособие. М. : КНОРУС, 2010. 224 с.
3. M. Jalali Varnamkhandi, L. S. Lee, M. R. Abu Bakar, and W. J. Leong, "A genetic algorithm with fuzzy crossover operator and probability," *Advances in Operations Research*, vol. 2012, Article ID 956498, 16 pages, 2012.

© Фисак А. В., 2014

УДК 519.87

Д. И. Хритonenко

Научный руководитель – Е. С. Семенкин

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

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ГЕНЕРИРОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ КЛАССИФИКАТОРОВ ЭВОЛЮЦИОННЫМИ АЛГОРИТМАМИ В ЗАДАЧАХ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Рассматривается решение задачи идентификации пользователя и его персональных характеристик при помощи коллективов искусственных нейронных сетей. Описывается метод автоматического генерирования таких коллективов. Эффективность предложенного подхода сравнивается с базовым алгоритмом, а также с альтернативными методами.

Одним из источников передачи информации человеком является речь. С ее помощью человек передает своему собеседнику сформулированные им мысли. Однако в самой речи кроется большое количество

персональной информации говорящего, а именно: пол, возраст, эмоциональное состояние, заболевания, отклонения и т. д. Используя речь, человек может идентифицировать своего собеседника без визуально-

го контакта. К сожалению, современные технические системы не обладают такими свойствами. Решение задач идентификации и выявления персональных характеристик говорящего позволит повысить эффективность современных средств контроля и охраны, интеллектуальных диалоговых систем, повысит точность речевых моделей.

Речь характеризуется десятками и сотнями различных характеристик (амплитуда, частота, спектральные, кепстральные характеристики и т. д.). При этом неизвестно, какие именно из них и как влияют на результат идентификации. Кроме того, не исключается и их взаимное влияние друг на друга. Один из подходящих инструментов для решения таких задач – использование искусственных нейронных сетей (ИНС) [1]. Однако эффективность такого подхода нередко бывает недостаточной. Она может быть повышена за счет одновременного использования нескольких ИНС (коллектив ИНС).

Для формирования и обучения ИНС в работе используются самоконфигурируемые эволюционные алгоритмы, а именно: генетический алгоритм (ГА) и алгоритм генетического программирования (ГП) [1]. При этом ГА используется для обучения ИНС, ГП – для выбора ее структуры. Такой подход на сегодняшний день описан во множестве источников. В случае формирования коллективов необходимо решать следующие задачи: выбор ИНС в коллектив, учет «мнений» каждого члена коллектива.

Первая из описанных задач решается следующим образом:

1. Генерируется k нейросетей при помощи ГА и ГП.

2. Каждой из k нейросетей сопоставляется булев вектор X . Значения данного вектора на i -ой позиции показывают, правильно ли был классифицирован i -ый объект выборки (1 – правильно, 0 – нет).

3. Выбирается ИНС с максимальной суммой по вектору X .

4. Далее при помощи метрики Хемминга $d(\overline{X}_i, \overline{X}_j)$ и максиминного критерия выбираются остальные ИНС, участвующие в коллективе:

$$\max_i \min_j d(\overline{X}_i, \overline{X}_j)$$

5. Пункт 4 выполняется до тех пор, пока не превышено число необходимых ИНС, или критерий $d(\overline{X}_i, \overline{X}_j)$ не стал равен нулю для любых i и j .

Вторая из описанных задач также может решаться при помощи алгоритма ГП. При этом функциональное множество алгоритма ГП, используемого для формирования коллектива будет включать в себя различные математические операции и функции (умножение, синус и т. д.). Терминальное – все предварительно отобранные ИНС, а также ряд параметров, настраиваемых в ходе эволюционного поиска алгоритмом. Таким образом, полученный алгоритм будет являться некоторым обобщением существующих стандартных методов учета мнения коллектива (среднее, взвешенное среднее и т. д.). За счет ввода в терминальное множество настраиваемых параметров

алгоритм не может получить решение хуже, чем лучший член коллектива ИНС.

Рассмотренный подход был реализован в виде программной системы и протестирован на ряде тестовых задач [2]. Эффективность такого подхода на этих задачах с точки зрения непараметрического критерия Уиллкоксена оказалась выше, чем у базовой модели (лучшая из ИНС входящая в коллектив). Кроме того, данный алгоритм был протестирован на задаче распознавания эмоций человека по звуковому сигналу [3]. Данная задача содержит 37 атрибутов, и 7 классов. Сравнение итогового алгоритма (E_ANN_GP) с базовой моделью (ANN_GP) и аналогами представлено ниже.

Результаты тестирования

Алгоритм	Критерий эффективности
Naive Bayes	0,608
Logistic Regression	0,67
K-FuzzyRules	0,61
Decision Tree	0,42
W-M5P	0,61
W-MultilayerPerceptron	0,66
ANN_GP	0,7
E_ANN_GP	0,73

Критерий эффективности алгоритма – доля верно классифицированных объектов. Для получения данного критерия исходная выборка разбивалась на тестовую и обучающую в соотношении 30 % на 70 % случайным образом. При этом проводилась серия из ста независимых запусков.

Из представленных результатов видно, что предложенный подход выигрывает у ряда аналогов, а также у своей базовой модели. Следовательно, предложенную модификацию можно считать эффективной. Использование ИНС и их коллективов позволяет решать поставленную задачу лучше предложенных аналогов, однако ошибка классификации все еще остается большой (порядка 27 %). Она может быть уменьшена при помощи дальнейших модификаций алгоритма, а именно:

- применение альтернативного генетическому программированию метода проектирования ИНС;
- вовлечение других интеллектуальных информационных технологий (нечеткие системы, символичные выражения, нейронечеткие системы и т. д.);
- замена алгоритма обучения.

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. Machine Learning Repository UCI [Electronic resource]. URL: <http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets.html>.
3. Felix Burkhardt, Astrid Paeschke, Miriam Rolfes, Walter F Sendlmeier, and Benjamin Weiss. A database of german emotional speech. In Interspeech. P. 1517–1520, 2005.

УДК 004.032.26

Д. В. Щеголькова, Е. И. Орешкина
 Научный руководитель – Л. В. Липинский
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩЕГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, РЕШАЮЩЕГО ЗАДАЧИ ФОРМИРОВАНИЯ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ

Приведены краткое описание и результаты осуществления аналитического обзора существующих нейропакетов, решающих задачи в области формирования нейросетевых моделей.

Сферы применения нейронных сетей весьма обширны: экономика и бизнес, медицина, автоматизация производства, геологоразведка и многие другие. Соответственно, существует множество инструментов для формирования нейросетевых моделей и работы с ними. Помимо достаточно распространенных коммерческих программных продуктов существуют специализированные некоммерческие программные средства, разработанные исследователями и позволяющие применять нейронные сети для решения практических задач.

Разобраться в таком многообразии предлагаемых программ достаточно сложно. Логично в качестве критерия выбора инструмента использовать ориентацию нейропакета под конкретный класс задач, но большинство создателей нейросетевых программных средств заявляют об универсальности программного продукта и широте применения для решения различных задач.

Иногда достаточно простого программного решения, предназначенного для рядового пользователя. Но не исключена возможность возникновения необходимости использования каких-либо дополнительных возможностей нейропакета, например, наличие в программе генератора исходного кода, что позволяет применять внешние модули при построении и обучении нейронной сети. Рынок программных продуктов обеспечивает такого «продвинутого» пользователя соответствующими расширениями к реализации основного функционала нейропакета.

Таким образом, целью нашего исследования является анализ существующих нейропакетов с точки зрения наличия у таковых достоинств и недостатков, а также, дополнительных возможностей, помимо непосредственного моделирования нейросетевых моделей.

В рамках данной работы были рассмотрены следующие программные продукты: Neural

Network Toolbox, NeuroSolutions, NeuralWorks Professional, NeuroShell 2, BrainMaker Pro и STATISTICA Automated Neural Networks.

По мнению авторов статьи BrainMaker Pro 1994 года выпуска является самым простым из рассмотренных программных систем. Обучение НС здесь осуществляется с помощью алгоритма обратного распространения ошибки. Достоинством является большое число параметров настройки алгоритма обучения, а недостатками – отсутствие наглядности процесса моделирования и достаточно сложный пользовательский интерфейс. Цена: \$850.

Neural Network Toolbox входит в состав интегрированной среды MATLAB, содержит средства для

проектирования, моделирования, разработки и визуализации НС. Слабой стороной данного пакета является то, что создание и настройка нейросети требует от пользователя наличия навыков программирования, а преимуществом служит открытая архитектура среды MATLAB, которая позволяет использовать нейронные сети, не только как самостоятельный инструмент, но и в совокупности с иными инструментами, а также реализовывать свои средства предобработки и постобработки данных, применять собственные алгоритмы обучения и т. д. [1]. Средняя стоимость – 895 долл.

NeuroSolutions – система, которую можно менять и дополнять посредством имеющегося встроенного макроязыка [2]. В ней имеется мастер стандартных нейросетевых архитектур (Neural Wizard), посредством которого быстро организовывается структура, обучающая выборка, методы и критерии обучения НС. Преимуществами данного программного продукта являются наличие средств визуализации процесса создания и работы НС, а также встроенные конвертеры данных, поддерживающие изображения формата BMP, файлы с числовыми или символьными данными, функции непрерывного аргумента (например, времени), заданные в аналитическом виде или в виде выборки значений. Цена: 795 долл.

NeuralWorks Professional – мощное средство для моделирования НС, в котором реализованы 28 нейронных моделей, и внушительное количество алгоритмов обучения [2]. Как и в вышеназванных пакетах в NeuralWorks Professional имеется система визуализации данных. В качестве положительного момента следует отметить наличие модуля UDND (User Define Neural Dynamics), позволяющего создавать собственные нейронные структуры. Ценовой диапазон от 1 995 долл. до 4 995 долл.

NeuroShell 2 – одна из трёх программ пакета The AI Trilogy, предназначенная для моделирования нескольких наиболее известных моделей НС. Отрицательным моментом является наличие жесткой последовательности действий при моделировании НС, поскольку для внесения изменений приходится заново осуществлять проделанную последовательность действий. Безусловные преимущества – инструменты обмена данными, представленными в текстовом бинарном виде, а также в наиболее распространенных финансовых форматах. Примерная стоимость 995–7 495 долл. [4].

STATISTICA Automated Neural Networks – достаточно мощный и простой в использовании инструмент, который способствует работе пользователя,

помогает пройти все этапы создания разного рода нейросетей и выбрать наилучшую [5]. Осуществляется поддержка архитектур НС практически неограниченного размера, загрузки и анализа нескольких моделей. Имеется инструмент, который позволяет в автоматизированном режиме строить различные архитектуры НС и регулировать их сложность. Явных недостатков выявлено не было. Приблизительная стоимость 999–3 334 долл.

Практически все программные продукты обладают средствами визуализации процесса создания и работы НС. Одной из дополнительных функций всех вышеперечисленных нейросетевых пакетов является встроенный генератор исходного кода, отличие лишь составляют компиляторы, которые они поддерживают. Ценовой диапазон весьма обширен: от 800 до 7 500 долл. и зависит от количества приобретаемых лицензий, платформы компьютера и степени «профессиональности» версии.

Библиографические ссылки

1. Neural Network Toolbox [Электронный ресурс] : офиц. сайт программы. URL: <http://matlab.ru/products/neural-network-toolbox> (дата обращения: 18.03.2014).
2. NeuroSolutions [Электронный ресурс] : офиц. сайт программы. URL: <http://www.neurosolutions.com/> (дата обращения: 18.03.2014).
3. NeuralWorks Professional [Электронный ресурс] : офиц. сайт программы. URL: www.neuralware.com (дата обращения: 18.03.2014).
4. Neuroshell [Электронный ресурс] : офиц. сайт программы. URL: <http://www.neuroshell.com/> (дата обращения: 18.03.2014).
5. STATISTICA Automated Neural Networks. Автоматизированные нейронные сети [Электронный ресурс]. URL: http://www.statsoft.ru/products/STATISTICA_Neural_Networks (дата обращения: 18.03.2014).

© Щеголькова Д. В., Орешкина Е. И.. 2014

УДК 004.032.26

Д. В. Щеголькова, Е. И. Орешкина
 Научный руководитель – *Л. В. Липинский*
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

О ПОДХОДАХ К ВЫБОРУ СТРУКТУРЫ НЕЙРОННОЙ СЕТИ НА ПРИМЕРЕ МНОГОСЛОЙНОГО ПЕРСЕПТРОНА

Приведены обоснование выбора и результаты реализации такого подхода к формированию структуры НС как поэтапное наращивание, а также предложены рекомендации по улучшению работы исследуемого алгоритма.

На сегодняшний день нейронные сети являются эффективным средством интеллектуального анализа данных. Однако, специалистам предметных областей, не связанных с математикой и анализом данных сложно ориентироваться в настройках нейронных сетей. И если для весовых коэффициентов разработаны и исследованы процедуры оптимизации (такие как, алгоритм обратного распространения ошибки, метод сопряженных градиентов и другие градиентные алгоритмы), то поиск эффективной структуры формализовать сложнее. Из чего можно заключить, что разработка эффективной процедуры выбора структуры НС является актуальной исследовательской задачей.

Один из главных вопросов при реализации нейронной сети – моделирование архитектуры (выбор количества скрытых слоев, количества нейронов для каждого скрытого слоя, способы соединения этих нейронов, направления распространения сигналов и проч.). Существуют различные типы архитектур НС, которые принято разделять на два больших класса: сети прямого распространения сигнала и сети с обратными связями (рекуррентные).

Нейронные сети с обратными связями, относящиеся ко второму классу, позволяют прохождение сигналов в обоих направлениях. Среди НС с обрат-

ными связями наиболее популярными являются сеть Кохонена, сеть Хопфилда и ART-модели. К первому классу относят сеть радиально-базисных функций и персептроны [1].

На практике наибольшее распространение получили именно многослойные персептроны. Персептрон имеет простую структуру и относительно универсален. Многослойные персептроны применяют для решения задач аппроксимации, прогнозирования, управления классификации и т. д. Простота и универсальность персептрона являются основанием выбора его в качестве основы. В данном исследовании поиск эффективных структур будет осуществляться на основе этого типа архитектуры НС.

В число основных подходов к формированию структуры нейронной сети входят упрощение нейронной сети и ее наращивание.

При первом подходе задаются некоторой избыточной структурой нейронной сети, и адаптивные параметры находят путем обучения сети. Зачастую это приводит к тому, что в нейронной сети присутствует некоторое число избыточных элементов, без которых можно вполне обойтись при решении конкретной задачи. Удаление таких элементов из нейросети называется упрощением сети. Второй подход предполагает поэтапное усложнение НС.

Результаты работы алгоритма подбора эффективной структуры нейронной сети

Функция	Кол-во точек в выборке	Кол-во эпох	Кол-во запусков программы	Лучшее значение ошибки	Структура, соответствующая лучшему значению ошибки
$f(x) = x^2$	100	10 000	10	0,008 136	1;1;1;1
$f(x) = \sin(x)$	100	10 000	10	0,007 351	1;2;1
$f(x, y) = x^2 + y^2$	100	10 000	8	0,020 628	2;5;6;1
$f(x, y) = \sin(x^2) + \sin(y^2)$	100	10 000	5	0,011 860	2;7;4;1

Основным недостатком подхода упрощения нейронной сети является произвольность выбора начальной архитектуры. В случае недостаточной структуры нейронная сеть не сможет решить поставленную задачу. И упрощение структуры не улучшит нейросетевую модель.

Подход наращивания НС применяется в данной работе, поскольку не обладает указанными недостатками.

Рассмотрим вариант обучения с учителем, полносвязную НС прямого распространения сигнала. На входном слое число нейронов постоянно и равно количеству входов в нейросеть. На выходном – число нейронов также фиксировано, и равно количеству выходов НС. На начальном этапе задается один скрытый слой с одним нейроном на нём. Затем последовательно «наращиваем нейросеть» по следующему алгоритму:

1. находим все возможные варианты структур НС, полученные из текущей посредством добавления одного нейрона на каждый слой или добавления одного слоя;

2. вычисляем ошибку нейронной сети для каждого изменения и запоминаем то изменение, которое приводит к наименьшей ошибке, переходим к шагу 1.

Прекращаем работу алгоритма по заданному условию. Такими условиями могут быть:

- значение ошибки меньше некоторого желаемого значения ϵ ;
- ограничения на число слоёв;
- максимально допустимое число нейронов в слое.

Перед запуском алгоритма наращивания необходимо задавать количество эпох обучения и запусков программы.

Критерии остановки алгоритма в данной работе: ограничение на количество скрытых слоев, равное 3 и

значение ошибки НС, равное 0,01. Результаты работы программы приведены в таблице выше.

Проанализировав данные, представленные в таблице, и результаты исследования в целом можно прийти к следующим выводам:

– для решения задач аппроксимации простых функций достаточно добавления одного слоя или одного нейрона в базовую структуру, но по мере увеличения сложности функции количество нейронов на каждом слое увеличивается;

– целесообразно ставить ограничения остановки работы алгоритма не только по количеству скрытых слоев, но и по количеству нейронов в слое;

– поскольку поиск подходящей структуры посредством применения алгоритма наращивания является достаточно ресурсозатратным, возникает необходимость сокращения времени работы алгоритма подбора структуры. Добиться этого можно путем реализации соответствующей процедуры предобработки данных, предложенной В. А. Крисоловым и К. В. Чумичкиным в своем докладе [2], которая представляет собой упрощение обучающей выборки на ранних этапах обучения с последовательным усложнением (детализацией) на последующих этапах.

Библиографические ссылки

1. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. 2-е изд. СПб. : Вильямс, 2008. 1104 с.
2. Крисолов В. А., Чумичкин К. В. Ускорение обучения нейронных сетей за счет адаптивного упрощения обучающей выборки. Одесса : Одес. национ. политехнич. ун-т.

© Щеголькова Д. В., Орешкина Е. И.. 2014

УДК 004.051

Д. А. Бастрикин
Научный руководитель – В. В. Тынченко
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

О ПОДХОДЕ К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО СБОРА ДАННЫХ С ПРИБОРОВ УЧЕТА В СФЕРЕ ЖКХ

Раскрывается один из подходов к расширению функциональности готовых автоматизированных информационных систем на примере систем учета услуг, предоставляемых населению предприятиями ЖКХ и энергетическими компаниями. Подход основан на использовании в программе подключаемых модулей, имеющих доступ к базе данных через доступные функции программы.

В данный момент существует множество готовых автоматизированных информационных систем, ведущих учет в ТЭЦ и ЖКХ. Такие компании как 1С и Инфрокraft, продукты которых представлены на рынке ИТ в течение длительного времени, уже давно разработали продукты, ведущие надёжный и качественный учет услуг ЖКХ и электроэнергии [1; 3]. Однако данные в такие системы до сих пор поступают от оператора этих систем, в то время как сейчас уже существует огромный спектр возможностей для автоматизации дистанционного сбора данных непосредственно с приборов учета, хотя бы частично. Одной из них является возможность использования счетчиков электроэнергии со встроенными или внешними GSM модемами, такими как МЕРКУРИЙ, ГАММА и модемы TELEOFIS [4]. Понятно, что фирма, решившая ввести такие счетчики в своё использование, будет вынуждена либо модифицировать существующие решения учета, либо разрабатывать своё. Причём в обоих случаях решение будет зависеть от модели и программного обеспечения внедряемого счетчика [5]. А если фирма использует несколько видов таких счетчиков или решит ввести новые возможности для сбора информации, такие как сайт или платёжный терминал, то задача становится еще более трудоёмкой.

Данная проблема связана с тем, что для разных способов работы с информационной системой необходимы разные сценарии взаимодействий с внешним программным обеспечением, которое используют те или иные средства. А обилие и отсутствие общих стандартов таких сценариев делают невозможным их введение в большие информационные системы изначально.

Решение этой проблемы видится в применении такой архитектуры программы, где главным модулем будет выступать сама программа учета, которой будут доступны стандартные методы чтения и записи информации в базе данных. Эти методы и будут использоваться дополнительными модулями для доступа к данным. Такие модули будут являться своего рода сценариями для работы со сторонним программным

обеспечением. Понятно, что для надёжного функционирования таких модулей всё равно понадобится контроль оператора, но уже только на подтверждение той или иной операции.

Важно то, чтобы эти модули были свободно подключаемыми и никак не влияли на учет в основной программе. Такая структура программы сделает внедрение новых способов сбора и передачи информации гораздо проще, ведь теперь не нужно будет в деталях изучать строение информационной системы и модифицировать ее программный код, а достаточно будет написать новый модуль, выполняющий, к примеру, сбор информации со счетчиков или интернет-ресурса, и подключить его к основной программе.

Для того чтобы при каждом подключении или отключении модуля программа не нуждалась в перекомпиляции, она должна быть написана на интерпретируемом языке, таком как Python. А для подключения таких модулей необходимо отдельное приложение, не связанное с основной программой, хранящее данные о необходимых модулях.

Понятно, что лучше реализовать систему учета, взяв за основу, к примеру, структуру уже реализованной по современным стандартам конфигурации для ЖКХ и ТЭЦ 1С Предприятия или Квартплата Инфокraft [2].

Предложенный подход к решению проблемы удаленного обмена данными с автоматизированной информационной системой ЖКХ сделает её более гибкой, позволит предоставить пользователям системы новые возможности, подстраивать систему под конкретные цели и задачи.

Библиографические ссылки

1. Программное обеспечение для учета электроэнергии [Электронный ресурс]. URL: <http://nforceit.ru/> (дата обращения: 20.03.2014).
2. Автоматизированная система учёта электроэнергии и контроля за нагрузками СУП-04 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gosan.ru/products/sup/?PHPSESSID=24577b9d757423870baef7857d4ad106> (дата обращения: 20.03.2014).

3. Автоматическая система учета электроэнергии [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rsautomation.ru/index.php/index.php?page=askue&lang=ru> (дата обращения: 20.03.2014).

4. Школа электрика [Электронный ресурс]. URL: <http://electricalschool.info/> (дата обращения: 20.03.2014).

5. Как начать учитывать коммунальные услуги с комфортом, Блог Dom27x7, «ХабрХабр» [Электронный ресурс]. URL: <http://habrahabr.ru/company/dom24x7/blog/217347/> (дата обращения: 20.03.2014).

© Бастрикин Д. А., 2014

УДК 004.32

Н. В. Белова, А. И. Томилина
Научный руководитель – *А. Н. Горошкин*
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ВИРТУАЛИЗАЦИЯ ПРОСТРАНСТВА

Рассмотрена автоматизированная виртуализация пространства с помощью бесконтактного сенсорного игрового контроллера Kinect. Представлена идея практической реализации виртуализации пространства данным способом.

Виртуализация пространства с помощью видеопоследовательности является одной из самых сложных задач. На сегодняшний день существуют программно-механические комплексы, позволяющие построить трехмерную модель местности. Но в большинстве из них необходимо непосредственное участие человека – он должен определенным образом перемещаться в пространстве вместе с датчиком. Человеческий фактор при таком способе построения карт вносит дополнительные ошибки – из-за неполного охвата окружающего мира датчиком в карте будут необследованные области, о структуре которых ничего неизвестно. Те комплексы, которые имеют автономную мобильную базу, слишком дороги. Среди проанализированных комплексов, позволяющих моделировать пространство, не был найден такой, в котором бы обход осуществлялся автоматически и совмещались дешевизна, надежность, модульная архитектура, широкий спектр применения.

С помощью бесконтактного сенсорного игрового контроллера Kinect решение этой задачи становится реальным. Kinect состоит из двух сенсоров глубины, цветной видеокамеры и микрофонной решетки [2]. Программное обеспечение осуществляет полное 3-х мерное распознавание не только движений тела, но и ограниченного пространства комнаты. Датчик глубины состоит из инфракрасного проектора, объединенного с монохромной КМОП-матрицей, что позволяет получать трёхмерное изображение при любом естественном освещении [4]. В данный момент к выпуску готовится новая версия Kinect2.0, в которую добавлены настройки камеры, инвариантные свету (остающиеся неизменными при изменениях света). При таких настройках Kinect дает одинаковый результат вне зависимости от особенностей освещения комнаты. На практике это означает, что можно использовать Kinect в темноте или помещении со световыми шумами. Таким образом, при обработке данных от Kinect, разработчикам не надо беспокоиться, что данные будут искажены из-за неожиданного изменения освещения в комнате, например, включения верхнего света или даже появления солнечного, который является основной проблемой при работе с камерами подобного типа [3].

Более того на сегодняшний момент компания Microsoft разработала KinectFusion – софт позволяет в реальном времени восстанавливать 3D сцену на основе данных с Kinect-a, а также выполнять сегментацию и трекинг объектов. KinectFusion включает в себя такие возможности, как построение 3D-модели (треугольной сетки), текстурирование модели за счёт цветной видеокамеры, сегментация – выделение отдельного предмета на сцене и трекинг – отслеживание выделенных объектов [5].

С помощью уже созданного софта решена проблема визуализации статического пространства и пространства с использованием небольшой динамики. Но более широким применением будет использование комплексного объекта, который визуализировал динамически изменяющееся пространство, делал бы это автоматически и хранил это визуализированное пространство [1].

Для решения поставленной задачи можно использовать двигающегося робота, к которому присоединён контроллер Kinect. Также при создании 3D-сцены следует учесть, что робот способен проходить по одному и тому же месту несколько раз, что он может обходить один и тот же объект с нескольких сторон. Так же нужно обеспечить хранилище данных, которое не только бесконтрольно заполняющееся бесконечной 3D-сценой, но и способное обновлять уже существующую. Эту проблему можно решить созданием простой схематичной карты комнаты на основе глубинной картины.

Библиографические ссылки

1. URL: <http://habrahabr.ru/company/veeam/blog/196636/> (дата обращения: 24.02.2014).
2. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Kinect> (дата обращения: 15.02.2014).
3. URL: <http://habrahabr.ru/post/126379/> (дата обращения: 15.02.2014).
4. URL: <http://my-it-notes.com/2012/02/kinect-programming-first-steps/> (дата обращения: 4.03.2014).
5. URL: <http://my-it-notes.com/2012/07/kinect-fusion-description-of-algo-using-pcl-kinfu/> (дата обращения: 21.02.2014).

© Белова Н. В., Томилина А. И., 2014

УДК 004.93

К. М. Болдырев, М. А. Лантева
 Научный руководитель – М. Н. Фаворская
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ РЕГИСТРАЦИОННЫХ НОМЕРОВ АВТОМОБИЛЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Работа посвящена разработке системы распознавания регистрационных номеров автомобиля с применением нейронной сети. Использование данной системы позволит обеспечить контроль и безопасность дорожного движения.

Обеспечение дисциплины на дорогах и повышение ответственности водителей является важной и актуальной задачей. Одна из возможных и эффективных мер – это автоматический контроль соблюдения правил дорожного движения, нарушение которых влечёт за собой неотвратимость наказания. Автоматически могут быть зарегистрированы такие нарушения, как несоблюдение скоростного режима, выезд на полосу встречного движения, выезд на красный сигнал светофора, нарушение правил остановки и стоянки на проезжей части, перестроение с нарушением требований дорожной разметки и многие другие. Одновременно при контроле проезжающего транспорта ведётся поиск угнанных автомобилей, выявляются автомобили без номерного знака.

Преимущества автоматической регистрации очевидны – система регистрирует каждый проезжающий мимо автомобиль, что при высокой интенсивности движения при многополосном движении работник патрульно-постовой службы не сможет сделать в принципе. Сверить все номера автомобилей по списку также не под силу одному человеку.

Проблема идентификации автомобиля по регистрационному номерному знаку является важным аспектом контроля и обеспечения безопасности дорожного движения. Программные продукты, способные решать данную задачу, востребованы в самых различных сферах. Примером могут служить автотранспортные предприятия, автомобильные стоянки, гаражные кооперативы, коттеджные поселки, заправочные станции, пункты контроля въезда на территорию объекта и т. п.

Задача распознавания регистрационных номеров автомобилей обычно решается с помощью таких известных методов, как шаблонный метод, структурный, признаковый и других [1]. Существующие методы имеют низкую устойчивость к изменениям масштаба, смещениям, поворотам, смене ракурса и прочим искажениям, поэтому было решено реализовать алгоритм с применением сверточной нейронной сети, одним из преимуществ которых является слабая чувствительность к искажениям входного сигнала.

В основе сверточных сетей лежат три механизма, позволяющие достичь относительной устойчивости к переносу, масштабированию и незначительным искажениям на изображении:

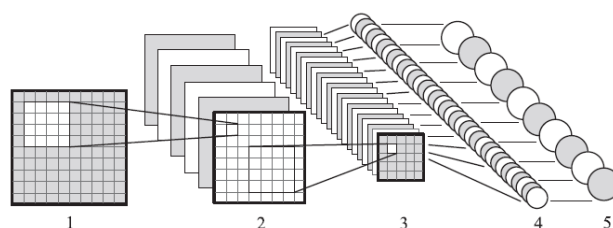
1. Локальное извлечение признаков. Каждый слой сканируется локальным рецептивным окном, причем, положения этого окна могут частично перекрываться

во время сканирования. Затем это окно передает взвешенное просуммированное значение всех пикселей связанному с положением этого окна нейрону. Это значение и будет называться локальным признаком. Как только признак извлечен – его точное расположение уже не имеет значения, поскольку установлено его местонахождение относительно других признаков.

2. Формирование слоев в виде набора карт признаков. Каждый вычислительный слой состоит из множества карт признаков – плоскостей, на которых все нейроны должны использовать одно и то же множество синаптических весов. Такая форма усложняет структуру сети, однако имеет два важных преимущества: инвариантность к смещению, которое достигается с помощью свертки с ядром небольшого размера, и сокращение числа свободных параметров, которое достигается за счет совместного использования синаптических весов нейронами одной и той же карты.

3. Подвыборка. За каждым слоем свертки следует вычислительный слой, осуществляющий локальное усреднение и подвыборку. За счет этого, достигается уменьшение разрешения для карт признаков. Такая операция приводит к понижению чувствительности выходного сигнала оператора отображения признаков к незначительному смещению и прочим формам деформации.

Постепенно нейронная сеть обучается выделять ключевые характеристики поступающих на вход изображений [2; 3]. Архитектура сверточной нейронной сети состоит из многих слоев (см. рисунок).



Сверточная нейронная сеть:
 1 – вход; 2, 3 – скрытые сверточные слои; 4 – слой из обычных нейронов; 5 – выходы сети

В качестве входных данных выступает изображение, содержащее регистрационный номер автомобиля, а в качестве выходных данных выступает строка с номером автомобиля.

Система представляет собой Windows-приложение, разработанное в среде разработки Microsoft Visual Studio 2012. Разработанный программный продукт, реализует алгоритм распознавания регистрационных номеров автомобилей на основе сверточной нейронной сети, основными функциями которого являются: загрузка изображения через диалоговое окно, загрузка нейронной сети, создание нейронной сети, обучение нейронной сети, загрузка обучающей выборки, выделение символов на изображении и детектирование регистрационного номера.

Библиографические ссылки

1. Спицын В. Г. Распознавание изображений : учеб. пособие // Изв. Том. политехнич. ун-та. Томск : ТПУ, 2012. С. 54–59.
2. Le Cun Y., Bengio Y. Convolutional networks for images, speech and time series // The handbook of brain theory and neural networks. 1998. Vol. 7. P. 255–258.
3. Ronse C., Najman L., Decenciere E. Mathematical morphology: 40 years on // Proceedings of the VII Intern. symposium of mathematical morphology. Netherlands, 2005. № 30. P. 350–370.

© Болдырев К. М., Лаптева М. А., 2014

УДК 004.932.2

Ю. В. Борисов

Научный руководитель – А. Г. Зотин

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

ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧЕБНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «ЭЛЕКТРОННЫЙ ПОМОЩНИК ПРЕПОДАВАТЕЛЯ»

Представлено описание проектирования учебной информационной системы для преподавателей школ, позволяющей обеспечить автоматизированную работу с ведением документооборота, а также предложен метод обеспечения безопасности доступа к персональным данным.

Электронный документооборот является неотъемлемой частью сферы образования. Любой школьный преподаватель ведет достаточно много различной документации. Так, например, во время проведения занятий необходимо проставлять отметки посещаемости и успеваемости учащимся. Помимо этого в обязательства преподавателей входит написание различных планов, порой характеристик, отчетов о проделанной работе и мн.др. Практически все преподаватели реализуют всю документацию в продуктах офисного пакета корпорации Microsoft (MS Office Word, MS Office Excel, MS Office Access и др.). Несмотря на огромные возможности этих продуктов, многие используют лишь самую малую часть предложенного функционала. Столкнувшись с этой проблемой, было решено спроектировать такую учебную информационную систему, которая позволит автоматизировать процесс создания форм отчетности, ведения электронного журнала и пр.

При изучении предметной области было выявлено, что в основном преподавателями проводятся следующие виды работ: составляются календарно-тематические и учебно-тематические планирования, ведется рейтинг успеваемости и посещаемости, происходит написание различных отчетов [1]. В связи с этим была предложена следующая структура программы, позволяющая реализовать вышеперечисленные действия (рис. 1).

Все модули программы находятся под управлением ядра программы. Модуль, отвечающий за интерфейс, позволит настраивать вид программы под каждого пользователя индивидуально в соответствии с должностными обязанностями. Например, завуч сможет объявить каждому преподавателю о предстоящих

проверках, собраниях, педагогических советах и др. мероприятиях. Модуль защиты, связанный с модулем доступа к БД, обеспечит защищенный вход. Большая часть всех модулей даст возможность сгенерировать различные отчеты, которые пишутся преподавателями, а модуль расчета расписания и аудиторного фонда покажет, в какое время и какие аудитории заняты или свободны и высчитает расписание конкретного преподавателя. Поскольку информационная система предназначена для использования ее в течение учебного процесса, то она будет учитывать различные нюансы, возникающие в это время, включая учебные и неучебные дни.

Архитектура конечного приложения предполагается вида «клиент-сервер». Программа-клиент рассчитана на людей, производящих образовательную деятельность, программа-сервер – исключительно для администратора, задачей которого является сопровождение ПО и БД, а также внесение первоначальных основных данных.

В связи с конфиденциальностью информации, хранящуюся в БД было решено использовать несколько способов для доступа к данным (рис. 2).

Рис. 2 показывает три типа возможной авторизации:

1) авторизация с помощью логина и пароля. Это классический тип авторизации, не способный обеспечить максимальную защиту данных, в связи с чем пользователю будет предоставлен максимально ограниченный доступ.

2) авторизация на основе распознавания лица [2] надёжнее предыдущего типа авторизации, однако полноценной защиты также не обеспечит, поэтому доступ к некоторым данным будет ограниченным.

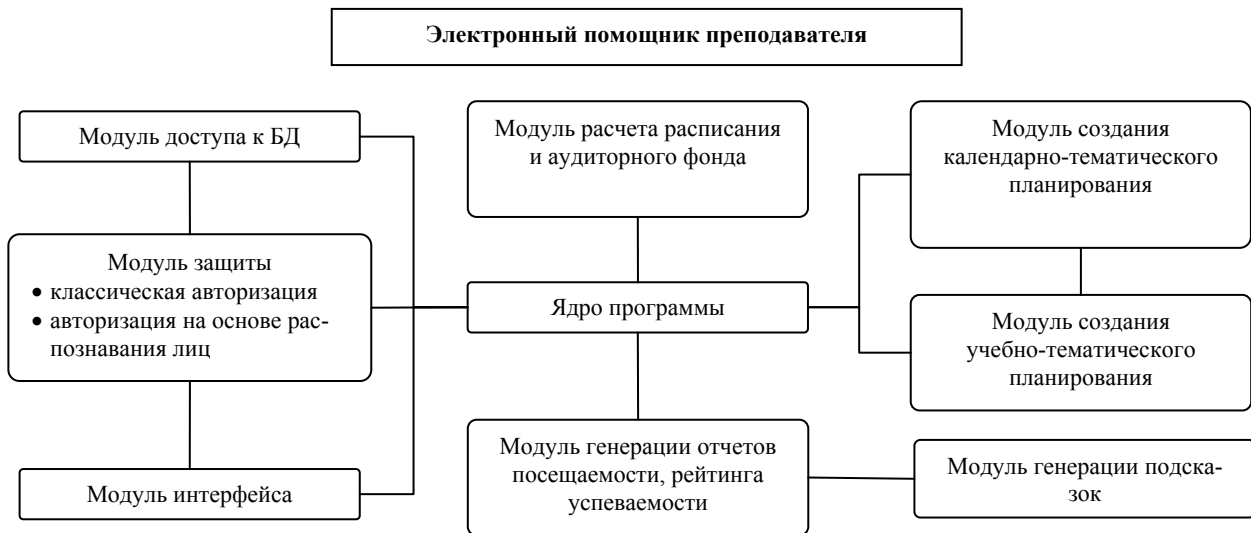


Рис. 1. Модульная структура программы

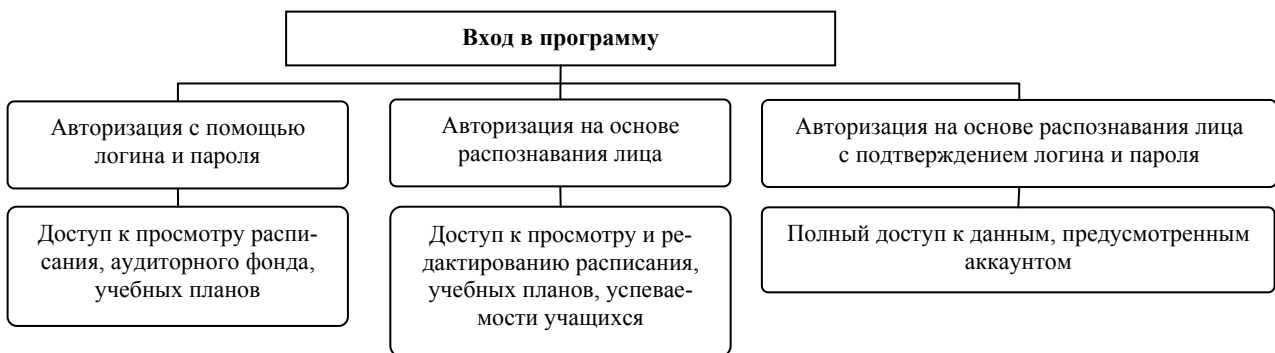


Рис. 2. Организация безопасности данных

3) авторизация на основе распознавания лица с подтверждением логина и пароля. Этот тип входа обеспечит максимально возможную защиту персональных данных, хранящихся в БД.

Описанная структура программного продукта и его функциональные возможности смогут стать преподавателю хорошим подспорьем в ведении документов, поскольку конечное приложение будет генерировать в автоматизированном режиме необходимые документы. Предложенная структура организации безопасности данных усилит защиту персональной информации от несанкционированного входа.

Библиографические ссылки

1. Использование автоматизированных информационных систем в организации учебного процесса [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bibliofond.ru/> (дата обращения: 18.03.2014).

2. Метод Виолы-Джонса (Viola Jones) как основа для распознавания лиц [Электронный ресурс]. URL: <http://habrahabr.ru/> (дата обращения: 18.03.2014).

© Борисов Ю. В., 2014

А. А. Достова

Научный руководитель – В. В. Тынченко

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

АНАЛИЗ НОВОВВЕДЕНИЙ В ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОМ ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ JAVA

Проводится краткий анализ основных появившихся возможностей в объектно-ориентированном языке программирования Java8.

Язык Java – один из самых востребованных языков программирования на сегодняшний день. Широкий спектр возможностей, простота применения, независимость от платформы и встроенные функции защиты делают этот язык одним из лучших для создания интернет-приложений. В данной работе исследуются новые возможности языка Java, а именно, возможности по применению методов интерфейсов по умолчанию, функциональных интерфейсов, лямбда-выражений. Также рассматриваются изменения в API, касающиеся потоков, расширений для ассоциативных массивов и в работе с датами.

Вначале необходимо отметить, что в новой версии Java стало возможным добавление default-методов в интерфейс программы с возможностью их прямого вызова из интерфейса. Также эти методы необязательно переопределять в реализации интерфейса. В предыдущих версиях это было невозможно, потому что такой способ добавления методов разрушил бы весь пользовательский интерфейс.

Функциональными интерфейсами называются интерфейсы, имеющие только один абстрактный метод. Неважно, сколько данный интерфейс будет содержать в себе default-методов, главное – чтобы он содержал один и только один абстрактный класс. Для проверки данного требования, используется аннотация `@FunctionalInterface`, работающая по принципу `@Override`, она отслеживает, не добавлен ли второй абстрактный метод в тело функционального интерфейса, и, в случае обнаружения такового, компилятор выдаст ошибку компиляции [1].

Одним из нововведений в Java стали лямбда-выражения. С их помощью можно написать локальные функции, которые затем можно передавать в другие функции в качестве аргументов или возвращать из них в качестве значения. Основным назначением лямбда-выражений является сокращение кода и стремление сделать его более читабельным. Доступ к переменным внешней области действия из лямбда-выражения похож на способ доступа из анонимных объектов. Можно ссылаться на переменные, объявленные как `final`, на экземплярные поля класса и статические переменные. Но лямбда-выражения отличаются от анонимных объектов тем, что переменная необязательно должна быть объявлена как `final`. Внутри лямбда-выражений можно записывать значения экземплярных полей класса, статические переменные, но обращаться к методам по умолчанию нельзя [2].

Еще одним нововведением является коллекция `Stream`, позволяющая распараллеливать вычисления в

потоках, что значительно увеличивает скорость и уменьшает сложность управления данными. Операции над потоками бывают или промежуточными (*intermediate*) или конечными (*terminal*). Конечные операции возвращают результат определенного типа, а промежуточные операции возвращают тот же поток. Таким образом, предоставляется возможность строить цепочки из нескольких операций над одним и тем же потоком. Операции над потоками могут выполняться как последовательно, так и параллельно. Это позволяет задействовать возможности многоядерных процессоров. Во время последовательной обработки `Stream` каждый элемент обрабатывается по очереди. А в параллельном режиме массив разбивается на части, каждая из которых обрабатывается в отдельном потоке. Затем результаты обработки собираются в общий результат. `Stream` – это одноразовый объект, т. е. обработать данные в нем можно один раз. Поэтому для получения полезного результата можно применить окончательную (*terminal*) функцию, и пока к `Stream` не применена окончательная функция, результат обработки не вычисляется.

В Java 8 были расширены возможности ассоциативных массивов (`map`). Ассоциативные массивы не поддерживают потоки. Вместо этого ассоциативные массивы теперь поддерживают различные полезные методы, которые решают часто встречаемые задачи. Существует известная проблема, связанная с тем, как `String.hashCode()` реализован в Java. Если большое число параметров имеют одинаковый хеш, это вызовет чрезмерную нагрузку на CPU при работе с `HashMap`. Такая ситуация может возникнуть, если приложение подвергнется `denial-of-service` атаке. Сейчас корзины в `HashMap` используют связанный список для хранения значений. Если есть большое число коллизий, тогда сложность работы со структурой изменяется от $O(1)$ до $O(N)$. Теперь при достижении определенного числа элементов в корзине она переключится на использование сбалансированного дерева, что снижает сложность алгоритма до $O(\log n)$ [3].

Java 8 содержит совершенно новый API для работы с датами и временем. Тип `Clock` предоставляет доступ к текущей дате и времени. Часовые пояса представлены типом `ZonedDateTime`. Доступ к ним можно получить при помощи статических фабричных методов. Часовые пояса содержат смещения, которые важны для конвертации дат и времени в местные. Тип `LocalTime` представляет собой время с учетом часового пояса. Тип `LocalTime` содержит различные фабричные методы, которые упрощают создание новых экземпляров, а также парсинг строк. Тип `LocalDate` представляет кон-

кретную дату. Объекты `LocalDate` неизменяемы и являются аналогом `LocalTime`. Тип `LocalDateTime` представляет собой комбинацию даты и времени. Объекты `LocalDateTime` неизменяемы и работают аналогично `LocalTime` и `LocalDate`. Форматирование даты-времени работает так же, как и форматирование даты или времени в отдельности. В отличие от `java.text.NumberFormat`, новый `DateTimeFormatter` является неизменяемым и потокобезопасным.

Таким образом, можно сделать вывод, что в настоящий момент к основным нововведениям в языке `Java8`, полезным с практической точки зрения для большинства разработчиков, следует отнести обновление функционала старых версий языка и его дополнение удобными процедурами, а также появившуюся возможность распараллеливания вычислений. Подоб-

ные усовершенствования позволяют значительно сократить программный код создаваемых приложений, увеличить скорость работы программы и эффективность использования вычислительных ресурсов.

Библиографические ссылки

1. Сайт объектно-ориентированного языка программирования `Java` : офиц. сайт. URL: <http://home.java.net> (дата обращения: 22.03.2014).
2. Сайт, посвященный `Java` : интернет-журнал. URL: <http://www.javaworld.com> (дата обращения: 22.03.2014).
3. Сайт `ORACLE` : офиц. сайт. URL: <http://docs.oracle.com/javase/8/docs/> (дата обращения: 22.03.2014).

© Достова А. А., 2014

УДК 004.032.26

Ю. А. Истомина

Научный руководитель – В. В. Тынченко

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

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ ПРОИЗВОЛЬНОЙ АРХИТЕКТУРЫ

Обосновывается актуальность добавления возможности моделирования рекуррентных нейронных сетей в систему `Network Modeler`. Рассматривается преимущество использования генетических алгоритмов для обучения и подбора архитектуры сетей данного типа.

Искусственные нейронные сети пользуются популярностью для решения различных сложных технических задач. Классификация нейронных сетей разделяет их на сети прямого и обратного распространения. Широко применяются многослойные нейронные сети прямого распространения сигнала. Такой класс сетей обладает достаточной вычислительной мощностью, подходит для решения различных типов задач, кроме того, прост для понимания и подробно описывается в литературе [1–3].

На сегодняшний день автором разработано программное обеспечение (ПО) `Network Modeler` для проектирования полносвязных нейронных сетей с прямым распространением сигнала [4]. Однако моделирование динамических процессов на сетях прямого распространения возможно только искусственными приемами, например, когда сеть на каждом шаге прогнозируется малое изменение состояния для исследуемого динамического объекта. Чтобы расширить диапазон решаемых задач и устранить недостатки программного обеспечения `Network Modeler` предлагается дополнить функции разработанной системы возможностью построения сетей с обратными связями (рекуррентных).

Рекуррентная сеть – это многослойная нейронная сеть, имеющая хотя бы один слой, выходные сигналы с которого поступают на этот же слой или на один из предыдущих слоев. В рекуррентной сети нейроны многократно участвуют в обработке каждого набора входных данных, что позволяет использовать некоторые динамические свойства нейросети. Использо-

вание обратных связей сокращает объем нейронной сети. Также на основе рекуррентных сетей разработаны различные модели ассоциативной памяти. Рекуррентные сети с обратным распространением ошибки часто применяются для финансовых биржевых предсказаний, поскольку могут запоминать последовательности, благодаря чему являются прекрасным инструментом для работы с временными сериями. Обычные сети с обратным распространением дают всегда в точности тот же самый ответ на один и тот же предъявляемый образ, тогда как ответ рекуррентной сети в подобных случаях будет зависеть от того, какие образы предъявлялись сети перед этим. Рекуррентные сети обладают долговременной памятью, построенной на внутренних нейронах.

Примерами нейронных сетей данного вида являются следующие.

1. Сети Хопфилда работают до достижения равновесия, когда следующее состояние сети в точности равно предыдущему: начальное состояние является входным образом, а при равновесии получают выходной образ. Такая сеть может быть использована как автоассоциативная память, как фильтр, а также для решения некоторых задач оптимизации, например, для восстановления поврежденного изображения.

2. Нейронная сеть Коско способна к обобщению, вырабатывая правильные реакции, несмотря на искаженные входы. Кроме того, могут быть реализованы адаптивные версии двухсторонней ассоциативной памяти, выделяющие эталонный образ из зашумленных экземпляров.

3. Сеть Джордана – вид нейронных сетей, основанный на многослойном перцептроне, на вход которой, помимо входного вектора, поступает выходной с задержкой на один или несколько тактов. У такой сети только часть рецепторов принимает сигналы из окружающего мира, на другие рецепторы приходит выходной образ из предыдущего момента времени [5].

Для проектирования нейронных сетей произвольной архитектуры целесообразно использовать генетические алгоритмы, преимуществом которых является обеспечение попадания в глобальный минимум ошибки обучения и возможность применения при отсутствии информации о градиентах. Данный подход позволяет построить рекуррентную нейронную сеть на основе многослойного перцептрона (рекуррентный многослойный перцептрон), а также неполносвязную нейронную сеть. Обучение нейронной сети заключается в настройке весовых коэффициентов. Для использования генетического алгоритма необходимо закодировать весовые коэффициенты в виде двоичных последовательностей – хромосом. Каждая особь популяции характеризуется полным множеством весов нейронной сети. Оценка приспособленности особей определяется разностью между эталонными и фактически полученными значениями на выходе сети для различных входных данных. Перед обучением нейронной сети необходимо выбрать наиболее подходящую ее структуру для решаемой задачи. Для подбора структуры с помощью генетического алгоритма необходимо закодировать такую информацию: количество нейронов, слоев и наличие связей между ними.

Вышесказанное подтверждает актуальность добавления в систему Network Modeler возможности моделирования неполносвязных и рекуррентных нейронных сетей. Для этого с точки зрения программной реализации потребуется интегрировать в Network

Modeler разработанную библиотеку классов Genetic Algorithm Library, реализующую различные модификации генетических алгоритмов [6].

Библиографические ссылки

1. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы : пер. с польск. М. : Горячая линия – Телеком, 2004. 452 с.
2. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации : пер. с польск. М. : Финансы и статистика, 2002. 344 с.
3. Круглов В. В., Дли М. И., Голунов Р. Ю. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети. М. : Физматлит, 2001. 221 с.
4. Истомина Ю. А., Тынченко В. В. Система автоматизации проектирования искусственных нейронных сетей послонной архитектуры // Решетневские чтения : материалы XVI Междунар. науч. конф. (10–12 нояб. 2011, г. Красноярск) : в 2 ч. / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2012. С. 611–612.
5. Истомина Ю. А. О проблематике моделирования нейронных сетей произвольной архитектуры // Решетневские чтения : материалы XVI Междунар. науч. конф. (10–12 нояб. 2011, г. Красноярск) : в 2 ч. / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2012. С. 609–610.
6. Истомина Ю. А. Разработка библиотеки классов генетических алгоритмов для подбора наилучшей структуры ИНС // Актуальные проблемы авиации и космонавтики : материалы IX Всерос. науч.-прак. конф. творческой молодежи ; СибГАУ. Красноярск, 2013. Ч. 1. С. 363–365.

© Истомина Ю. А., 2014

УДК 658.512.001.56

Д. И. Ковалев, Е. В. Туева, А. В. Клименко
 Научные руководители – *И. В. Ковалев, П. В. Зеленков*
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ АНАЛИТИЧЕСКОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Рассматривается применение метода DEA и его модификации для анализа эффективности функционирования организационно-технологических комплексов предприятий отрасли переработки бытовых отходов. Задача оценки эффективности функционирования предприятия разбивается на две подзадачи. Первая подзадача представляет собой определение эффективности предприятия, обеспечивающего максимальный выпуск набора полезных продуктов и материалов. Вторая подзадача заключается в том, чтобы определить эффективность предприятия переработки, имеющего выход, который необходимо минимизировать. Предложенная двухэтапная схема может быть использована для повышения эффективности работы организационно-технологических комплексов или производственных объектов, а также представляет собой применение гипотезы в оценивании эффективности промышленных объектов в разных сферах хозяйственной деятельности.

Проблема анализа эффективности функционирования предприятий очень остро встает в последние годы во многих сферах производства и сбыта продук-

ции. В данной работе рассматривается аналитический метод оценки эффективности сложных систем на основе DEA-подхода, его модификация и реализация

для организационно-технологических комплексов (ОТК) предприятий, в частности, предприятий по переработке твердых бытовых отходов. Метод DEA основан на построении границы эффективности. Эта граница имеет форму выпуклой оболочки. Граница эффективности используется в качестве эталона для получения численного значения оценки эффективности каждого из объектов в исследуемой совокупности организационно-технических систем. В работе вводится понятие границы *отставания* по аналогии с границей эффективности. Граница отставания используется в качестве эталона для получения численного значения оценки отставания каждого из объектов.

Предлагаемая модификация обусловлена тем, что задача оценки эффективности функционирования предприятия разбивается на две подзадачи. Первая подзадача представляет собой определение эффективности предприятия, обеспечивающего максимальный выпуск набора полезных продуктов и материалов. Для этого применяется метод DEA. Вторая подзадача заключается в том, чтобы определить эффективность предприятия переработки, имеющего выход, который необходимо минимизировать. Чтобы решить вторую подзадачу, используется модификация метода DEA.

Для модели метода DEA, построенной в предположении постоянного эффекта масштаба, граница эффективности огибает точки, соответствующие эффективным объектам. Можно построить такую же границу, но наоборот. Это и есть граница отставания. Граница отставания будет показывать убыточные или отстающие от основной части выборки объекты. Таким образом, мы выявляем степень отставания всех изучаемых объектов. И ищем наиболее отстающие объекты. Применив к исследуемой выборке объектов метод DEA и его модификацию, мы получим два показателя: меру эффективности и меру отставания/убыточности объектов. В рамках комбинированного подхода мы можем их объединить для получения одной единственной оценки, характеризующей каждый из объектов, применяя один из методов многокритериальной (многоатрибутивной) поддержки принятия решений с учетом того, что критерии (атрибуты) в нашем случае будут противоречивы.

Особенности организационно-технических систем, обеспечивающие возможность применения при оценке их эффективности методологии DEA, следующие:

- входные параметры характеризуют сырье, энергию, вложения труда (персонал);
- выходные параметры характеризуют переработанный полезный продукт, остатки (то, что осталось от создания полезного продукта), экологическое влияние на внешнюю среду;
- алгоритмизация объектов (в нашем случае производственного характера) может проводиться на разных уровнях детализации, начиная от системы, взаимодействующей с внешней средой и факторами, заканчивая локальным технологическим процессом.

Кроме того, можно выделить особенности ОТК отрасли переработки твердых бытовых отходов, в частности, сортирующих заводов:

- в качестве сырья используется, в основном, смешанная многокомпонентная масса;

- входами служат трудовые и энергетические затраты;

- в результате сортировки остаются компоненты, которые не удается рассортировать или они не поддаются использованию;

- эффективность заводов определяется по нескольким критериям и поэтому укладывается в рамки задачи метода DEA и его модификации с границей отставания.

Детализируем входы и выходы, которые применяются для анализа ОТК сортирующего завода на основе метода DEA:

- затраты на содержание рабочих (может использоваться комплексный векторный вход, учитывающий затраты на каждого работника);

- затраты энергии на переработку – сортировку (либо общие затраты, либо по отдельным машинам и агрегатам);

- объем сортируемых отходов;

- рассортированные отходы, например, ПЭТ-бутылки, полиэтилен ПВД и ПНД (высокого и низкого давления), бумага, картон, стеклотара, стеклобой, алюминиевая банка, жестяная банка;

- объем так называемых «хвостов», не отсортированных и неприменимых при имеющихся технологиях и мощностях, т.е. отходов, идущих на полигоны для временного или постоянного хранения (обезвреживания).

При реализации модели DEA для анализа организационно-технических систем сортирующих предприятий твердых бытовых отходов ставится и решается два типа задач: задача определения максимального выхода (-ов) и задача определения минимального нежелательного выхода. Согласно методологии, берется выборка нескольких объектов (в нашем случае сортирующих или перерабатывающих отходы заводов), анализируются наборы их входных и выходных параметров. Определяются эффективные объекты, и составляется граница эффективности из них на основании модели. Далее граница служит для остальных объектов набором эталонов, с помощью которых является возможность выдавать неэффективным и слабо эффективным объектам рекомендации по корректировке их параметров.

С помощью границы отставания, которая строится по аналогии, но на основе модели по выходу, получаем границу неэффективных объектов. В этом случае анализируется выход, характеризующий остатки, которые идут на полигоны, то есть не участвуют в дальнейшем в хозяйственной деятельности и являются отрицательным фактором. Данный фактор требует минимизации с целью повышения полезных продуктов.

Критериями оценки заводов как организационно-технических систем будут: энергоэффективность, оптимальность работы технологической линии, степень автоматизации производства и некоторые другие. В связи с критериями определяются направления по улучшению производства, повышению его эффективности. Например, затрачивая один и тот же объем отходов, производить больший процент рассортированных компонентов, или минимизировать затраты энергии на сортировку одной тонны отходов.

В данной работе представлена двухэтапная схема исследования по изучению эффективности функционирования организационно-технологических комплексов предприятий с помощью метода DEA. Проблема разбита на две подзадачи. Для решения первой применяется классическая модель DEA, ориентированная на организационно-технические объекты. Решение второй подзадачи обеспечивается применением модификации метода DEA. В результате предложенная схема может быть использована для повыше-

ния эффективности работы организационно-технологических комплексов или объектов управления, а также представляет собой применение гипотезы в оценивании эффективности промышленных объектов в разных сферах хозяйственной деятельности. Для ряда практических приложений рассмотрена конкретизация предложенной схемы исследования.

© Ковалев Д. И., Туева Е. В., Клименко А. В., 2014

УДК 618

П. А. Кузнецов

Научный руководитель – *И. В. Ковалев*

Сибирский государственный технологический университет, Красноярск

НАДЕЖНОСТЬ АСУ ТП С УЧЕТОМ ЕЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ

Раскрываются особенности повышения надежности методом резервирования с учётом multifunctionальности автоматизированных систем управления и опасностей, несомых их элементами.

В данной работе рассматривается метод повышения надежности путём последовательного отсева и включения вариантов, разработанный Волковичем и Михалевичем. Причём сферой применения, в которой он применяется нами, являются системы автоматизации производственных процессов. Они несут достаточно много специфических особенностей, накладывающих влияние на базовый алгоритм.

В базовом алгоритме назначение резервных элементов выполняется последовательно. Но данный базовый алгоритм не учитывает особенности конкретных областей применения. В случае автоматизированных систем управления технологическими процессами имеются свои особенности.

Различные наборы элементов в системе выполняют различные частные функции в рамках общей функции системы.

Как правило, одна система АСУ ТП выполняет несколько функций. Один и тот же технологический процесс, хоть и рассматривается как единое целое, зачастую исполняет несколько функций. Также у самой АСУ имеются функции, не влияющие на процесс. И для определения надежности системы необходимо определять, какие элементы участвуют в выполнении каких функций.

Необходимо определять последовательности элементов, выполняющие ту или иную функциональную задачу.

Исходная система располагается на нулевом уровне. После её расчленения получаются подсистемы первого уровня. Расчленение этих подсистем или некоторых из них, приводит к появлению подсистем второго уровня и т. д.

Упрощенное графическое представление декомпозированной системы называется её иерархической структурой.

Глубина декомпозиции ограничивается. Декомпозиция должна прекращаться, если необходимо изменить уровень абстракции – представить элемент как

подсистему. Если при декомпозиции выясняется, что модель начинает описывать внутренний алгоритм функционирования элемента вместо закона его функционирования в виде «черного ящика», то в этом случае произошло изменение уровня абстракции. Это означает выход за пределы цели исследования системы и, следовательно, вызывает прекращение декомпозиции

Функциональная декомпозиция базируется на анализе функций системы. При этом ставится вопрос что делает система, независимо от того, как она работает. Основанием разбиения на функциональные подсистемы служит общность функций, выполняемых группами элементов [1].

Но при принятии решения о максимально возможном резервировании наиболее важных элементов мы сталкиваемся с возникновением обратно пропорциональных степени резервирования негативных явлений.

Резервирование не является универсальным выходом из ситуации. Это становится ясным, когда мы начинаем рассматривать последствия отказа. Повышение надежности никак не изменяет того факта, что отказ произойдёт. Повышая надежность элементов, вводя структурную и временную избыточность, применяя взаимозаменяемость, восстанавливаемость и иные меры повышения надежности сложной системы, мы отказоустойчивость мы обеспечиваем. Но именно для сложных систем характерной является возможность весьма сложных, многократных комбинаций отказов, каждая из которых невероятно мала, а в сумме таких невероятных состояний накапливается достаточно, чтоб система попала в опасное состояние [2].

Также отказ.

Принято, что авария возникает при отказе всего модуля, прекращении выполнения его функции. Но неисправность может произойти как в модуле, так и в отдельном резервном элементе. И аналогично, за неисправностью элемента может последовать выброс энер-

гии или материи, авария. И, следовательно, опасность несёт как модуль, так и его резервные элементы.

В случае горячего резервирования количество отказов элементов увеличивается соответственно самого количества элементов. В случае холодного – число отказов элементов остаётся не меньшим, чем без резервирования (в то время, как число отказов модуля уменьшается). Таким образом, повышение числа резервных элементов как минимум, не понижает потенциальную опасность.

В результате резервирования повышение одних надёжностных параметров (в частности, безотказности) уменьшаются другие (безопасность). Возникает

необходимость повышать надёжность системы и модулей иными методами.

Библиографические ссылки

1. Родионов М. Г. Информационно-измерительные системы: теория систем и системный анализ : учеб. пособие. Омск : Изд-во ОмГТУ . 2011. С. 83.
2. Рябинин И. А. Надёжность и безопасность структурно-сложных систем. СПб. : Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2007. 276 с.

© Кузнецов П. А., 2014

УДК 004.7 (004.41/.42)

И. А. Кузнецов

Научный руководитель – *Л. С. Зеленко*

Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С. П. Королева

(национальный исследовательский университет), Самара

РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ СИНХРОНИЗАЦИИ МЕЖДУ АИС И СИСТЕМОЙ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ЕДИНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ «ШКОЛА ИНФОРМАТИКИ СГАУ»

Описываются возможности подсистемы синхронизации данных, хранящихся в базе данных системы дистанционного обучения, разработанной на базе LMS Moodle, и данных АИС «Школа информатики СГАУ».

Информационная образовательная среда «Школа информатики СГАУ» включает в себя несколько специализированных интернет-ресурсов, позволяющих организовать учебный процесс как по классической схеме, так и с использованием дистанционных методов обучения. Это способствует развитию творческих и профессиональных компетенций обучаемых в области информационных и телекоммуникационных технологий. В состав образовательной информационной среды входят (рис. 1):

1) сайт Школы информатики СГАУ (ШИ СГАУ), на котором размещена общая информация о школе и расположены ссылки на все остальные системы;

2) система дистанционного обучения (СДО) Школы информатики СГАУ, построенная на известной

LMS Moodle; здесь размещены интерактивные учебные курсы, анимационные демонстрации, позволяющие стимулировать интерес школьников к образовательному материалу;

3) автоматизированная информационная система (АИС) «Школа информатики СГАУ», обеспечивающая всестороннюю автоматизацию, а также связь между всеми участниками учебного процесса;

4) виртуальная обучающая среда «3Ducation», построенная на технологии виртуальных миров (3D-пространство), которая организует изучение теоретического материала и решение учебных задач методом погружения в игровой процесс.

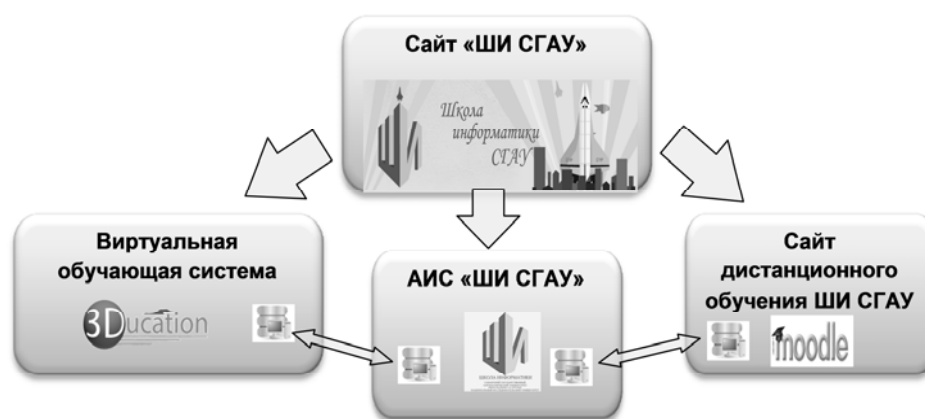


Рис. 1. Структура информационного образовательного пространства «Школа информатики СГАУ»

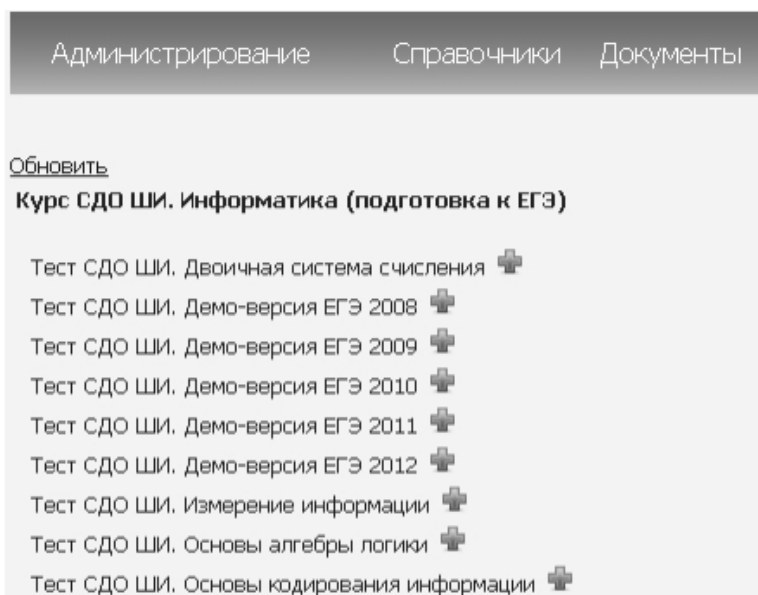


Рис. 2. Страница синхронизации АИС и СДО «Школа информатики СГАУ»

В настоящее время обучение в школе информатики СГАУ проводится с использованием «смешанно-дистанционного» обучения (Blended Distance Learning):

– лекции, практические занятия проводятся в классической (очной) форме. Учет посещаемости и успеваемости осуществляется преподавателем через подсистему «Электронный журнал», и вся информация заносится в базу данных АИС «ШИ СГАУ»;

электронное тестирование проводится дистанционно с помощью СДО, результаты которого сохраняются в базе данных этой системы.

Так как часть данных об успеваемости школьников хранится за пределами АИС «ШИ СГАУ» (в СДО), возникает проблема актуализации данных электронного журнала и, как следствие, электронного дневника (он предназначен для контроля успеваемости и посещаемости слушателя родителями). Для решения данной проблемы автором была разработана специальная подсистема, которая передает данные о

результатах тестирования из базы данных СДО в базу данных АИС «ШИ СГАУ», тем самым обеспечивая синхронизацию доступных в СДО курсов и тестов. На рис. 2 приведена страница синхронизации сайта АИС с СДО.

Подсистема реализована на языке C# с использованием технологии создания веб-приложений ASP.NET и MVC Framework. В качестве системы управления базой данных выбрана Microsoft SQL Server 2008.

Разработанное программное обеспечение обеспечивает электронную поддержку работы сайтов школы информатики СГАУ, поддержку информации в актуальном состоянии, обеспечение быстрого доступа к ней, а также повышение эффективности учебной и организационной работы школы в целом.

© Кузнецов П. А., 2014

УДК 004.93

М. А. Лантева, К. М. Болдырев

Научный руководитель – *М. Н. Фаворская*

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

СИСТЕМА НАХОЖДЕНИЯ ЛИЦА НА ВИДЕОПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

Работа посвящена разработке системы нахождения лица на видеопоследовательности, которая основана на специализированном аппаратном и программном обеспечении. Использование данной системы позволит обеспечить безопасность на охраняемых объектах.

Извлечение различной семантической информации из изображений лица человека является практически значимой задачей. Зачастую она является составной частью более глобальных задач. В настоящее время системы, способные распознавать лица и следить за определенными людьми, активно внедряются

спецслужбами во многих странах. Подобные системы, осуществляющие автоматический анализ и распознавание лица человека, находят применение в системах технического зрения, робототехнике, системах видеонаблюдения и контроля доступа, в интерфейсах взаимодействия человек-компьютер. Одной из актуальных

задач в этой области является классификация анализируемых лиц людей по половому признаку.

Задача нахождения лица обычно решается с помощью таких известных методов, как метод главных компонент (*Principal component analysis, PCA*), линейный дискриминантный анализ (*Linear Discriminant Analysis, LDA*), искусственные нейронные сети, каскады Хаара [1], метод опорных векторов (*Support Vector Machine, SVM*), алгоритм *AdaBoost* и т. д.

Существующие подходы к решению задачи нахождения лица на видеопоследовательности не дают желаемого результата, поэтому было решено разработать гибридный алгоритм, объединяющий несколько методов, такие как каскады Хаара и алгоритм *AdaBoost*. Качество и скорость работы метода усиления слабых классификаторов напрямую зависят от выбора тестового множества. Поэтому для построения тестового множества было решено использовать каскады Хаара, которые основываются на поиске локальных особенностей лица с помощью базисных функций Хаара [2]. Использование признаков Хаара позволяет существенно снизить вычислительные затраты, что является наиболее эффективно по сравнению с выделением слабых классификаторов с помощью простых методов сегментации изображений (методы пороговой обработки, сегментация лица по цвету кожи и т. п.). Для выбора наиболее подходящих особенностей и обучения применяется усилитель слабых классификаторов *AdaBoost* [3].

Для достижения дополнительной производительности эффективно применять серию детекторов. В этом случае поиск лица на некотором шаге производится не во всем кадре, а в пределах полученной от предыдущего детектора области, взятой с некоторым запасом.

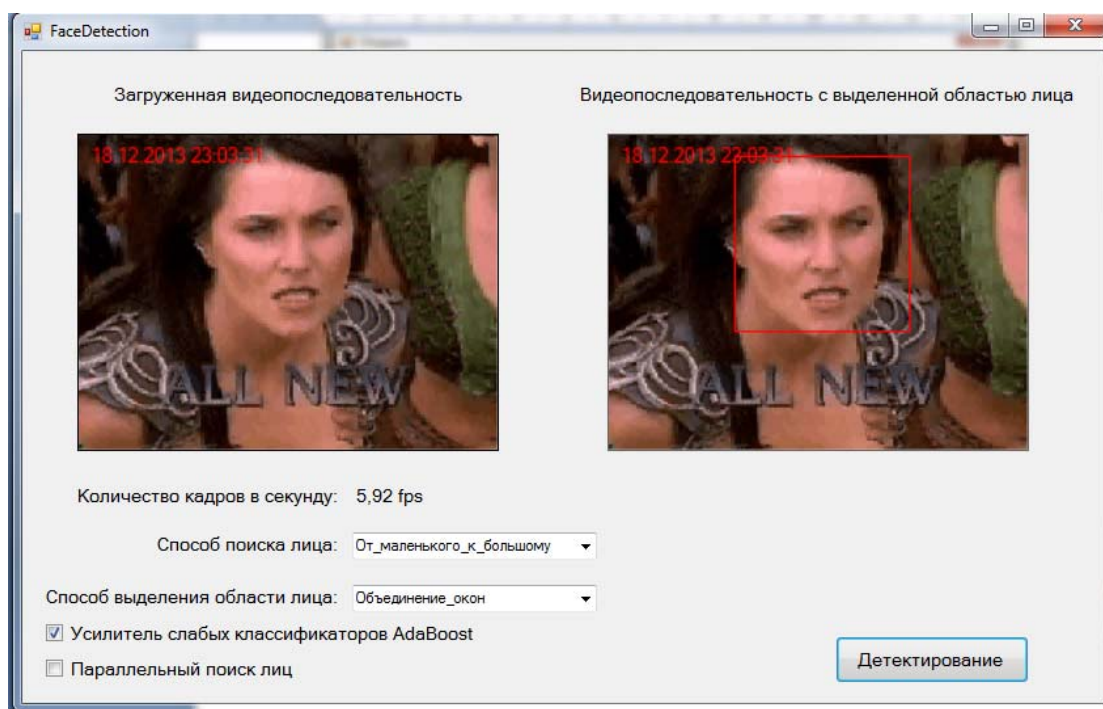
Основные этапы алгоритма распознавания лиц на видеопоследовательности:

1. Загрузка видеопоследовательности, через диалоговое окно.
2. Разбиение видеопоследовательности на кадры, для захвата каждого кадра с целью дальнейшего анализа.
3. Предварительная обработка видеок кадров (построение изображения «Серый мир»).
4. Перевод изображения в интегральное представление.
5. Предварительный анализ с помощью примитивов Хаара.
6. Локализация объектов с помощью примитивов Хаара.
7. Детектирование с помощью усилителя слабых классификаторов *AdaBoost* для выбора наиболее подходящих признаков для искомого объекта (лица) на данной части изображения (текущего кадра).
8. Применение каскадов признаков для быстрого отбрасывания окон, где не найдено лицо

В качестве входных данных выступает видеопоследовательность, содержащая лицо человека и настраиваемые параметры поиска лица, после чего на выходе получается видеопоследовательность, с выделенной областью лица человека.

Интерфейс и основные функции программного продукта разработаны в среде *Microsoft Visual Studio 2012* (см. рисунок).

Проведенные экспериментальные исследования показали, что гибридный алгоритм дает более лучшие результаты, так как использование *AdaBoost* позволяет усилить поиск на кадрах, где не было найдено лицо с помощью каскадов Хаара. Разработанный программный продукт нахождения лица на видеопоследовательности позволит в свою очередь, повысить безопасность на производственных охраняемых объектах.



Интерфейс системы нахождения лица на видеопоследовательности

Библиографические ссылки

4. Мурыгин К. В. Обнаружение объектов на изображении на основе каскада классификаторов // Искусственный интеллект. 2007. Вып. № 2. С. 104–108.
 5. Viola P., Jones J. Robust real-time object detection // Proc. of IEEE Workshop on Statistical and Computational Theories of Vision, 2001. P. 324–332.

6. Sochman J. AdaBoost with totally corrective updates for fast face detection [Электронный ресурс]. URL: <http://cmp.felk.cvut.cz/~sochmj1> (дата обращения: 18.03.2014).

© Лаптева М. А., Болдырев К. М., 2014

УДК 004.9

А. В. Ничкасов

Научный руководитель – *С. М. Дубина*
 Самарский государственный аэрокосмический университет
 имени академика С. П. Королева
 (национальный исследовательский университет), Самара

**РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ
 ГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ МНОГОГРАННИКОВ**

Произведена разработка метода, позволяющего выполнить распознавание растрового чертежа и построить на его основе трехмерную модель. Объектами исследования в данной работе являются методы распознавания растровых изображений и сопоставления проекций чертежа. Для решения поставленной задачи была разработана программная система, реализующая исследуемые методы.

Для систем проектирования построение растрового чертежа по трехмерной модели представляет собой достаточно простой и формальный процесс, выполняющийся без вмешательства пользователя. Преобразование же растрового изображения в трехмерную модель, является трудоемким и длительным процессом и может требовать не просто вмешательства, а творческого участия со стороны пользователя. Это связано с тем, что при наличии достаточно «сложного» чертежа системы проектирования не способны выполнить данную задачу в полном объеме. Сложность заключается как в распознавании его составляющих, так и в сопоставлении проекций чертежа. В благоприятном варианте чертеж облегчает создание объемной модели: за основу берется одна из проекций и проектировщик самостоятельно, при помощи инструментов программной системы «наращивает» различные части модели, а нужные величины узнает из соседних проекций. В данной работе произведена попытка решить проблему построения трехмерной модели по растровому чертежу. Для этого разработана программная система, которая этапы распознавания линий и сопоставления проекций выполняет в автоматическом режиме.

Разработанная программная система строит трехмерную модель на основе ее растрового чертежа. На чертеже изображены линии проекций видимого контура модели. Для построения трехмерного объекта требуется распознать данные линии. Решение данной задачи заключается в аппроксимации точек изображения чертежа (пикселей) прямыми линиями. Для данной цели применяется метод, во многом совпадающий с методом, применяемым для векторизации рисунков в программе Potrace [1]. Алгоритм находит на изображении все проекции и составляет для каждой из них список вершин целиком покрывающих контуры чертежа. Размер каждой вершины совпадает

с шириной линии контура. Далее, происходит аппроксимация групп смежных вершин прямыми линиями. В качестве метода аппроксимации используется метод регрессии Деминга. За основу берутся две соседние вершины. После этого, алгоритм увеличивает количество вершин в группе до тех пор, пока расстояние от наиболее удаленной вершины до линии, полученной путем аппроксимации данной группы, не превысит величину допустимой погрешности. Полученная данным путем линия заносится в список распознанных линий.

Чтобы построить трехмерную модель, требуются из распознанных линий проекций построить ребра многогранника. Для этого нужно сопоставить линии проекций между собой и найти координаты x , y и z вершин многогранника. Следует отметить, что существуют различные способы сопоставления проекций. Наиболее подходящим является способ, применяемый для сопоставления вершин примитивов проволочной модели векторного чертежа [2]. Каждая проекция чертежа имеет две декартовы координаты и изображает один из видов: главный, сверху и слева. Если предположить, что каждая точка из проекции главного вида имеет координаты x и y , а точки проекции вида сверху – y и z , то тогда точки проекции вида слева будут иметь координаты x и z . Выберем вершину (x_0, y_0) одной из линий главной проекции и найдем такую вершину (y_0, z_0) из проекции сверху, чтобы координаты y_0 совпали. Теперь, если на проекции слева существует вершина с координатами (x_0, z_0) , то составлена вершина (x_0, y_0, z_0) трехмерной модели. Так разработанный алгоритм производит построение вершин многогранника. В завершении, построенные вершины соединяются ребрами, и программа отображает построенную трехмерную модель.

Задачей данной работы являлась разработка метода позволяющего по растровому чертежу построить

трехмерную модель. При решении данной задачи к обрабатываемому чертежу применяются некоторые ограничения:

- чертеж должен содержать три проекции;
- чертеж не должен содержать разрезов и текста;
- каждая проекция должна состоять из сплошных линий, изображающих видимый контур модели.

Дополнив разработанную программную систему подсистемой распознавания текста и подсистемой определения конструктивных элементов по шаблону, можно уменьшить количество ограничений и увеличить ее возможности.

Разработанная программная система написана на языке C# и включает модули распознавания чертежа и

сопоставления проекций, подсистему визуализации и справочную подсистему. Исходный чертеж, распознанный векторный чертеж и трехмерная модель могут быть сохранены в файлы, для дальнейшего применения в других системах.

Библиографические ссылки

1. Selinger P. Potrace: a polygon-based tracing algorithm, 2003.
2. Захаров А. А. Автоматическая реконструкция трехмерных объектов по техническому чертежу. 2011.

© Ничкасов А. В., 2014

УДК 004.9

К. О. Плотко

Научный руководитель – В. В. Кукарцев

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

РАЗВИТИЕ И ВНЕДРЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПОЧТОВУЮ СВЯЗЬ

Рассматривается актуальная в наши дни проблема организации «Почта России». Одна из ее главных трудностей – крайняя изношенность инфраструктуры, которая почти не модернизировалась еще со времен СССР.

Неприлично долгие сроки доставки, утеря и порча посылок, очереди, грубость персонала, небрежность при хранении и доставке отправлений – все это вызывает недовольство, как простых жителей страны, так и властей. А большинство отделений приносят одни убытки, но закрыть их нельзя в виду их высокой социальной значимости. Ведь даже сейчас, в век быстро развивающихся технологий, Интернета, многие до сих пор пользуются услугами почты: пенсионеры – из-за начисления пенсий, граждане – отправить письмо, получить посылку, в которой лежит заказ, сделанный из интернет-магазина, переслать денежные переводы родным в другую страну, и многое другое.

В Минкомсвязи согласны, что модернизация «Почты России» – задача государственного масштаба, министерство рассматривает различные варианты оказания предприятием новых услуг, которые должны принести ему дополнительные доходы. В частности, министерство предлагало сделать «Почту» одним из операторов проекта «электронное правительство», поручить ей создание государственной электронной почты и т. д. Планировалось также создание на базе «Почты России» почтового банка [1].

В виду сложившихся проблем, Правительство РФ одобрило проект закона «О почтовой связи», направленный на создание конкурентных условий в отрасли, развитие и внедрение современных электронных технологий. В законопроекте вводится ряд новых понятий: «виртуальное отделение почтовой связи», «почтово-банковские отправления», «электронное письмо», «почтомат» и др. Документ разделяет всю почтовую связь на универсальную и курьерскую.

Универсальная будет включать в себя доставку писем и посылок всех категорий и видов по любому почтовому адресу, а курьерская предусматривает оказание ограниченного набора почтовых услуг на ограниченной территории.

Возвращаясь к вопросу о создании почтового банка, Н. Никифоров (министр связи и массовых коммуникаций РФ) говорит о том, что это даст акцент на новые виды услуг – на электронную торговлю, на предоставление отдельных видов государственных услуг, различные электронные сервисы, которые должна оказывать почта.

Помимо этого, среди нововведений – создание единой почтовой электронной системы оператора универсальной почтовой связи. Система будет обеспечивать пересылку электронных почтовых отправлений (в том числе юридически значимых) на всей территории России [2].

Также закон должен создать предпосылки для создания в РФ сети автоматизированных «почтальонов» – «почтоматов». В Москве и других крупных городах уже кое-где появились эти огромные ящики, оснащенные множеством ячеек для заказов и терминалом. Для получения посылки надо ввести в это устройство свои данные и номер заказа (или почтового отделения) [3].

Плюсов у такой системы много: во-первых, нет никакой очереди, во-вторых, не требуется заполнение никаких бумаг, и в-третьих, весь процесс занимает не более двух минут.

Тем не менее, пока законопроект вступает в силу проходит время, поэтому «Почта России» сама пыта-

ется наладить почтовую связь в стране. Она запускает множество проектов, меняющих обслуживание клиентов в лучшую сторону. Так, недавно они запустили приложение для мобильных устройств.

Приложение дает клиентам возможность отследить свое отправление в он-лайн режиме, используют понятную и прозрачную систему названий статусов и подсказок по ним. Для тех, кому необходимо отслеживать несколько отправок, предусмотрена возможность сохранять в памяти устройства их номера, чтобы одним кликом получить информацию по статусу каждого из отправок [4].

Еще одним из проектов является открытие крупнейшего логистического центра Почты России. Это первый в стране объект, в котором таможенное оформление международных почтовых отправок совмещено с их автоматизированной сортировкой по направлениям доставки. Проект уникален и для России, и для мирового почтового сообщества, как по срокам реализации, так и по технологиям. Логистический центр ФГУП «Почта России» оснащен современными автоматизированными системами сортировки и обмена почты, устройствами объемного взвешивания отправок и другими видами оборудования. Автоматизированные системы сортировки будут интегрированы с информационной системой Почты России [5].

Таким образом, это и многое другое, в том числе новый законопроект, может помочь поднять Почту России на новый, современный уровень, повысить ее конкурентоспособность, улучшить качество обслуживания, наладить транспортно-логистическую сеть, для

максимально коротких сроков доставки почты, дать развитие и внедрение технологий пересылки почтовых отправок в электронной форме.

Библиографические ссылки

1. «Почта» встречает праздник со старыми проблемами и неясной стратегией // РИА Новости [Электронный ресурс]. URL: <http://ria.ru/economy/20130712/949265214.html> (дата обращения: 21.12.2013).
2. Виртуальные почтовые отделения появятся в России // проект РИА Новости – Интернет – журнал Digit [Электронный ресурс]. URL: <http://digit.ru/state/20131220/409734487.html> (дата обращения: 21.12.2013).
3. Замахина Т. Конец эпохи бумажных писем // Интернет портал «Российская газета» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rg.ru/2013/12/19/pochta-site.html> (дата обращения: 22.12.2013).
4. Почта России запускает приложение для мобильных устройств // Интернет портал «Почта России» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.russianpost.ru/tp/press/ru/home/newscompany/item?newsid=8149> (дата обращения: 22.12.2013).
5. Открытие крупнейшего Логистического центра Почты России // Интернет портал «Почта России» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.russianpost.ru/tp/press/ru/home/newscompany/item?newsid=8133> (дата обращения: 24.12.2013).

© Плотко К. О., 2014

УДК 004.65:

А. В. Пустовалова

Научный руководитель – *В. В. Тынченко*

Филиал Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева, Железногорск

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА КУРАТОРА СТУДЕНЧЕСКОЙ ГРУППЫ ВУЗА

Обосновывается необходимость совершенствования работы куратора студенческих групп Железногорского филиала СибГАУ. Предлагается к внедрению в повседневную деятельность куратора разработанная система автоматизации учета и обработки информации.

Очевидно, что в работе куратора студенческой группы в высшем учебном заведении есть много технической рутинной работы, которая хорошо поддается автоматизации. К тому же хранение информации в виде компьютерных данных на диске, безусловно, более целесообразно, чем в классическом виде, то есть в виде бумаг. Значительно упрощается поиск нужных и изменение любых данных. В филиале СибГАУ города Железногорска проблема автоматизации рабочего места куратора особенно актуальна, так как в своей повседневной работе кураторами используются лишь текстовый процессор MS Word и табличный процессор MS Excel. Поэтому для указанного вуза была разработана автоматизированная система учета и обработки информации, необходимой куратору в его деятельности.

Для стабильной работы созданного приложения рекомендуется следующая минимальная конфигурация: процессор Intel Core i3, 1.8 GHz и память 1GB RAM. База данных реализована в СУБД Microsoft Access [1], содержит 13 реляционных таблиц, и структура БД приведена к третьей нормальной форме. Клиентское приложение разработано средствами системы программирования Embarcadero RAD Studio 7.0. Особенностью программы является использование ADO-компонентов для организации работы базы данных, таких как ADOQuery и ADOTable. Выборка данных осуществляется установкой фильтров применительно к таблицам, а также при помощи SQL-запросов [2]. Отчеты сделаны при помощи специального приложения Delphi – FastReports. Программа предоставляет возможность хранить личные данные по студентам,

информацию о кафедрах, специальностях, преподавателях, учебном плане и т. п., позволяет вести учет успеваемости, составлять ведомости и графики, например, по рейтингу успеваемости студентов. Такие возможности очень важны для куратора, так как ему требуется владеть этой информацией в полной мере для отчетности и принятия решений по делам группы.

Внедрение разработанной информационной системы в Железногорском филиале СибГАУ значительно повысит эффективность работы кураторов студенческих групп, так как приведет к систематизации, увеличению производительности и точности обработ-

ки данных, а также позволит стандартизировать и облегчить обмен данными между кураторами и учебной частью.

Библиографические ссылки

1. Кузин А. В., Демин В. М. Разработка баз данных в системе Microsoft Access : учебник. М. : Форум : Инфра-М, 2005. 224 с.
2. Vieira R. Professional Microsoft SQL Server 2008 Programming. М. : Wrox, 2009. 936 с.

© Пустовалова А. В., 2014

УДК 004.32

А. С. Савельев

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

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ВОДИТЕЛЯ АВТОТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Рассмотрен метод, состоящий из нескольких последовательно выполняемых алгоритмов, результат работы которых, позволяет проанализировать состояние глаз водителя автотранспортного средства, на предмет потери внимания.

Безопасность дорожного движения связана не только с мониторингом движения транспортных средств на дорогах, но и с вниманием водителей, управляющих транспортными средствами. Усталость, вызывающая потерю внимания, является одним из основных факторов, вызывающих дорожно-транспортные происшествия. В последние годы все больше исследований посвящено выявлению потери внимания при вождении. Так, например, были созданы системы слежения за удержанием занимаемой полосы, детекторы анализирующие ритм сердцебиения и т. д. Все существующие методы можно разделить на три категории. Первая группа методов выявляет усталость путем анализа характера взаимодействий водителя с органами управления, например, нажатие на педаль акселератора или скорость вращения рулевого колеса. Однако результаты сложны в плане объективного анализа ситуации. Вторая группа методов осуществляет сбор биометрической информации о водителе, например скорость сердцебиения, давление, потоотделение и т. д. К последней категории относятся методы, которые основаны на распознавании состояния лица во внештатных ситуациях. Данные методы интересны тем, что работают с минимальным вмешательством в процесс вождения.

Разрабатываемая система мониторинга состояния водителя основана на анализе состояния глаз водителя. Осуществляются выборки по 75–100 кадров (длительность 3–4 с) из видеопоследовательности, которые лежат в основе для принятия решения о состоянии водителя. Общая процедура анализа состояния водителя включает следующие этапы:

– Этап 1. Локализация лица в кадре видеопоследовательности.

– Этап 2. Локализация области глаз.

– Этап 3. Анализ состояния глаз.

Операция локализации лица предваряет поиск глаз. На данный момент существует много вариантов решения данной задачи: метод Eigenface (основывается на имеющейся базе лиц), нейронные сети, фильтр Габора, выявление по цвету лица. По сравнению с остальными методами, метод поиска лица по цвету может быстро и точно выполнить поиск даже на очень пестром фоне. Что в свою очередь позволяет решать данную задачу в режиме реального времени. Один из способов поиска кожи основан на модели Гаусса. Распределение цвета кожи на лице похоже на двумерное распределение Гаусса. Что позволяет определить пороговое значение перепада яркости на лице. Исходя из этого утверждения, можно разделить изображение на участки, не содержащие кожу, и «участки-кандидаты», являющиеся кожей.

Другой способ основан на цветовой модели YCrCb, в которой пиксель классифицируется как участок кожи, если его Cr составляющая лежит в пределах от 140 до 160, а его Cb составляющая в пределах от 140 до 195. (Значения цвета кожи различных людей установленные экспериментальным путем). В случае, если пиксель удовлетворяет установленным значениям, тогда его Y составляющей присваивается значение 255. В противном случае значение 0. После перебора всех пикселей на изображении получается маска позволяющая выделить области содержащие кожу.

На бинарной маске изображения лица уровень черного цвета в районе бровей глаз носа и рта значительно больше, чем на остальном изображении лица. Используя данный факт, можно с помощью горизонтальной гистограммы выявить область глаз и бровей, что позволяет уменьшить зону поиска (рис. 1). Затем

путем построения вертикальной гистограммы находятся области левого и правого глаза (рис. 2).

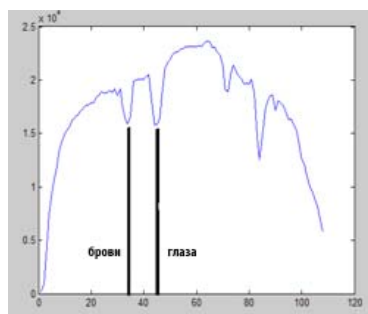


Рис. 3. Горизонтальная гистограмма составляющей яркости

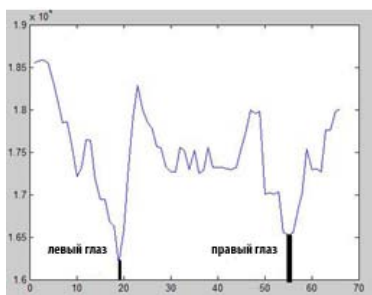


Рис. 4. Вертикальная гистограмма составляющей яркости

Преобразования Хафа служат для классификации типов границ, зачастую этот метод используют для поиска прямых, кругов и овалов на изображении. Но перед использованием метода Хафа необходимо пре-

образовать изображение областей глаз в формат бинарного изображения, на котором черным цветом будут обозначены пиксели, находящиеся на границе цветов. Затем кривые, отображающие границы глаза и радужной оболочки, обрабатываются алгоритмом Хафа для нахождения овала и круга, составляющих модель человеческого глаза (рис. 3).



Рис. 5. Модель глаза

Но так как для определения состояния глаза достаточно найти круг, представляющий собой радужную оболочку, надобность в нахождении овала отпадает, что значительно сокращает время работы алгоритма. На основании полученной информации можно определить, открыты или закрыты глаза водителя, и сделать выводы о его состоянии.

Библиографические ссылки

1. Yu Wang and Jiwen Hu, A Method for Detection of Driver Eye Fatigue State Based on 3G Video. *Electronic Sci. & Tech*, 2011, vol. 24, no. 10, p. 84–114.
2. Xu L., Oja E., Kultanan P. A new curve detection method: Randomized Hough transform (RHT). // *Pattern Recog. Lett.* 1990, no. 11. p. 331–338.

© Савельев А. С., 2014

УДК 004.056

Р. С. Савицкий

Научный руководитель – *В. В. Вдовенко*

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

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ СЛЕЖЕНИЯ ЗА ПЕРЕМЕЩЕНИЯМИ ОБЪЕКТОВ

Обосновывается актуальность разработки программного обеспечения, которое позволяет следить за перемещениями объектов и оповещать пользователя об интересующих событиях: начало движения, остановка, превышение заданной скорости. Также приводятся теоретические сведения, необходимые для реализации приложений в сфере систем спутникового мониторинга.

С каждым днем растет популярность использования систем спутникового мониторинга. Спутниковые системы мониторинга подходят для решения задач личного характера: для присмотра за детьми, пожилыми людьми, в качестве скрытой автосигнализации, для контроля местоположения посылки, для поиска собак и других домашних животных.

На Российском рынке существуют системы, позволяющие следить за перемещением объектов, но они имеют ряд недостатков, которые рассматривались в работе [2]. Проведенный анализ средств мониторинга

показал, что существует потребность в разработке нового программного обеспечения.

Разработка программного обеспечения сопровождается изучением теоретических сведений, необходимых для мониторинга движущихся объектов, таких как:

- принципы работы спутниковой навигации;
- устройства, вычисляющие координаты местоположения;
- способы передачи данных посредством сотовых операторов;

– варианты визуализации местоположения на карте.

Определение местоположения на основе данных от спутниковых навигационных систем обеспечивает высокую точность вычисления координат, скорости и направления движения различных объектов. Эти системы предоставляют информацию при любых погодных условиях неограниченному числу абонентов на земле.

Для слежения за перемещением объектов можно использовать устройства GPS-трекеры. Трекеры имеют небольшой размер, а время их автономной работы может достигать несколько месяцев. Такие достоинства позволяют легко и незаметно разместить устройство на объекте слежения.

Используя GPS или ГЛОНАС приемник, трекеры позволяют определить местоположение объекта с точностью до метров. В случае, если устройство не может определить координаты по спутникам, местоположение объекта можно определить по информации о базовых станциях сотовых операторов, находящихся в зоне видимости трекера. Данные о местоположении объекта передаются через оператора сотовой связи на GSM-модем, в виде SMS-сообщений.

В качестве средства визуализации объектов на карте выбран API Яндекс.Карт [3], так как данный инструмент прост в использовании, не требует дополнительной инсталляции библиотек, предоставляется бесплатно. Однако есть и недостаток – необходимо постоянное подключение к сети интернет для использования API Яндекс.Карт.

На текущий момент разработано программное обеспечение для получения и анализа координат местоположения объекта. Главное окно программы приведено на рисунке 1. Программа позволяет анализировать данные, полученные с GPS-трекера и оповещать пользователя о начале движения, остановке и превышении заданной скорости объекта.

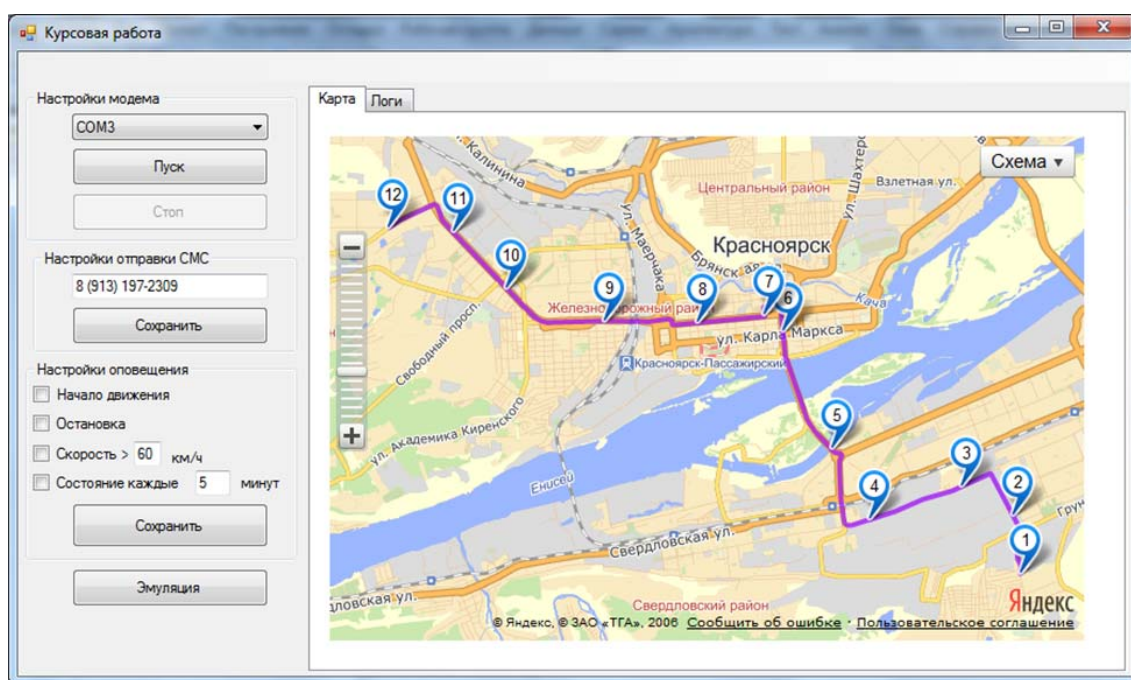
Программный продукт был разработан на объектно-ориентированном языке программирования C# в среде Microsoft Visual Studio 2010. Для взаимодействия с GSM-модемом используется разработанная ранее библиотека классов ManagerSMS [1].

Программное обеспечение разрабатывалось с целью поиска и слежения за личным автомобилем, например, в случае угона. Также его можно использовать для контроля местонахождения детей, пожилых людей, домашних животных или ценных посылок.

Разработанная программа обладает следующими достоинствами:

- работа с различными GSM-модемами, использующими AT-команды;
- отправка на мобильный телефон информации об интересующих событиях;
- логичный и понятный пользовательский интерфейс.

Разработанное программное обеспечение хорошо расширяется, в дальнейшем предполагается добавить возможность работы с геозонами и статистическую обработку данных.



Главное окно программы

Библиографические ссылки

1. Савицкий Р. С. Разработка библиотеки классов для приема GPS координат с помощью технологии SMS // Актуальные проблемы авиации и космонавтики : материалы IX Всерос. науч.-практ. конф. творческой молодежи ; СибГАУ. Красноярск, 2013. Ч. 1. С. 379–381.

2. Савицкий Р. С. Сравнение систем мониторинга транспортных средств // Решетневские чтения: материалы XVII Междунар. науч. конф. ; СибГАУ. Красноярск, 2013. Ч. 2. С. 255–256.

3. API Яндекс.Карт [Электронный ресурс]. URL: <http://api.yandex.ru/maps/> (дата обращения: 22.03.2013).

© Савицкий Р. С., 2014

УДК 004.93

К. В. Степурко, Е. Г. Абдугалимова
 Научный руководитель – М. Н. Фаворская
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАСПОЗНАВАНИЕ ЖЕСТОВ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО ПОДХОДА

Рассмотрена область применения распознавания жестов, один из методов распознавания жестов, а именно нейронные сети, проведено тестирование трех нейронных сетей: сеть Хопфилда, сеть Хэмминга и сеть с обратным распространением ошибки. Результаты тестирования сведены в таблицу.

На сегодняшний день все большее распространение получают технологии распознавания жестов и движений человека. В основном, подобные системы используются в игровой и киноиндустрии, в управлении различными электронными устройствами, для автоматизации сурдоперевода. На данный момент подобные системы наиболее часто строят на основе искусственных нейронных сетей (ИНС). Существует множество разновидностей ИНС и методов их обучения [1; 4]. Для анализа и тестирования работы нейронных сетей была разработана система, включающая в себя следующие ИНС: сеть Хопфилда [3; 5], сеть Хэмминга [3] и сеть с обратным распространением ошибки [2].

Известно, что все ИНС состоят из нейронов, нескольких слоев: входной, выходной и внутренней, но структура у каждой сети своя. Так, у сетей Хопфилда и Хэмминга она постоянна. У ИНС Хопфилда имеется один внутренний слой с нейронами (слой Хопфилда), а у ИНС Хэмминга их два. Количество слоев сети с обратным распространением ошибки устанавливает сам разработчик.

Система разработана на языке Delphi в среде Embarcadero RAD Studio XE.

Тестирование проводилось на ноутбуке, имеющем следующую конфигурацию:

- процессор: Intel Core i5 2.50GHz;
- ОЗУ: 4 Gb;
- видеокарта: Intel HD Graphics 4000.

Обучение сетей проводилось на 100 изображениях – по 20 изображений на жест (всего 5 различных жестов). Тестирование проводилось на 29 изображениях. Все изображения имели размер 50x75 пикселей и формат *.bmp. Сводная таблица результатов тестирования приведена ниже (см. таблицу).

По результатам тестирования видно, что сеть с обратным распространением ошибки наиболее эффективна, но при этом на обучение сети затрачивается большое количество времени. Сети Хопфилда и Хэмминга затрачивают на обучение и распознавание намного меньше времени, но справляются с задачей хуже. Также необходимо учесть, что сеть Хопфилда применима только для обучения и распознавания малого количества изображений, так как обучающая выборка у данной сети очень маленькая: число запоминаемых образов не должно превышать величины, примерно равной $0,15 * n$ (где n – число нейронов на входе).

На основе результатов тестирования можно сделать вывод, что для обработки быстро изменяющихся изображений лучше подходит предварительно обученная сеть с обратным распространением ошибки. Основная проблема заключается в подборе наилучшей структуры сети. Если же быстро изменяющихся изображений нет, то есть ограничения на затраты общего времени, то тогда предпочтительнее использовать сеть Хопфилда или Хэмминга (в зависимости от того, что нужно получить в качестве результата: сам образец или номер образца).

Название сети	Вход, шт.	Выход, шт.	Слои, шт.	Нейроны, шт.	Время, с	Ложно распознано, шт.	Верно распознано, шт.
Сеть Хэмминга	3 750	5	2	100	0,834	8	21
Сеть с обратным распространением ошибки	3 750	5	3	100	11 259, 546	6	23
Сеть с обратным распространением ошибки	3 750	5	2	100	11 286, 345	9	20
Сеть Хопфилда	3 750	3 750	1	3 750	0,836	1	9

Библиографические ссылки

1. Катаев М. Ю., Широков Л. В. Методика определения жестов руки. Томск, 2013. 5 с.
2. Короткий С. Алгоритм обратного распространения. 2010. 15 с.
3. Короткий С. Нейронные сети Хопфилда и Хэмминг. 2010. 10 с.

4. Круглов В. В., Борисов В. В. Искусственные нейронные сети: Теория и практика. М.: Горячая линия – Телеком, 2001. 381 с.

5. Пятибратская А. Н. Сеть Хопфилда [Электронный ресурс]. URL: <http://i-intellect.ru/articles-of-neural-networks/hopfields-network.html> (дата обращения: 25.03.2014).

© Степурко К. В., Абдугалимова Е. Г., 2014

Н. А. Тарелов
 Научный руководитель – М. Н. Фаворская
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАСПОЗНАВАНИЕ ЛАНДШАФТНЫХ ТЕКСТУР НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Рассмотрены задачи проведения мониторинга ландшафтных изображений. Представлена актуальность данной тематики. Рассмотрены нейронные сети. Приведено тестирование программного продукта. Проведено тестирование программного продукта, результаты тестирования сведены в таблицы.

В современных условиях научно-технического прогресса антропогенное воздействие на природные ландшафты приобрело огромные масштабы, создавая реальную опасность нарушения экологического равновесия практически любых территорий. Это приводит к необходимости ведения постоянного экологического мониторинга. Одним из этапов проведения экологического мониторинга является анализ аэрофотоснимков. Задачей классификации объектов и местности занимается определенный человек-дешифратор аэрофотоснимков.

Разработка программного продукта, с применением программных средств и технологий, существующих на данный момент, может значительно облегчить задачу распознавания объектов и местности на аэрофотоснимке. Подобные системы можно отнести к более общему классу – системам классификации и на данный момент такие системы часто строят на основе нейронных сетей [1].

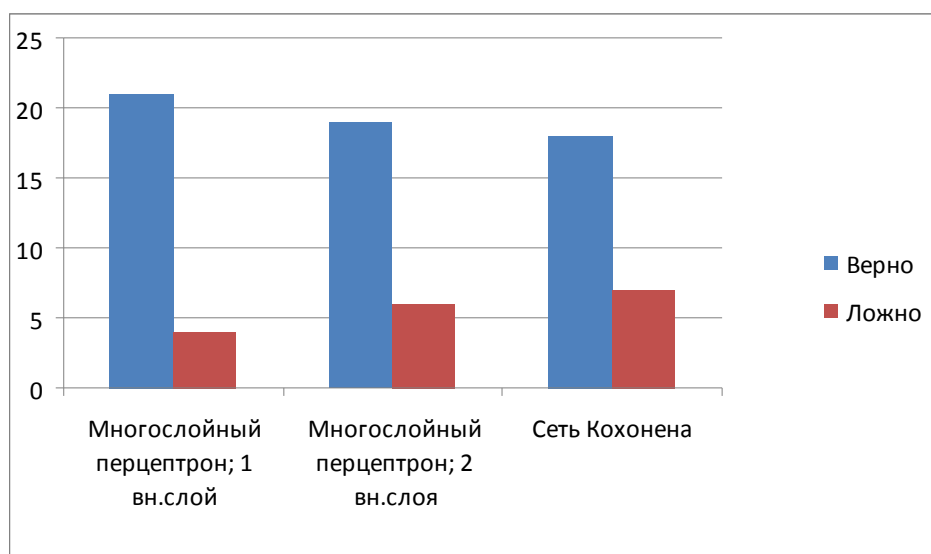
Нейронные сети могут сильно отличаться друг от друга, однако у них есть несколько общих черт. Основу нейронной сети составляет большое число связанных между собой обрабатывающих (процессорных) элементов (ячеек), работающих согласовано над решением конкретной задачи, имитирующих работу нейронов мозг. Нейрон может определяться своим текущим состоянием по аналогии с нервными клетками головного мозга, которые могут быть возбуждены или затормо-

жены. Нейрон обладает группой синапсов – входных связей, соединенных с выходами других нейронов, а также имеет аксон – выходную связь данного нейрона, с которой сигнал (возбуждения или торможения) поступает на синапсы следующих нейронов [3].

Многослойный перцептрон. Многослойный перцептрон представляет собой нейронную сеть прямого распространения. Входной сигнал в такой сети распространяется в прямом направлении, от слоя к слою. Многослойный перцептрон в общем представлении состоит из следующих элементов:

- множества входных узлов, которые образуют входной слой;
- одного или нескольких скрытых слоев вычислительных нейронов;
- одного выходного слоя нейронов.

Нейронная сеть Кохонена. Для применения нейронных сетей Кохонена в задачах классификации требуется некоторая формализация. Каждый объект, который требуется классифицировать, представляется в виде некоторого вектора, подающегося на вход нейронной сети. Количество нейронов во входном слое определяется количеством компонентов этого входного вектора. Количество же выходов определяется количеством классов, т. е. если всего M классов, то количество нейронов в выходном слое тоже будет M [2].



Результат тестирования

Программный продукт был протестирован. В качестве базы текстур, были взяты нарезки со снимков, произведенных со спутника. Загружались изображения с различными текстурными характеристиками, которые можно отнести к четырем группам: река, лес, поле, город.

Тестирование происходило следующим образом: на вход нейронной сети подавалась обучающая выборка, затем сеть обучалась, и происходила проверка на одном из тестовых изображений.

Результат тестирования представлен на рисунке выше. Таким образом, можно заключить, что классификация ландшафтных изображений выполняется с

приемлемым качеством, способным обеспечить весомую помощь при сегментации изображений.

Библиографический ссылки

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М. : Техносфера, 2005. 1072 с.
2. Круглов В. В., Борисов В. В. Искусственные нейронные сети: Теория и практика. М. : Горячая линия – Телеком, 2001. 381 с.
3. Shapiro L. G. Computer Vision / Linda G. Shapiro, George C. Stockman. – New Jersey, Prentice-Hall, 2001. P. 279–325.

© Тарелов Н. А., 2014

УДК 004.32

А. И. Томила

Научный руководитель – *А. Н. Горошкин*

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

МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ МАТИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Рассмотрены различные методы решения задачи матирования изображений. Представлена классификация методов и их качественный анализ.

Задача матирования состоит в выделении объектов на изображении с целью последующего наложения объекта на новый фон. Критерием качества матирования является незаметность монтажа для зрителя.

Существующие методы решения задачи матирования изображений можно разделить на 2 группы: не автоматические и автоматические. Не автоматические методы требуют специальных условий съемки или ручной работы, но на практике очень часто применяются. К таким относится метод «Хромакей». Данный метод требует съёмки объекта на однородном фоне определённого цвета, при этом этот цвет должен отсутствовать в изображении объекта. Чаще всего используется синий или зелёный фон.

Существуют различные алгоритмы выделения по цвету. Разметка в алгоритмах подобного типа не требуется, так как они работают только с изображением и заданным цветом фона.

Достоинства данного метода заключаются в возможности его работы в реальном времени, а также в возможности качественного извлечения теней, бликов и полупрозрачных объектов.

Если отсутствует возможность снять объект на фоне определенного цвета, применяется «Ротоскопирование» – ручное создание маски объекта. Невозможность обеспечить одноцветный фон для автоматической обработки может быть вызвана рядом причин, таких как:

- архивные и другие видеоматериалы, при съемке которых матирование не планировалось;
- слишком большая сцена, которую сложно покрыть задним фоном одного цвета;
- невозможность добиться равномерного освещения заднего фона;

- необходимость взаимодействия переднего и заднего плана, когда стоит задача не заменить фон, а лишь дополнить/видоизменить имеющийся фон [1];

В некоторых случаях ротоскопирование можно частично автоматизировать, например, если движение объекта является аффинным/плоским, т. е. видимый силуэт объекта деформируется в процессе движения лишь линейным образом.

Обычно ротоскопирование осуществляется с помощью сплайнов Безье, задаваемых в ключевых кадрах. Контрольные точки интерполируются между ключевыми кадрами (линейно, либо тоже с помощью сплайнов). Дополнительно можно без особых усилий добиться следующих эффектов:

- размытие движения – получается размытием созданной маски, т.к. скорость сплайна в каждой точке известна
- константное размытие границ (фокусировка) – получается применением гауссова фильтра к маске
- размытие границ переменной толщины – достигается созданием двух вложенных сплайнов, один из которых соответствует прозрачности = 0, а другой = 1.

Однако мелкие детали (например, волосы) очень трудно ротоскопировать, так как приходится создавать много сплайнов и двигать их независимо. В сложных случаях количество сплайнов может достигать нескольких десятков.

К методам автоматизированного решения задачи матирования изображений относятся алгоритмы матирования изображений. Данные алгоритмы получают на вход исходное изображение с разметкой. Разметка требуется для устранения неоднозначности в разложении на передний план, фон и канал прозрач-

ности. Обычно используется тернарная разметка – заданная пользователем сегментация изображения на 3 области: объект переднего плана, фон и неизвестную (переходную) область. Первые две дают некоторую информацию об объекте, который необходимо извлечь, а последняя определяет регион, к которому нужно применить алгоритм. Результатом алгоритма является слой переднего плана с известным цветом и прозрачностью для каждого пикселя, а также слой фона. При смешивании, эти слои должны давать в точности исходное изображение.

В пикселях неизвестной области задача является неопределенной, так как для каждого цвета исходного изображения существует бесконечное число комбинаций цветов объекта и фона. Для того, чтобы сделать её решаемой, требуется и дополнительная регуляризация.

Одним из основных методов регуляризации является «Байесовский вывод». Пиксели обрабатываются, начиная с границ регионов объекта/фона, сужая неизвестную область шаг за шагом. Пиксели, обработанные на предыдущих шагах, также учитываются в выборах объекта и фона в дополнение к пикселям из известных областей. В качестве цветовой модели используется множество ориентированных гауссиан. Алгоритм использует схему Байеса для максимизации правдоподобия значений.

Распределения, оцениваемые с помощью плотности гауссиан объекта и фона, вычисляются на основе как размеченных пикселей объекта/фона, так и ранее обработанных. Образцы цветов для вычисления этих распределений берутся из окрестности обрабатываемого пикселя. Радиус окрестности может быть адаптивным и увеличиваться в случае, если образцов цвета не найдено (т. е. если окрестность целиком лежит в неизвестной области), либо найдено недостаточно для надежной оценки параметров распределения.

Другим известным алгоритмом является «Алгоритм аналитического матирования». Данный алго-

ритм может работать с разметкой низкой точности. Цветовая статистика не используется – альфа-канал напрямую ищется из изображения. Алгоритм называется аналитическим, так как описывает аналитическое решение задачи, в отличие от итерационных алгоритмов.

Идея алгоритма основана на предположении, что цвета пикселей в малых фрагментах изображений лежат примерно на одной прямой в пространстве RGB (являются линейной комбинацией двух цветов). Тогда неизвестную область можно считать линейно зависящей от цвета в малом фрагменте изображения.

Данный алгоритм дает точное решение в случаях, когда во всех окнах 3×3 на изображении каждый из цветов является смесью не более, чем двух цветов (кроме вырожденных случаев).

Недостатком данного алгоритма является медленная скорость работы и локальность цветовой модели (даже если объект и фон сильно различаются по цвету, алгоритм это не учитывает, так как опирается лишь на модель цветовой линии в окнах малого размера).

В последнее время ведутся работы по комбинированным методам матирования изображений. Это позволяет учесть преимущества каждого из подходов, но при этом избежать описанных выше недостатков. Развитие алгоритмов интеллектуального анализа изображений позволяет делать это в более автоматизированном режиме.

Библиографическая ссылка

1. Синдеев М. Исследование и разработка алгоритмов матирования видеопоследовательности : дис. ... канд. техн. наук: Совет Д 002.024.01: защищена 21.05.2013.

© Томилина А. И., 2014

УДК 681.3.06

С. А. Тычков

Научный руководитель – В. В. Тынченко

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

ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВЫПОЛНЕНИЕМ ПЛАНА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗАДАНИЯ В ЦЕНТРЕ ГИГИЕНЫ И ЭПИДЕМИОЛОГИИ

Анализируются организационные и функциональные особенности целевого учреждения, непосредственно влияющие на эффективность внедрения в нем разработанной автоматизированной системы управления.

Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае» имеет в своем составе 17 филиалов, располагающихся на всей территории Красноярского края в городах и районных центрах с юга до севера, так как необходимо проводить работу по контролю состояния окружающей среды и продуктов питания по всему указанному региону [1; 2]. С целью оперативного

сбора и обработки информации, а также повышения эффективности ряда других основных функций управления выполнением плана госзадания для рассматриваемого учреждения разработана автоматизированная система. Создание и внедрение такой системы связаны с потребностью Центра в упорядочении и более четкой координации деятельности его подразделений, а также продиктованы потребностью в по-

вышении качества и скорости сбора оперативных данных, учета, контроля и координации работ по выполнению плана. Это становится возможным за счет централизации данных в единой базе и использования сети Интернет как для сбора оперативной информации, так и для доступа к хранимым данным при поиске, составлении отчетности и контроле всех видов работ.

При внедрении разработанного программного обеспечения следует учитывать ряд особенностей, присущих этому учреждению, а именно:

1. Территориальную распределенность по региону.
2. Оснащенность филиалов вычислительной техникой и оргтехникой, программным обеспечением.
3. Контингент кадрового состава, который трудится в организации, и уровень компьютерной грамотности.
4. Наличие и скорость существующих каналов связи.
5. Наличие в составе филиала системного администратора или привлеченного по договору специалиста по обслуживанию компьютерной техники для проведения инсталляции программного обеспечения на рабочих местах специалистов, отвечающих за составление отчетных форм.

На текущий момент работу по государственному заданию выполняют все филиалы от Минусинска на юге края, до Туры и Норильска на севере [2].

Все филиалы организации оснащены компьютерной техникой с установленным системным программным обеспечением от корпорации Microsoft, которое официально приобретено, и имеются лицензии на его использование, но конфигурация имеющихся компьютеров разнообразная – от Celeron 1,8 ГГц с объемом оперативной памяти 384Мб до Core i5 с объемом памяти 4 Гб.

Кадровый состав работников филиала в основном составляют женщины, имеющие не техническое, а медицинское образование, и это необходимо учитывать при внедрении программного обеспечения в ра-

боту организации. Только в городах, таких как Норильск, Канск, Ачинск, Лесосибирск, имеются системные администраторы в штате филиала, в остальных филиалах привлекаются специалисты по аутсорсингу, которые выполняют работу по заявке филиала.

Для успешной работы созданного программного обеспечения обязательно наличие канала связи для выхода в Интернет. Обеспечивает выход в Интернет для филиалов на всей территории края компания ОАО «Ростелеком», с которой ежегодно проводится аукцион на одной из торговых площадок Красноярского края. Исключением здесь является филиал в Норильске, для которого проводится отдельный аукцион, так как связь с Норильском осуществляется по спутниковому каналу, и эти услуги предоставляют другие компании. Не все каналы связи работают стабильно и с заявленной скоростью, но для работы программы не требуется постоянный выделенный канал связи со стабильной связью.

Проведенные тестовые испытания разработанного программного обеспечения в Центре гигиены и эпидемиологии Красноярского края показали работоспособность внедряемой автоматизированной системы, что, не без проблем, конечно, но позволило во второй половине прошедшего года собирать с территориальных филиалов информацию по выполнению плана госзадания и своевременно предоставлять ее в управление Роспотребнадзора по Красноярскому краю.

Библиографические ссылки

1. Официальный сайт Роспотребнадзора по Красноярскому краю [Электронный ресурс]. URL: <http://24.rospotrebнадzor.ru/center/> (дата обращения: 28.03.2014).
2. Официальный сайт для размещения информации о государственных (муниципальных) учреждениях [Электронный ресурс]. URL: <http://bus.gov.ru/public/agency/agency.html?agency=151423&activeTab=2> (дата обращения: 28.03.2014).

© Тычков С. А., 2014

УДК 004.054

В. В. Фомина

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

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ ТУРИСТИЧЕСКОГО БИЗНЕСА

Исследуются популярные программные продукты для автоматизации туристического бизнеса. Определяются наиболее важные критерии оценки эффективности таких программных систем, проводится сравнительное оценивание нескольких известных на рынке программ.

На данный момент существует немалое количество автоматизированных программных систем для туристических фирм. Подобные программные продукты наделены большим спектром важных возможностей, предназначенных для удобства, хорошей производи-

тельности, высокой точности и безопасности работы туроператоров. Выбор готовой системы конкретным предприятием туристического бизнеса всегда представляет собой непростую задачу, которая требует учесть как возможности самого предприятия, так и

характеристики готовой программы, являющейся кандидатом на внедрение.

В данной работе внимание акцентировано на крупномасштабных предприятиях указанной сферы деятельности, с учетом чего проведем методом экспертизы оценивание таких популярных продуктов, как «1С: Предприятие Турагентство» [1], «САМО-ТурАгент» [2] и «U-ON travel» [3].

На первом этапе требуется выделить критерии, по которым затем будет оцениваться программа с позиций ее внедрения на предприятии. В нашем случае были выделены следующие значимые критерии: программная архитектура, полнота функционала, надежность программного продукта, удобство интерфейса,

легкость освоения программы и стоимость. Была подобрана удобная шкала для оценивания значимости каждого из критериев: 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1 (степень значимости критерия возрастает с ростом значения оценки). По этой шкале три эксперта (программист, системный администратор и туроператор) выставили оценки важности для каждого критерия (табл. 1), затем была найдена усредненная оценка и вычислен вес каждого критерия – коэффициент, характеризующий степень значимости критерия в процентах.

После этой процедуры дается оценка программным продуктам по каждому из критериев с учетом весовых коэффициентов, вычисленных методом экспертизы выше (табл. 2).

Таблица 1

Критерии оценки для программных продуктов

Критерии	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3	Средняя оценка	Вес, %
Архитектура	0	0,6	0,2	0,27	9
Полнота функционала	1	0,8	0,8	0,87	29
Надежность	0,8	1	0,6	0,8	27
Удобство интерфейса	0,2	0	0	0,067	2
Легкость освоения программы	0,4	0,4	0,4	0,4	13
Стоимость	0,6	0,2	1	0,6	20

Таблица 2

Оценивание программных продуктов по критериям

Критерий/система	«1С: Предприятие Турагентство»	«САМО-ТурАгент»	«U-ON travel»
Архитектура	9	9	9
Полнота функционала	17,4	23,2	29
Надежность	21,6	27	27
Удобство интерфейса	1,2	0,8	0,4
Легкость освоения программы	5,2	10,4	2,6
Стоимость	20	12	4
Общая сумма по столбцам	74,4	82,4	72

Таким образом, можно выявить программную систему, которая в большей мере отвечает всем требованиям, продиктованным особенностями рассматриваемой группы предприятий. В нашем случае, таким продуктом оказалась программа «САМО-ТурАгент».

Полученными результатами можно воспользоваться для выбора программного продукта при проведении автоматизации информационной системы на реальном предприятии туристической сферы. В дальнейшем планируется осуществить более глубокое исследование качества программных систем этого сегмента ИТ-рынка, подключив к работе экспертов и на втором этапе оценивания.

Библиографические ссылки

1. Демо-версия и описание программы «1С: Предприятие Турагентство» [Электронный ресурс]. URL: <http://solutions.1c.ru/catalog/travel-agency/features> (дата обращения: 18.03.2014).
2. Демо-версия и описание программы «САМО-ТурАгент» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.samo.ru/touragent.html> (дата обращения: 18.03.2014).
3. Демо-версия и описание программы «U-ON travel» [Электронный ресурс]. URL: <http://u-on.ru/travel/> (дата обращения: 18.03.2014).

УДК 669.713.7

А. А. Демченко

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

OLAP-ТЕХНОЛОГИЯ АНАЛИЗА ДАННЫХ

Рассмотрены 12 правил OLAP-систем описанные Эдгаром Коддом в 1993 г., которым должны удовлетворять продукты, предоставляющие возможность выполнения оперативной аналитической обработки.

В настоящее время очень много информации опубликовано о OLAP технологиях. Информационные системы масштаба предприятия, содержат приложения, предназначенные для комплексного многомерного анализа данных, их динамики, тенденций и т. д. Такой анализ в конечном итоге призван содействовать принятию решений. Часто такие эти системы называются системами поддержки принятия решений.

Системы поддержки принятия решений обычно обладают средствами предоставления пользователю агрегатных данных для различных выборок из исходного набора в удобном виде для восприятия и анализа. Как правило, такие агрегатные функции составляют многомерный (не реляционный) набор данных, оси которого содержат параметры, а ячейки – зависящие от них агрегатные данные – причем хранятся такие данные могут и в реляционных таблицах, но в данном случае мы говорим о логической организации данных, а не о физической реализации их хранения). Вдоль каждой оси данные могут быть организованы в виде иерархии, представляющей различные уровни их детализации. Благодаря такой модели данных пользователи могут формулировать сложные запросы, генерировать отчеты, получать подмножества данных.

Технология комплексного многомерного анализа данных получила название OLAP (On-Line Analytical Processing).

OLAP – это ключевой компонент организации хранилищ данных. Концепция OLAP была описана в 1993 году Эдгаром Коддом, известным исследователем баз данных и автором реляционной модели данных. Сегодня термин OLAP – это понятие для различных технологий, включая системы поддержки принятия решений, Business Intelligence и управленческие информационные системы. Также Кодд опубликовал труд под названием «OLAP для пользователей-аналитиков: каким он должен быть». В нем он изложил основные концепции оперативной аналитической обработки и определил 12 правил, которым должны удовлетворять продукты, предоставляющие возможность выполнения оперативной аналитической обработки [1].

– Концептуальное многомерное представление (Multi-Dimensional Conceptual View). Многомерная концептуальная схема или пользовательское представление облегчают моделирование и анализ так же,

впрочем, как и вычисления. Концептуальное представление модели данных должно позволять аналитикам выполнять интуитивные операции анализа «вдоль и поперек» (slice and dice), вращения (rotate) и размещения (pivot) направлений консолидации.

– Прозрачность (Transparency). Пользователь не должен знать о том, какие средства используются для хранения и обработки данных, как данные организованы и откуда берутся. Вне зависимости от того, является OLAP-продукт частью средств пользователя или нет, факт должен быть прозрачен пользователю.

– Доступность (Accessibility). Пользователь-аналитик OLAP должен иметь возможность выполнять анализ, базирующийся на общей концептуальной схеме, содержащей данные всего предприятия в реляционной БД, также как и данные из старых наследуемых БД, на общих методах доступа и на общей аналитической модели. Это значит, что OLAP должен предоставлять свою собственную логическую схему для доступа в гетерогенной среде БД и выполнять соответствующие преобразования, требующиеся для обеспечения единого, согласованного и целостного взгляда пользователя на информацию.

– Постоянная производительность при разработке отчетов (Consistent Reporting Performance). Производительность формирования отчетов не должна существенно падать с ростом количества измерений и размеров базы данных.

– Клиент-серверная архитектура (Client-Server Architecture). OLAP-продукты должны работать в среде клиент-сервер. Поэтому представляется необходимым, чтобы серверный компонент аналитического инструмента был настолько «интеллектуальным» и обладал способностью строить общую концептуальную схему на основе обобщения и консолидации различных логических и физических схем корпоративных БД для обеспечения эффекта прозрачности. Также необходимо чтобы различные клиенты могли присоединяться к серверу с минимальными затруднениями и интеграционным программированием.

– Общая многомерность. Каждое измерение должно применяться безотносительно своей структуры и операционных способностей. Дополнительные операционные способности могут предоставляться выбранным измерениям, и, поскольку измерения

симметричны, отдельно взятая функция может быть предоставлена любому измерению. Базовые структуры данных, формулы и форматы отчетов не должны смещаться в сторону какого-либо измерения.

– Динамическое управление разреженными матрицами (Dynamic Sparse Matrix Handling).

– Физическая схема OLAP-инструмента должна полностью адаптироваться к специфической аналитической модели для оптимального управления разреженными матрицами. Для любой взятой разреженной матрицы существует одна и только одна оптимальная физическая схема. Эта схема предоставляет максимальную эффективность по памяти и операбельность матрицы, если, конечно, весь набор данных помещается в памяти.

– Многопользовательская поддержка (Multi-User Support). OLAP-инструмент должен предоставлять возможности совместного доступа (запроса и дополнения), целостности и безопасности.

– Неограниченные перекрестные операции (Unrestricted Cross-dimensional Operations). Вычисления и манипуляция данными по любому числу измерений не должны запрещать или ограничивать любые отношения между ячейками данных.

– Интуитивная манипуляция данными (Intuitive Data Manipulation). Манипулирование данными осуществлялось посредством прямых действий над ячейками в режиме просмотра без использования меню и множественных операций.

– Гибкие возможности генерации отчетов в (Flexible Reporting). Измерения должны быть размещены в отчете так, как это нужно пользователю.

– Неограниченная размерность и число уровней агрегации (Unlimited Dimensions and Aggregation Levels). Исследование о возможном числе необходимых измерений, требующихся в аналитической модели, показало, что одновременно может использоваться до 19 измерений. Отсюда вытекает настоятельная рекомендация, чтобы аналитический инструмент был способен одновременно предоставить как минимум 15 измерений, а предпочтительнее 20. Более того, каждое из общих измерений не должно быть ограничено по числу определяемых пользователем-аналитиком уровней агрегации и путей консолидации [2].

Библиографические ссылки

1. Codd E. F., Codd S. B., Salley C. T. Providing OLAP (On-line Analytical Processing) to User-Analysts: An IT Mandate. Codd & Date, Inc, 1993. Retrieved on 2008-12-11.

2. Барсегян А. А., Куприянов М. С., Степаненко В. В., Холод И. И. Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining. БХВ-Петербург, 2004.

© Демченко А. А., 2014

УДК 004.051

А. К. Казаков

Научный руководитель – *А. Г. Суворов*

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

ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ

Рассмотрены существующие проблемы автоматизации на предприятиях. Проведен анализ работы сотрудников. Приведены примеры решения проблем современной автоматизации.

Существует проблема взаимодействия системных администраторов и пользователей базы данных. Часто на практике мы получаем такую проблему, у сотрудников работающих с базой данных (БД) престал работать интерфейс, или другой компонент БД. Они звонят в техническую поддержку. Начинаются претензии, зачастую пользователи не могут объяснить проблему, что именно не так, или понять, что от них хочет администратор. Администраторы в свою очередь, не могут объяснить, что нужно сделать, чтобы БД заработала и т. д. И эта проблема встречается не только с администраторами, но и в других сферах деятельности. Что же делать? Повышать квалификацию пользователей, учить психологии и культуре речи администраторов? В рашении этой проблемы нам поможет такая наука как, теория управленческих решений [1].

Пример 1: разделение обязанностей, и деление на группы пользователей. Далее приведены группы пользователей.

Пользователь БД (user) – это физическое или юридическое лицо, которое имеет доступ к БД и пользует

ся услугами информационной системы для получения информации.

Конечные пользователи. Это основная категория пользователей, в интересах которых создается БД. В зависимости от особенностей создаваемой БД круг конечных пользователей может различаться. Это могут быть случайные пользователи, которые обращаются за информацией к БД время от времени и регулярные пользователи

Администратор базы данных (АМД) – это лицо или группа лиц, отвечающих за выработку требований к базе данных, ее проектирование, создание, эффективное использование и сопровождение.

Администратор сети. В его обязанности входит контроль за функционированием аппаратно-программных средств, реконфигурация сети, восстановление программного обеспечения после сбоев и отказов оборудования, профилактические мероприятия и обеспечение разграничения доступа.

Разработчики и администраторы приложений. Это группа пользователей, которая функционирует

во время проектирования, создания и реорганизации БД.

Не в каждой БД могут быть выделены все типы пользователей.

Такое разделение позволяет упростить управление персоналам и БД, за счет четкого деления обязанностей. При возникновении проблемы, или вопросов у пользователей, мы имеем специалиста, в каждой области работы БД который, более углубленно знает свой предмет и скорее всего, решит эту проблему [2].

Пример 2: увеличение автоматизации рабочего места. Этот подход позволяет снизить процент влияния человеческого фактора, что в свою очередь уменьшает вероятность ошибки. Мои предложения по решению этой проблемы:

Помимо приведенных примеров надо повышать уровень знаний пользователей БД. Как это сделать? Я вижу 2 способа, первый дополнительное образование (проводить лекции, создавать инструкции, отправлять учиться на повышение квалификации). Вто-

рой «неприятный» надо избавляется от старых кадров, которые не способны обучаться, и брать новые «свежие головы» [3].

В итоге исследуя эту проблему, я понял одно, что без предварительной подготовки она не решается, нужно коллективом, решать обсуждать, и искать совместные решения, которые приемлемы и для пользователя так и для администратора.

Библиографические ссылки

1. Лазарев В.Л. Современные проблемы автоматизации и управления – Санкт-Петербург : ИХБТ, НИУ ИТМО, 2008. 12 с.
2. URL: <http://e-tram.narod.ru/pru.html> (дата обращения: 18.03.2014).
3. URL: <http://www.ngpedia.ru/id324367p1.html> (дата обращения: 18.03.2014).

© Казаков А. К., 2014

УДК 621.791.722

Р. В. Липатов, Е. Ю. Меньщиков

Научный руководитель – *В. Д. Лаптенюк*

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

ГЕОПОЛИТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ СВАРКИ В КОСМОСЕ

Приводится описание геополитики. Выделяются основные плюсы по развитию космических программ. Приводятся основные проблемы современного сообщества. Рассказывается о лунных программах и их плюсах. Выделяются основные проблемы и нюансы при сварке в космосе. Описываются результаты исследований по электронно-лучевой сварке в космосе. Выделяются основные аспекты применения электронно-лучевой сварки в космосе.

Традиционная геополитика – это политика, основанная на географическом детерминизме. [1] Однако в современном обществе горизонтальную геополитику с её борьбой за ресурсы необходимо дополнить вертикальной астрополитикой, которая предполагает борьбу за космические просторы. М. Калашников и С. Кагушев в своей книге «Третий проект. Точка перехода» обращают внимание на то, какой экономический эффект получило бы человечество, не сверни оно с крупномасштабные космической программы» ... Для полетов в дальний космос приходилось решать безумно сложные и чертовски интересные задачи. Теснота звездолетов, их постройка и необходимость экономить на весе требовали создания совершенно новой, очень компактной и экономичной энергетики, революционных материалов, совершенно иной медицины, непривычных методов управления [2].

Основная цель исследования – определение основных аспектов применения и развития электронно-лучевой сварки в космосе. Как исследования могут повлиять на астро- и геополитическую обстановку в мире.

Сегодня, когда мир охвачен финансовым кризисом, различными войнами и дебатами, а спад произ-

водства в национальных масштабах может привести к социальным и даже политическим последствиям, казалось бы, неуместно говорить о многомиллионных тратах на космические программы. Однако факты говорят об обратном – темп «космической гонки» между странами не уменьшается, а лишь нарастает. Можно рассматривать разные причины такого парадокса, но одним из важных факторов является негативный геополитический фон. Для развития страны необходимо задумываться о астрополитике как о стабилизации социальных и политических последствий, как о развитии экономических и научных показателей страны. Для этого стоит обратить внимание на лунные программы и на строительство в космосе.

Основной задачей лунных программ является осуществление пилотируемого полета на Луну с целью создания на ее поверхности, населенных астронавтами стационарных и передвижных баз. Наличие такой базы, позволит любой стране вывести свои космические программы на принципиально новый уровень. Каждая страна заинтересована в персональном владении и использовании передовых технологий, так как это дает ей стратегические и военные преимущества перед другими странами.

Все исследования по электронно-лучевой сварке обрываются в 1986–1991, когда космонавты Л. Кизим и В. Соловьев продолжили эксперименты по сварке в космосе. Стоит отметить, что сварка в космосе, отличается необычными сложными условиями: вакуум до 10^{-10} н/м² (10^{-12} мм рт. ст.), большая скорость диффузии газов, невесомость и широкий интервал температур (от –150 до 130 °С). По причине высокого вакуума и относительно высокой температуры в космических условиях возможна самопроизвольная диффузионная сварка (схватывание) плотно сжатых деталей. Одновременно были разработаны методы, технология и аппаратура для сборки и ремонта конструкций. Логическим завершением этих работ явилось создание в Институте электросварки имени Е. О. Патона комплекса электронно-лучевой сварочной аппаратуры «Универсал», предназначенной для оснащения больших орбитальных станций типа «Мир-2». «Универсал» имеет в своем составе четыре электронно-лучевых инструмента и ряд вспомогательных приспособлений, позволяющих выполнять в космосе сварочные работы широкого диапазона при профилактическом обслуживании и ремонте различных космических аппаратов. В 1990–1991 гг. комплекс прошел наземные испытания и получил высокую оценку [3].

На основе вышеизложенного материала, можно сделать следующие выводы:

1. Развитие технологий не стоит на месте и охватывает новые горизонты.

2. Исследования ЭЛС различных конструкций в космосе и на луне в рамках космических программ позволяют открыть для страны новые возможности в развитии международных отношений.

3. Астрополитика страны неразрывна связана с геополитической: тот, кто придёт в космос с новыми технологиями быстрее, тот и будет править им

4. Связь воздушной, морской и сухопутной мощи с космической мощью позволит контролировать космическое пространство. Эта проблема неотделима от проблем вооружений в космическом пространстве и развития информационного доминирования.

Библиографические ссылки

1. Философский словарь / под ред. И. Т. Фролова. 4-е изд. М. : Политиздат, 1981.

2. Елисеев А. Астрополитика [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mesoeurasia.org/archives/8552> (дата обращения: 25.03.2014).

3. Шалимов М. П., Панов В. И. Сварка вчера, сегодня, завтра / под ред. В. В. Запарий Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2006.

© Липатов Р. В., Меньщиков Е. Ю., 2014

УДК 621

Е. Ю. Меньщиков, Р. В. Липатов

Научный руководитель – *В. Д. Лаптенко*

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

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ИСПЫТАНИЙ

Описывается процесс автоматизации, задачи автоматизации испытаний, задачи модернизации стенда, установки для испытаний.

Современный рынок требует от производства всё большей производительности при минимальных издержках – это возможно только при комплексном подходе к автоматизации предприятия и модернизации рабочих мест.

Повышение степени автоматизации предприятия ведет к повышению стабильности технологического процесса, уменьшению человеческого фактора, улучшению прозрачности производства, что в конечном итоге положительно сказывается на качестве готовой продукции и ведет к снижению ее себестоимости. Автоматизированное производство делает технологический процесс гибким, что позволяет предприятию меняться и подстраиваться под рынок, а это актуально в период экономической нестабильности.

Автоматизация – высший этап в развития техники, для которого характерно осуществление производственных управленческих и иных общественно необходимых процессов без непосредственного участия в них человека [1].

Автоматизация процессов испытаний осуществляется с целью сокращения трудозатрат и сроков прове-

дения испытаний, а также получения большей точности результатов испытаний. Достижение этих целей обеспечивается главным образом с помощью автоматизации процессов сбора, накопления и обработки результатов испытаний; автоматизации управления испытательным оборудованием и объектами испытаний; применения вычислительной техники [2].

Автоматизация процессов испытаний на практике осуществляется путем создания автоматизированных систем испытаний (АСИ), т. е. систем испытаний, в которых автоматизировано управления испытаниями. АСИ может быть представлена в виде совокупности функциональных подсистем.

Функциональная подсистема АСИ – это часть системы, предназначенная для выполнения определенных функций при проведении испытаний (например, подсистема планирования испытаний, подсистема обработки данных и т. д.).

В состав АСИ, кроме того, могут входить подсистемы:

- подготовки и аттестации средств испытаний;
- оперативного управления объектами и средствами испытаний;

- сбора данных;
- обработки данных и анализа результатов испытаний;
- регистрации и документирования результатов испытаний;
- учета наработки средств испытаний и расходов материальных ресурсов.

Необходимость автоматизации лабораторной установки или стенда для испытаний может возникать на различных жизненных циклах их существования. Наиболее правильный вариант предусматривает решение задачи автоматизации на самом раннем этапе - когда стенд или установка еще не существуют в металле, а имеются лишь какие-то задумки, воплощенные (или частично воплощенные) на бумаге. Но в жизни более часто встречается вариант, когда стенд или установка уже существуют и работают, при этом они исправно выполняют свои функции, причем вполне добротное «железо» установки укомплектовано давно морально (а зачастую и физически) устаревшими средствами измерения и контроля, используются примитивные средства управления установкой. Получение результата на таких установках сопряжено с большим объемом работ и огромной трудоемкостью. Задача автоматизации на таких стендах часто заключается не только в замене устаревшего оборудования управления и контроля на современное, но и в замене алгоритмов управления и сбора информации, последующей обработке полученной информации и формировании на основании полученной информации управляющего решения.

Все эти современные технологии имеют универсальный механизм реализации, заключающийся в том, что основным мозговым центром, куда стекается вся собираемая со стенда информация, происходит ее обработка, формируются управляющие сигналы, является компьютер, включаемый в состав стенда.

Соответственно задача автоматизации стенда распадается на ряд типовых процедур:

- 1) получение компьютером информации со стенда об интересующих параметрах;
- 2) выполнение определенных действий с полученной информацией расчет каких-либо характеристик;
- 3) формирование управляющего воздействия в виде некоторого сигнала и его передача на стенд;
- 4) преобразование сигнала управляющего воздействия в некоторое конкретное физическое действие, включение или отключение какого-то элемента, переключение на другой режим и т. д. [3].

КПД применения автоматизации к технологическим процессам и процессам испытаний, следует рассчитывать индивидуально, так как необходимо учитывать рентабельность применения автоматизации к каждому процессу, будет ли эффективно применять автоматизацию в том или ином случае.

Предел автоматизации в производстве достигается при условии, что роботы будут производить роботов, без участия человека в создании и корректировке технологических процессов изготовления и испытаний. До этого момента применение и внедрение автоматизации в производство диктуется рынком. Если существует конкурент производящий и реализующий ту же самую продукцию с соответствующим качеством, дешевле и быстрее, то автоматизация производства и решение вопросов «Где? Куда? Как?» применять автоматизацию продолжит существовать.

Библиографические ссылки

1. Философский словарь / под ред. И. Т. Фролова. 4-е изд. М. : Политиздат, 1981. 445 с.
2. Костылев Ю. С., Лосицкий О. Г. Испытания продукции. М. : Изд-во стандартов, 1989. 168 с.
3. Лежин Д. С. Автоматизация испытаний и экспериментальных исследований [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие ; Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. кн-т). Электрон. текст. и граф. дан. (3,25 Мбайт). Самара, 2011.

© Меньщиков Е. Ю., Липатов Р. В., 2014

УДК 681.51

Р. А. Мирзаев

Научный руководитель – *Н. А. Смирнов*

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

АЛГОРИТМ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ СЕРВОПРИВОДОМ

Поставлена и решена задача создания системы автоматического управления сервоприводами механизма параллельной структуры. Важнейшим элементов данной системы управления является компьютерная программа, рассчитывающая положение приводов и полюса схвата и отправляющая сигналы на контроллер сервоприводов.

Начиная с 30-х годов, разработано множество конструкций механизмов параллельной структуры (МПС). Основными преимуществами МПС перед традиционными последовательными роботами являются: большая точность и жесткость из-за того, что штанги работают только на растяжение-сжатие при

отсутствии изгибающих нагрузок; большая скорость перемещения исполнительного механизма за счет меньшей массы подвижных звеньев. Основными недостатками МПС являются: необходимость сложной системы управления, меньшее рабочее пространство, большое количество приводов, что уменьшает на-

дежность. Область преимущественного применения МПС: чистовая обработка деталей со сложными поверхностями; измерительные машины; упаковочные манипуляторы; устройства ориентации антенн и телескопов; медицина; авиационные и иные тренажеры.

Однако управление МПС имеет ряд особенностей: больше количество допустимых состояний системы и высокая частота областей особых положений. Многие общепринятые алгоритмы управления механизмами, имеющие высокую вычислительную сложность, или требующие большого количества ресурсов при расчетах, плохо применимы в системах автоматического управления (САУ) МПС. Вследствие высокой дискретности пространства допустимых состояний устройства, они не удовлетворяют ограничениям по времени расчетов или требуемым ресурсам. При разработке новых алгоритмов управления возникает необходимость оценки их ресурсоемкости, точности, эффективности в различных ситуациях [1].

Предложен механизм параллельной кинематики – дельта-робот для механической обработки деталей [2]. Дельта-механизм – вид механизма параллельной структуры, состоящий из трех рычагов, прикрепленных к основанию посредством карданных шарниров. Из-за того, что привод находится в основании устройства, а рычаги сделаны из легких композитных материалов, подвижные части дельта-робота имеют малую инерцию. Это позволяет достичь значительных ускорений – до 30 г и скоростей до 10 м/с.

Звенья приводятся в движение тремя сервоприводами. САУ сервоприводов состоит из: генератора, регулятора, датчика обратной связи (рис. 1) [2]. В качестве генератора выступает программа управления сервоприводом.

Задача программы – рассчитывать положение приводов на основе требуемых координат полюса схвата, взятых из файла g-кодов или команд оператора, а также выдавать регулятору управляющие сигналы. Регулятором служит контроллер сервоприводов, который выдает ШИМ-сигнал управления на объект управления (сервоприводы) и получает обратную связь от датчика положения [3].

Алгоритм управляющей программы создан с учетом особенностей управления пространственными механизмами с параллельной кинематикой. Реализована возможность синхронного перемещения по нескольким координатам с заданной скоростью. Помимо одновременного перемещения нескольких приводов, оператор может управлять каждым сервоприводом в отдельности.

Во отладке решения обратной задачи кинематики управляющей программы (рис. 2) оператор задает требуемые координаты полюса схвата, на основе которых алгоритм решает обратную задачу кинематики манипуляторов – находит положение приводов. Если решение не может быть найдено, об этом выводится информация в текстовом поле, а команды на приводы не передаются. Механизм при этом остается в последнем еще допустимом положении и не ломается.

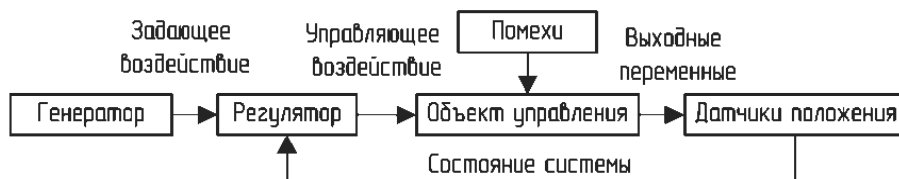


Рис. 1. Структурная схема САУ

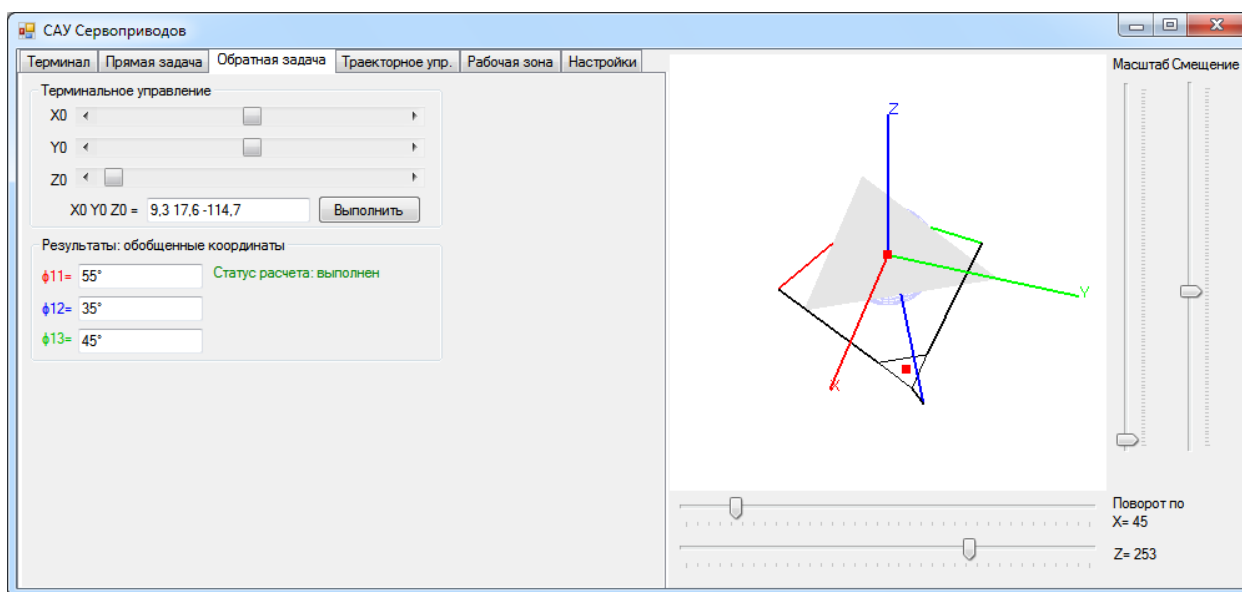


Рис. 2. Интерфейс программы управления сервоприводами: вкладка решения обратной задачи кинематики механизма

Таким образом, в работе поставлена и решены следующие задачи: разработана структура САУ сервоприводами; создано алгоритмическое и программное обеспечение управления сервоприводами с учетом особенностей прецизионного управления МПС в режиме реального времени; решена задача терминального управления МПС. Созданная САУ имеет преимущество перед имеющимися в том, что полностью совместима с современным программным и аппаратным обеспечением: вывод сигналов осуществляется через USB-порт, функционирование на операционной системе Windows 7.

Библиографические ссылки

1. Антонов С. Е. Разработка автоматизированного программно-аппаратного комплекса для исследования многокоординатных нелинейных механизмов на примере прецизионных триподов : дис. ... канд. техн. наук: 05.13.06. СПб., 2013. 146 с.
2. Мирзаев Р. А., Смирнов Н. А. Автоматизированная система управления манипулятором // Вестн. СибГАУ. 2013. № 2 (48). С. 201–205.
3. Никулин Е. А. Основы теории автоматического управления. Частотные методы анализа и синтеза систем. СПб. : БХВ-Петербург, 2012. 640 с.

© Мирзаев Р. А., 2014

УДК 03.01.02

Е. А. Морозов, С. В. Трифонов
 Научный руководитель – *А. А. Тихомиров*
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОПТИМИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ В СЖО

Рассматривается дальнейшее улучшение процесса мокрого сжигания органических отходов в перекиси водорода для вовлечения в круговорот процессы систем жизнеобеспечения. Снижается время и энергопотребление процесса, в перспективе процесс может проходить в автоматическом режиме без участия экипажа.

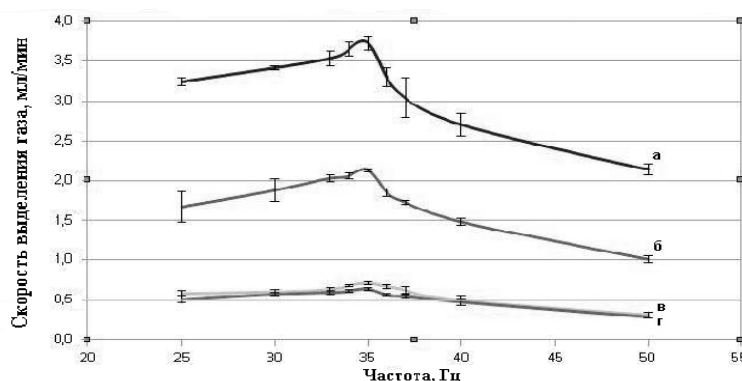
При длительности космических миссий с участием человек от 2 лет, становится рентабельны высокозамкнутые системы жизнеобеспечения (ЗСЖО), принцип работы которых основывается на регенерации среды за счет организации круговорота вещества внутри системы биологическими и физико-химическими методами [1]. Наименее проработанным из необходимых процессов для создания ЗСЖО в настоящее время является переработка органических отходов в удобрения для растений [2].

Из известных авторам способов переработки органических отходов, обзор которых проведен в [3; 4], наименьшей массой и энергопотреблением при наилучшем качестве продукта обладает мокрое сжигание в среде перекиси водорода, активируемой переменным током [5]. Наряду с тем, что способ не требует сложных массивных энергоемких систем, высоких давлений и температур, важным преимуществом является так же сохранение азота в усвояемых растениями формах [4].

Работа посвящена следующим еще не решенным проблемам данного метода:

- снижение энергопотребления и времени протекания процесса.
- снижение требуемого от экипажа времени на обслуживание установки по переработке органических отходов.

За время учебы в магистратуре, авторами была впервые определена оптимальная частота и форма тока для прохождения данного процесса (см. рисунок) для разных сред типичных для СЖО отходов. В масштабах малой экспериментальной установки, изменение частоты с 50 Гц бытовой сети на 35 Гц, более чем в 2 раза сократило время и энергопотребление процесса распада H₂O₂, что весьма существенно для космических ЗСЖО, а изменение формы сигнала с синусоиды на меандр дало лишь 10 % увеличение скорости реакции при том же энергопотреблении, что может не оправдывать возникающие сложности.



Зависимость скорости выделения газа (мл/мин) от частоты (Гц)

В настоящее время, ведутся работы по изучению возможности увеличения масштаба данного процесса и разработка автоматической системы управления. Было установлено, что увеличение масштаба процесса также влечет за собой сокращение удельного энергопотребления и времени протекания. Разработанная экспериментальная система автоматического управления позволяет полностью контролировать процесс с момента включения установки и вплоть до его окончания. Полученные при этом минерализованные растворы могут использоваться в качестве компонента минерального питания растений в ЗСЖО.

Результаты удешевления процесса переработки органических отходов применимы как в космических ЗСЖО, так и в перспективе – для решения экологических и сельскохозяйственных проблем густонаселенных регионов Земли или регионов с неблагоприятными климатическими условиями.

Библиографические ссылки

1. Барцев С. И. Редукция сложности моделей природных и экспериментальных экосистем : Теоретиче-

ские и прикладные аспекты: дис. ... д-ра физ.-мат. наук ; Ин-т Биофизики СО РАН. Красноярск, 2004.

2. Gitelson J. I., Lisovsky G. M., R. MacElroy. Manmade Closed Ecological Systems. Taylor & Francis Inc., 2003. 400 p.

3. Upadhye R. S., Wignarajahn K., Wydeven T. Incineration for resource recovery in a closed ecological life support system // Environment International. 1993. Vol. 19. № 4. P. 381–392.

4. Application of a Closed Experimental System to Modeling of ^{14}C Transfer in the Environment / ed. by Y. Tako, T. Tani, R. Arai, S. Nozoe, Y. Nakamura. Japan, In-te for Environmental Sciences, 2007. P. 103.

5. Куденко Ю. А., Павленко Р. А. Патент RU2111939. Способ утилизации отходов жизнедеятельности человека и несъедобной биомассы растений, приводящий к получению из них удобрений. № 96114242/13. Бюл. № 15. 4 с.

© Морозов Е. А., Трифионов С. В., 2014

УДК 004.4

Д. А. Носкова

Научный руководитель – *В. В. Вдовенко*

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

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В РАМКАХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЕГО УЧАСТНИКОВ

Рассмотрено информационное взаимодействие участников образовательного процесса на примере средней общеобразовательной школы, призванное обеспечить организационное единство образовательного учреждения.

Для эффективного применения современных информационно-компьютерных технологий в процессе приобретения знаний необходимо согласованное развитие как технологических, информационных, так и дидактических и методических составляющих учебного процесса. Объединение педагогических и информационных технологий образования привело к созданию новых учебно-информационных комплексов [1].

На рис. 1 представлена обобщенная организационная структура средней общеобразовательной школы. Приоритетными направлениями в модернизации российского образования являются повышение качества образования и обеспечения равных возможностей доступа к образовательным ресурсам и сервисам. Структура управления конкретной школы будет корректироваться в соответствии с поставленными педагогическими и учебно-методическими задачами, а также запросами развития региона и общества в целом.

Для того чтобы учебный процесс в сети был достаточно эффективен, необходимо не только обеспечить научно обоснованное, дидактически организованное проектирование информационного интернет-портала, планируемой системы средств обучения с

использованием возможностей информационных ресурсов и услуг сети Интернет, но и разработать специфичную, интерактивную организацию учебного процесса, создать принципиально новые методы и технологии обучения.

Таким образом, внедрение новейших интернет-технологий в школьный учебный процесс позволяет создать единое информационное пространство образовательного учреждения, удовлетворяющее потребности всех слоев общества в получении широкого спектра образовательных услуг, для взаимодействия основных участников образовательного процесса [2]

На рис. 2 представлены основные сущности логической схемы данных информационного интернет-портала школы, в рамках которого будут взаимодействовать между собой участники образовательного процесса: учителя, ученики и их родители. На этапе логического проектирования базы данных учитывается специфика конкретной модели данных.

Для реализации информационно-образовательного интернет-портала для автоматизации учебного процесса средней общеобразовательной школы были выбраны реляционная система управления базами данных MySQL и скриптовый язык программирования PHP.



Рис. 1

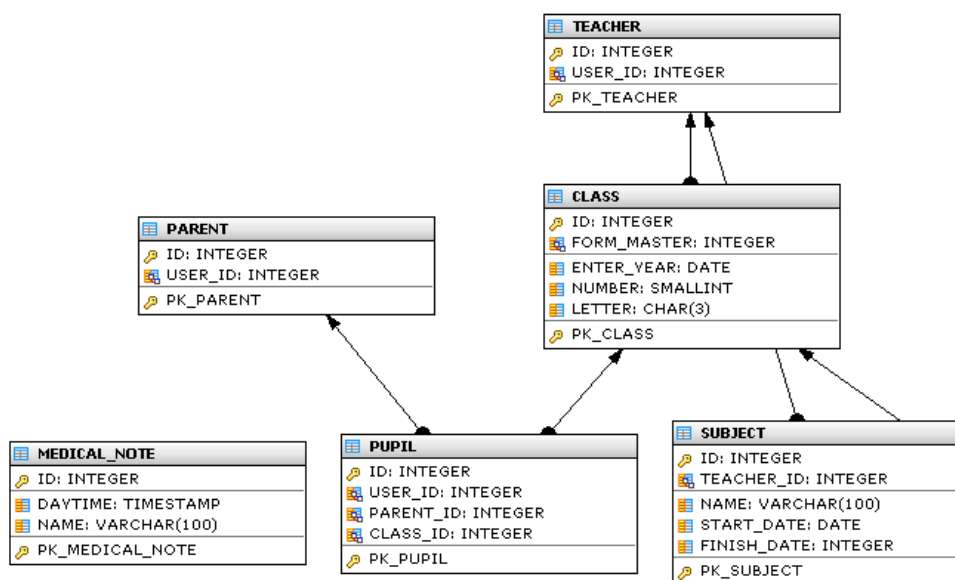


Рис. 2

Интернет-портал предоставляет следующий функционал:

- управление «Электронным дневником» ученика;
- взаимодействие между пользователями посредством социальных сетей;
- управление «Картой прививок» и «Календарем медосмотров» ученика;
- создание, редактирование и удаление ролей (каждому пользователю при создании назначается роль, роли предназначены для авторизации пользователей на интернет-портале);
- сохранение всех выше перечисленных объектов в базу данных.

Взаимодействие организационной и информационной структур средней общеобразовательной школы должно обеспечить решение проблемы сбора и обработки информации в рамках учебно-воспитательного процесса, качества принимаемых на ее основе решений. Это возможно только при наличии мобильной

информационной структуры конкретной средней школы, которая предполагает быструю смену содержательного наполнения образовательных ресурсов, что в свою очередь определяет основную задачу образования – подготовка учащегося к существованию в современном обществе.

Библиографические ссылки

1. Брегеда И. Д., Грушевский С. П., Крымская Е. Б. Синтез педагогических и информационных технологий в дистанционном обучении // Информационное общество. 2001. Вып. 1.
2. Полат Е. С., Бухаркина М. Ю., Моисеева М. В., Петров А. Е. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования : учеб. для студ. высш. учеб. заведений / под ред. Е. С. Полат. 4-е изд., стер. М. : Академия, 2009. 272 с.

© Носкова Д. А., 2014

УДК 004.772

Е. С. Попельнюхова
 Научный руководитель – В. Д. Лаптенюк
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МЕТОД СИНХРОННОГО ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ О ПОЛОЖЕНИИ СТЫКА В СИСТЕМЕ СЛЕЖЕНИЯ ПРИ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ СВАРКЕ

Установки для электронно-лучевой сварки представляет собой сложный комплекс, высокая скорость сварки и ограниченные возможности визуального наблюдения, создают большие трудности управления процессом. Поэтому актуальным вопросом является максимальная автоматизация процесса.

Малая ширина сварного шва и большое отношение глубины и ширины шва требуют точного совмещения пучка электронов с плоскостью свариваемого шва. Погрешность позиционирования зависит от ширины зазора, толщины деталей, ширины шва в его корне и обычно не должна превышать 0,1–0,2 мм. В тех случаях, когда идет обработка деталей малых размеров или когда координата стыка строго фиксирована, можно наводить электронный пучок на стык вручную с наблюдением с помощью оптической системы. Такой способ применяется при сварке больших партий одинаковых деталей, или когда изготовление деталей ведется с высокой точностью по другим соображениям.

В технологии ЭЛС крупногабаритных изделий сложной конфигурации требуется автоматическое позиционирование по стыку. Оно позволяет сократить время позиционирования электронного пучка на стык, обеспечить точное следование по траектории стыка, исключить влияние на пучок магнитных полей, снизить требования к точности перемещения электронной пушки, повысить уровень автоматизации процесса сварки.

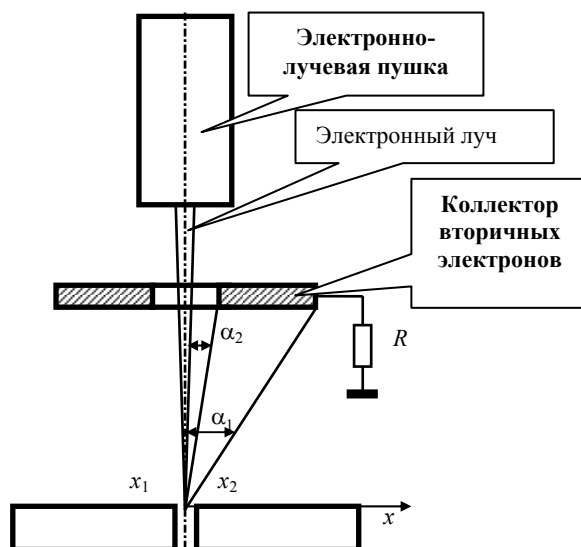
Данная задача может быть решена методом синхронного детектирования.

Метод основан на датчике положения стыка – коллекторе вторичных электронов (КВЭ). В простейшем

случае он представляет собой металлическое кольцо с центральным отверстием, установленное на торце электронно-лучевой пушки на изоляторах (см. рисунок). При взаимодействии пучка электронов с поверхностью свариваемого изделия часть из них отражается, и вторичные, отраженные электроны попадают на коллектор вторичных электронов, что приводит к току через нагрузочный резистор R_k . Ток вторичной эмиссии определяется первичным током пучка электронов, коэффициентами вторичной эмиссии свариваемого изделия и геометрическими характеристиками ДВЭ, определяемыми углами α_1 и α_2 .

При попадании пучка электронов на различные неоднородные поверхности (зазор в стыке, бурт, разделка кромок, разнородные материалы и т. д.) происходит изменение вторично-эмиссионного тока. В случае пересечения пучком электронов зазора в стыке число отраженных электронов, попадающих на датчик, резко снижается, и в электронную часть следящей системы поступает положительный импульс.

Если центр пучка электронов совпадает с центром импульса, то он совпадет с осью стыка. Если центр импульса находится правее, то это значит, что стык отклонен направо на величину δ относительно центра пучка электронов.



Функциональная схема вторично-эмиссионного датчика положения стыка:
 x_1 и x_2 – положение кромок свариваемых деталей

Возможна ситуация левого отклонения стыка относительно пучка. Таким образом, определяется величина отклонения положения стыка относительно центра фокальной плоскости луча и может быть записана траектория стыка.

В ходе записи на стыке могут встречаться различные препятствия, прихватки, царапины и прочее, которые влияют на характеристики, снимаемые датчиками. В результате записанная траектория может выглядеть как «кардиограмма» с провалами и выбросами. Чувствительность в этих местах резко падает. Для устранения влияния подобных искажений необходимо обработать (сгладить) траекторию специальными математическими методами.

Сигналы, характеризующие положение стыка, преобразуются в управляющие команды для блока

управления приводом перемещения свариваемого изделия. При управлении приводом автоматически обеспечивается разгон-торможение шагового двигателя по заданному закону.

Устройство для автоматизированного ведения луча по стыку, реализующее описанный метод, является электронной приставкой к оборудованию для ЭЛС.

Библиографические ссылки

1. Лаптенко В. Д., Мурыгин А. В., Серегин В. Я. Управление электронно-лучевой сваркой М. : Красноярск, 2010. С. 21.
2. Гладков Э. А. Управление процессами и оборудованием при сварке. М. : Академия, 2006. 432 с.

© Попельнюхова Е. С., 2014

УДК 004.772

Ю. Н. Тютюник

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

ПРОИЗВОДСТВО ТОНКОСТЕННЫХ ВОЛНОВОДНО-РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ТРАКТОВ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Показаны особенности производства тонкостенных волноводно-распределительных трактов с применением индукционной пайки. Внедрение технологии индукционной пайки позволило снизить массогабаритные характеристики волноводов и обеспечить требуемые электрические характеристики. Указаны пути совершенствования технологии индукционной пайки волноводных трактов.

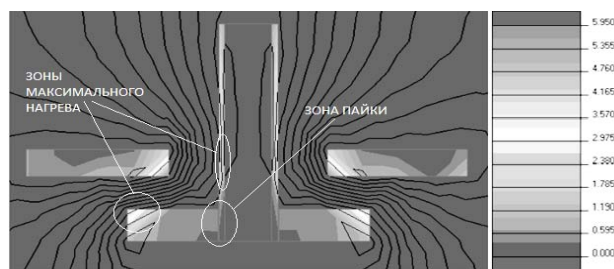
Одной из приоритетных задач, стоящих в настоящий момент перед ОАО «ИСС» им. академика М. Ф. Решетнева, является освоение производства тонкостенных волноводно-распределительных трактов из алюминиевых сплавов с улучшенными массогабаритными и электротехническими параметрами.

При сборке элементов волноводных трактов из алюминиевых сплавов в ОАО «ИСС» применяется пайка с применением источника индукционного нагрева. Относительно небольшая разница температуры плавления припоя СвАК12 (577–580 °С) и температуры плавления основного материала АД31 паяемых волноводных труб, муфт и фланцев (659–663 °С), при средней скорости индукционного нагрева 20–25 °С/сек, требует точной отработки и воспроизведения технологических режимов процесса пайки и, как следствие, высокой квалификации персонала.

Учитывая то, что из-за некоторых особенностей индукционного нагрева [2], зоны с максимальной плотностью индуцированных вихревых токов, а следовательно, и зоны наибольшего тепловыделения (зоны максимального нагрева) в сечениях паяемых элементов волноводных трактов не совпадают с зонами пайки (см. рисунок), необходимо выполнять ряд условий для получения качественных паяных соединений:

– температура в зонах максимального нагрева (далее – ЗМН) паяемых элементов должна быть менее температуры их плавления;

- разница температур в ЗМН на различных паяемых элементах не должна превышать 10 °С;
- температура в ЗМН паяемых элементов не должна отличаться более чем на 10 °С от температуры в зоне пайки.



Нагрев волноводной трубы и фланца с применением плоского индуктора. Действующее значение плотности тока $i_{\text{полн}}$ (10^7 А/м^2)

Выполнение вышеуказанных условий необходимо для стабилизации процесса индукционной пайки, а также для предотвращения перегрева и, как следствие, разрушения паяемых изделий.

Кроме того, температура, контактирующих с припоем участков нагреваемых изделий в зоне пайки, не должна быть ниже температуры плавления припоя. В противном случае расплавленный припой, не смочив поверхности, может быть вытеснен электродинамическими силами поля из зоны пайки

Для выполнения всех вышеперечисленных условий получения качественных паяных соединений необходимо с особым вниманием отнестись к выбору оборудования, а также к отработке и воспроизведению основных параметров технологических режимов нагрева при пайке. Для исследования процесса нагрева и пайки используются термоэлектрические преобразователи – термопары.

На производстве ОАО «ИСС» внедрена технология сборки поэлементной пайкой облегченных волноводных трактов из алюминиевых сплавов с применением источника индукционного нагрева. Данная технология в сравнении с процессом изготовления волноводов из алюминиевых сплавов с применением аргонодуговой сварки обладает рядом преимуществ, такими как:

- возможность получения неразъемных соединений тонкостенных, прямоугольных волноводных труб, с толщиной стенок в диапазоне 0,5 мм ÷ 1,4 мм, со значительно более массивными (толщиной до 7,0 мм) фланцами и муфтами;

- отсутствие концентраторов напряжений в связи с образованием плавной галтели паяного шва позволяет данным соединениям успешно работать в сложных условиях перепада температуры от +120°C до –100°C; вибраций в диапазоне частот от 1,5 до 2500 Гц с ускорением до 12g;

- температура пайки ниже температуры солидус паемых элементов волноводных трактов;

- отсутствует разупрочнение околошовной зоны, при этом прочность паяного соединения выше прочности волноводных труб;

- улучшение электротехнических параметров волноводно-распределительных трактов

- снижение массы изделий на 15–20 %, стоимости в 2–2,5 раза

Из статьи можно сделать следующие выводы:

1. Технология индукционной пайки позволяет получить неразъемные соединения волноводно-распределительных трактов из алюминиевых сплавов, обладающих улучшенными массогабаритными и электротехническими характеристиками.

2. Автоматизировать процесс индукционной пайки волноводов только за счет программирования режимов не удастся и поэтому требуется введение обратной связи по температуре в характерных точках паяного соединения.

Библиографические ссылки

1. Патент № 2317184 Российская Федерация, Способ изготовления волноводно-распределительных систем из алюминиевых сплавов / П. Н. Сильченко, А. И. Корчагин, М. М. Михнев, В. Д. Чупилко, А. Н. Липин, В. Ю. Гусев; заявитель и патентообладатель ФГУП «НПО ПМ им. М. Ф. Решетнева». № 2005133293/02; заявл. 28.10.2005; опубл. 20.02.2008, Бюл. № 5.

2. Лаптенко В. Д., Бочаров А. Н. Особенности пайки элементов волноводно-распределительных трактов из алюминиевых сплавов с применением источника.

© Тютюник Ю. Н., 2014

УДК 004.051

О. А. Эмилова, А. С. Свиридова

Научный руководитель – *М. В. Сержантова*

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

АВТОМАТИЗАЦИЯ ДОКУМЕНТООБОРОТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ OPENERP

Рассмотрены существующие автоматизированные системы управления (АСУ) в Сибирском государственном аэрокосмическом университете (СибГАУ). Проведен краткий обзор этих систем. Приведены преимущества использования системы OpenERP для создания АСУ.

Документооборот существует на любом предприятии от самой непосредственной формы между бухгалтером и директором в бумажном виде, до сложной цепочки параллельных и последовательных действий в рамках работ с электронным документом [1]. Для любой относительно крупной компании ведение документооборота является первоочередной и сложной задачей: систематизировать все документы в организации, описать движение этих документов, особенно при большом количестве документов, очень сложно.

Для решения задачи систематизации документов в организации, увеличения эффективности работы с документами применяются системы электронного документооборота [1].

Тема автоматизации процессов документооборота в настоящее время является актуальной. Все больше

учреждений достигает необходимого уровня зрелости, и приходит к необходимости формализации бизнес-процессов и внедрения средств для их автоматизации.

В СибГАУ используется УИС – это университетская информационная система, которая создана для работы деканатов и дирекций, в которой для кафедры применимы лишь учебные планы и списки групп. Учебные планы вбиваются в данную систему сотрудниками выпускающей кафедры, что несет дополнительную нагрузку. Данные абитуриентов и вновь поступивших студентов заносятся в базу данных Open ERP. Сотрудники ИТ-подразделения осуществляют синхронизацию учетных вуз-специфичных систем на OpenERP (openerp.sibsau.ru). Open ERP-система СибГАУ позволяет производить:

- учет абитуриентов, автоматизировать работу дирекций/деканатов;

- оформление единой системы программной документации (ЕСПД или ГОСТ 19) (Планируется дописать workflow по разработке и утверждению ЕСПД);

- создание документации по госконтрактам (ФЗ-94).

В виду постоянной смены образовательных стандартов, расширения направления подготовки и по ряду других причин, документооборот увеличивается, при этом документы, запрашиваемые в различные подразделения, повторяются. Учитывая все проблемы документооборота в университете УИС отходит на второй план и в скором времени перестанет существовать, на ее место вводится АСУ «Паллада», основанная на OpenERP системе, используя, высокоуровневый язык программирования общего назначения Python.

OpenERP – ERP- и CRM-система, разрабатываемая бельгийской компанией OpenERP S. A. Распространяется по лицензии AGPL. GNU Affero General Public License или GNU AGPL – свободная лицензия, созданная специально для таких программ, как веб-приложения, так что пользователи, использующие измененную программу через сеть, могут получить ее исходный код. Разработана Фондом свободного программного обеспечения (Free Software Foundation) на основе GNU General Public License и Affero General Public License (Affero GPL) [2]. Клиент-серверное взаимодействие реализовано посредством протокола XML-RPC. В качестве системы управления базами данных для серверной части используется PostgreSQL. Среди реализованных модулей системы – бухгалтерский учет, CRM, управление персоналом, производство, продажи, закупки, управление складом, управление проектами, управление транспортом, управление претензиями, POS, есть модуль интеграция с социальными сетями. Все операции, в деятельности организации называются транзакциями, рассмотрим это понятие более подробно.

Транзакция – любая операция по сбору и анализу информации, по проведению переговоров, по контролю за выполнением задач; то есть то, что является элементом деятельности фирмы. Если стоимость транзакции становится слишком высокой на свободном рынке, то возникает предприятие, которое может справиться с этим продуктивнее. С появлением сети Интернет, развитием мобильных технологий и транспортных средств, глобализацией издержки рынка постоянно сокращаются. Смысл существования фирм теряется, если внутренняя эффективность не может синхронно повышаться. Сегодня это невозможно без транзакционной **системы управления бизнесом**. Комплексная автоматизация, информатизация, интеграция процессов – «ключ к выживанию». Рассмотрим более подробное описание системы OpenERP в разрезе преимуществ [3].

Ранее считалось, что подобные системы используют исключительно производственные концерны и крупные фирмы. Однако рынок добрался и до предприятий небольшого размера, и до государственных

учреждений. Слишком много стало предложений свободного рынка с меньшими издержками. И сегодня программа управления деятельностью организации – необходимость. OpenERP – интеллектуальная система, объединяющая все аспекты деятельности организаций вне зависимости от объемов сбыта. В первую очередь в противовес предложениям ИТ гигантов (SAP, Oracle, Microsoft и т. д.). OpenERP отличается впечатляющей простотой. Дизайн создает такие условия, при которых все действия понятны на интуитивном уровне. При том, что функционал, по мировому опыту, идеально подходит предприятиям малого и среднего бизнеса, от ремонтных мастерских и торговли до производства. Присутствуют все новейшие разработки, повышающие дружелюбность интерфейса: от настраиваемых личных кабинетов до диаграмм Ганта [4].

С другой точки зрения, критическая проблема систем управления бизнес процессами (ERP систем) – огромная сложность внедрения. На некоторых предприятиях процесс занимает годы. И как только все закончено программа устарела, и нужно начинать сначала. В этом смысле, OpenERP характеризуется высоким уровнем **модульности**. Вначале необязательно устанавливать все элементы программы, можно начать с документооборота или, скажем, менеджмента клиентов. По прошествии времени – поставить следующий модуль, поэкспериментировать, может и удалить. Новая функция одним кликом. Уже сейчас существует более 10 000 модулей, которые гарантируют последовательное, поэтапное внедрение.

Но OpenERP не останавливается. Ее развитие никак не может остановиться, ведь она не зависит от конкретного разработчика – огромный вклад вносит сообщество программистов. Даже если основатели уйдут от дел, причин волноваться нет: система независима. А переход на новую версию предусмотрен на корневом уровне. Это не требует ни больших усилий, ни тем более больших денег

То же касается настройки и адаптации. Уровень кастомизации, предлагаемый OpenERP, дает возможность учесть конкретные потребности клиента, автоматизировать едва ли не любой процесс. Добавление же нового пользователя – никак не отражается на продуктивности системы. Фирма растет, ей параллельно растет программа. Результат – 100 % масштабируемость бизнес-процессов. Географически удаленное и функционально несвязанное, все интегрируется в единую систему управления бизнес-процессами предприятия.

Нет необходимости в сложной интеграции между разными программами, переносами информации, сменной кодировкой и т. д. Многие популярные веб-сервисы уже интегрированы в OpenERP, например, Magento, LinkedIn. То же касается средств внешней связи: для IP телефонии – Asterisk, для электронной почты – Thunderbird. Таким образом, OpenERP предлагает действительно эффективный инструмент коммуникации. Как между отдельными сотрудниками, так и с партнерами, клиентами, внутри и вне команды [5].

И все это на круглосуточной основе. Все что нужно – доступ к сети. С планшета или с компьютера пользователь всегда имеет доступ к данным, комментариям, аналитическим отчетам. Безопасная и удобная система в браузере.

Библиографические ссылки

1. URL: <http://arterp.ru/> (дата обращения: 29.03.2014).
2. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/OpenERP> (дата обращения: 29.03.2014).

3. URL: <http://pro-spo.ru/erp/2502--openerp> (дата обращения: 29.03.2014).

4. URL: <http://habrahabr.ru/sandbox/53697/> (дата обращения: 29.03.2014).

5. URL: http://itlibertas.com/article/openerp_preimushstva (дата обращения: 29.03.2014).

© Эмилова О. А., Свиридова А. С., 2014

УДК 004.056

Б. В. Волошин

Научный руководитель – *В. Г. Жуков*

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИБРИДНОЙ АРХИТЕКТУРЫ МНОГОАГЕНТНЫХ СИСТЕМ В ЗАДАЧЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

Рассматриваются современные подходы к построению архитектуры системы защиты информации организации, а также их преимущества. Предлагается создание архитектуры системы защиты информации на базе гибридного подхода построения для использования преимуществ каждого из них.

В настоящее время системы защиты информации представляют собой гетерогенную структуру, состоящую из разнообразных агентов (конечных средств защиты информации). При построении архитектуры системы защиты информации, как правило, используется два подхода: централизованный иерархический и одноранговый.

Архитектура системы защиты информации при централизованном подходе состоит из двух или более уровней, в которых элементы нижних уровней передают информацию о событиях информационной безопасности на более высокий уровень. Средства вышележащего уровня выполняют следующие функции: сбор информации, ее фильтрацию, нормализацию, а также при наличии следующего уровня передачу обработанной информации своего уровня. На последнем уровне происходит анализ информации, поступившей со всех средств защиты организации – корреляция, анализ рисков, выявление и управление инцидентами информационной безопасности. Эти функции выполняет комплекс класса Security Information and Event Management (SIEM). Централизованный иерархический подход обладает следующими преимуществами: отсутствует необходимость анализировать отчеты о работе каждого отдельного средства защиты информации и сопоставлять их результаты, при выходе из строя или при нарушениях в функционировании какого-либо элемента проблемный узел или сегмент без дополнительных трудозатрат, наличие эффективной и единой консоли администратора.

Одноранговая архитектура представляет собой набор средств защиты, расположенных на одном уровне, с отсутствующим выраженным узлом централизации. Преимуществами подхода являются: отсутствие высоконагруженного центрального узла, отсутствует необходимость приобретать специализированное программное и аппаратное обеспечение, повышение скорости реагирования и надежности всей системы (за счет отсутствия промежуточных звеньев).

Предлагается использование архитектуры с динамическим режимом связи. Сущность подхода заключается в построении иерархической системы защиты информации, состоящей из нескольких уровней. При этом система может находиться в двух режимах взаимодействия элементов: одноранговом и централизованном иерархическом. При возникновении события, не требующего вмешательства вышележащих уровней, система работает в одноранговом режиме взаимодействия. В случае возникновения события, находящегося в компетенции более высокого уровня, система защиты переходит в режим централизованного взаимодействия. Для практической реализации предлагается использование открытого программного обеспечения: Snort, OSSIM и др.

Таким образом, использование гибридного подхода построения архитектуры системы защиты информации с динамическим режимом связи позволит использовать преимущества обоих подходов построения архитектуры системы защиты информации.

© Волошин Б. В., 2014

УДК 004.056

Е. Ю. Золотарева
 Научный руководитель – *В. В. Золотарев*
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОЕКТНЫХ ГРУПП В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Рассмотрены некоторые результаты проектного обучения в области информационной безопасности в СибГАУ.

В исследовании оценивалась эффективность обучения информационной безопасности. Некоторые направления такого обучения обладают количественными показателями, которые удобно использовать для управления и оценки эффективности научной деятельности студентов. Были выбраны два основных индикатора – количество публикаций на репрезентативной внутренней конференции («Решетневские чтения» за 2009–2013 гг., индикатор 1) и количество программ для ЭВМ, имеющих государственную регистрацию в Роспатенте (2009–2013 гг., индикатор 2).

Выявлялась связь между количеством программ и публикаций, выполненных в рамках проектов с участием студентов, по отношению к общему количеству публикаций и программ, выпущенных в исследуемый период (см. таблицу). Приведены новые данные по контрольной точке в конце 2013 г., исследования продолжают.

Очевидно, что представленная информация может быть использована для оценки эффекта проектного обучения и возможных исследований в этом направлении.

Индикаторы

Контрольная точка	Индикатор 1	Индикатор 2	Оценка связи	Примечания
01.12.09	6	1	Нет связи. Инд. 1 – 0/6 Инд. 2 – 0/1	Начало эксперимента
01.12.10	11	4	Слабая связь. Инд. 1 – 3/11 Инд. 2 – 2/4	Первые результаты эксперимента
01.12.11	12	8	Сильная связь. Инд. 1 – 8/12 Инд. 2 – 7/8	Первое применение результатов для стартапов
01.12.12	19	6	Сильная связь. Инд. 1 – 8/19 Инд. 2 – 6/6	Завершение текущей фазы эксперимента
01.12.13	12	7	Сильная связь. Инд. 1 – 12/16 Инд. 2 – 7/8	Начало новой фазы эксперимента

© Золотарева Е. Ю., 2014

УДК 004.056

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

ФАКТОРЫ РИСКА И УГРОЗЫ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМЕ БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА

Рассматриваются вопросы определения факторов риска и угроз безопасности информации при автоматизированной обработке информации системе бухгалтерского учета, выделены наиболее актуальные угрозы безопасности.

В соответствии с Доктриной информационной безопасности Российской Федерации [1] системы бухгалтерского учета хозяйствующих субъектов независимо от формы собственности наиболее подвержены воздействию угроз информационной безопасности вследствие наличия вероятности разглашения информации, содержащей коммерческую тайну. Наиболее опасны противоправное копирование информации и ее искажение вследствие преднамеренных или случайных нарушений технологии работы с информаци-

ей (в том числе, персональных данных), несанкционированного доступа к ней.

По результатам исследований, проведенных в России компанией InfoWatch: кража информации составляет 64 % от общего количества угроз; вредоносное ПО – 60 %; хакерские атаки – 48 %; спам – 45 %; халатность сотрудников – 43 %; аппаратные и программные сбои – 21 %; кража оборудования – 6 %; финансовое мошенничество – 5 %. Из приведенных данных видно, что наиболее распространены кража

информации и ущерб, наносимый вредоносным ПО, среди внутренних угроз безопасности информации выделяют нарушение конфиденциальности информации, искажение, утрата информации, сбои в работе оборудования и информационных систем, кража оборудования [2].

Следует отметить, что в отличие от России, зарубежные исследователи чаще отмечают угрозы ИБ внешним информационным ресурсам, представляющим их компанию: внесение злоумышленниками изменений непосредственно в отчетность, размещенную на сайте компании и последующее ее распространение в Интернете; создание фальшивых сайтов компаний и размещение на них сфальсифицированной бухгалтерской информации; составление недостоверных аналитических обзоров и их распространение в Интернете и др. Все это связано с разной концепцией бухгалтерского учета и использованием учетных данных в России и за рубежом.

В процессе проведенного исследования были выделены следующие факторы риска нарушений установленных требований по защите информации при ее обработке в системе бухгалтерского учета:

1. Большой объем разнообразной информации, включая персональные данные.
2. Ценность практически всей информации, циркулирующей в системе бухгалтерского учета.
3. Существенный перечень лиц, имеющих доступ к защищаемой информации.
4. Наличие случаев использования несертифицированных технических средств и программного обеспечения.
5. Выполнение работ (действий), не предусмотренных процедурой обработки учетных данных.
6. Отсутствие разграничений прав пользователя, паролей, контролируемой зоны.
7. Недостатки организационного обеспечения защиты информации, в том числе: отсутствие специалиста по защите информации, отсутствие программно-аппаратных средств защиты, несоблюдении требований по защите информации.
8. Ошибки обслуживающего персонала.

Наиболее вероятными источниками для нанесения ущерба в большинстве организаций является ее собственный персонал. Наиболее часто встречаются прямое нецелевое использование активов организации либо нерегламентированная деятельность для получения контроля над ними.

При работе возможны также неумышленные действия собственных работников, которые создают либо

уязвимости ИБ, либо инциденты, влияющие на свойства доступности, целостности и конфиденциальности актива или параметры системы, которая этот актив поддерживает. При этом нарушитель будет стремиться к сокрытию следов своей деятельности. Внешний злоумышленник, как правило, имеет сообщника (сообщников) внутри организации [3, п. 5].

Данные выводы были приняты во внимание при определении наиболее актуальных угроз информационной безопасности для системы бухгалтерского учета:

- нарушение работы автоматизированной системы обработки данных;
- несанкционированное использование активов организации;
- непреднамеренные ошибки при обработке данных;
- преднамеренные действия, направленные на несанкционированное использование неучтенных ПО и (или) игнорирование организационных ограничений (установленных правил) при работе с ресурсами АС-ЗИ, включая СЗИ;
- преднамеренные действия, направленные на умышленное причинение ущерба, либо несанкционированное использование (получение, изменение, уничтожение) информации.

Определение и детализация данных угроз, поиск возможных уязвимостей конкретной информационной системы бухгалтерского учета позволяют скорректировать защиту информации и привести ее в соответствие с установленными требованиями.

Библиографические ссылки

1. Доктрина информационной безопасности Российской Федерации : утв. Президентом РФ 09.09.2000 № Пр-1895.
2. Угрозы безопасности информации [Электронный ресурс]. URL: <http://dehack.ru/ugrozi/> (дата обращения: 13.04.2014).
3. СТО БР ИББС-1.2-2010. Стандарт Банка России. Обеспечение информационной безопасности организаций банковской системы Российской Федерации. Общие положения (утв. Распоряжением Банка России от 21.06.2010 № Р-705) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 13.04.2014).

© Золотарева Г. И., 2014

Д. В. Калачев

Научный руководитель – В. Г. Жуков

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск**О МОДЕЛЬНО-АЛГОРИТМИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ЗНАНИЯМИ ОБ ИНЦИДЕНТАХ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Рассматривается вопрос создания модельно-алгоритмического обеспечения системы поддержки принятия решения на основании управления знаниями об инцидентах информационной безопасности путем построения онтологии предметной области.

Работа направлена на совершенствование процесса управления инцидентами информационной безопасности в информационных системах путем создания и внедрения в него автоматизированного процесса управления знаниями об инцидентах информационной безопасности на уровне онтологии предметной области.

Онтология – это формальное, явное, точное определение (спецификация) совместно используемой концептуализации. Концептуализацией именуется абстрактное упрощенное представление мира, которое формируется для некоторых целей. Онтология является точным определением (спецификацией) потому, что она представляет концептуализацию в конкретной форме. Она является явной, потому что все используемые в ней ограничения явно определены. Слово формальная означает, что онтология должна пониматься машиной. Под совместным использованием понимается то, что онтология содержит согласованные знания.

Семантические метаописания – особый вид описаний, включающий концептуальное (аннотированное) изложение содержания и смысла информации об объекте, являются частью онтологии, при построении которой максимально учитывается семантика объектов некоторой предметной области. При этом семан-

тические метаописания отражают не всю семантику объекта, так же как онтология не может охватить всю описываемую ею предметную область (рис. 1) [1].

Для построения онтологии рассматриваемой предметной области необходимо разработать унифицированную систему классификации и описания инцидентов информационной безопасности, а также реализовать сбор информации об инцидентах информационной безопасности в единую базу знаний. При формировании единой базы знаний необходимо учитывать, что инциденты информационной безопасности могут быть различны по составу своих параметров, природе возникновения, сценариям развития и требуют различных стратегий реагирования на них. В связи с чем, для решения данной задачи базу знаний об инцидентах информационной безопасности необходимо формировать в N-мерном пространстве признаков (рис. 2).

При обнаружении нового инцидента информационной безопасности в информационной системе будет осуществляться поиск корреляции знаний с инцидентами, зарегистрированными в базе, после чего, на основании полученных данных, будет осуществляться планирование стратегии реагирования, прогнозирование развития данного инцидента и определение возможных последствий (рис. 3).

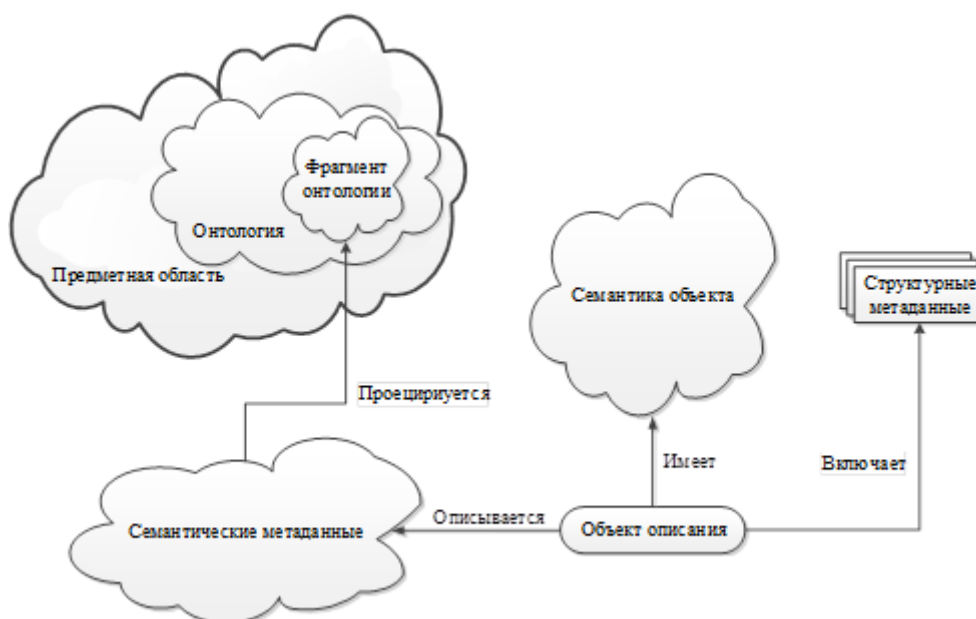


Рис. 1. Отражение смысла объекта в семантических метаописаниях

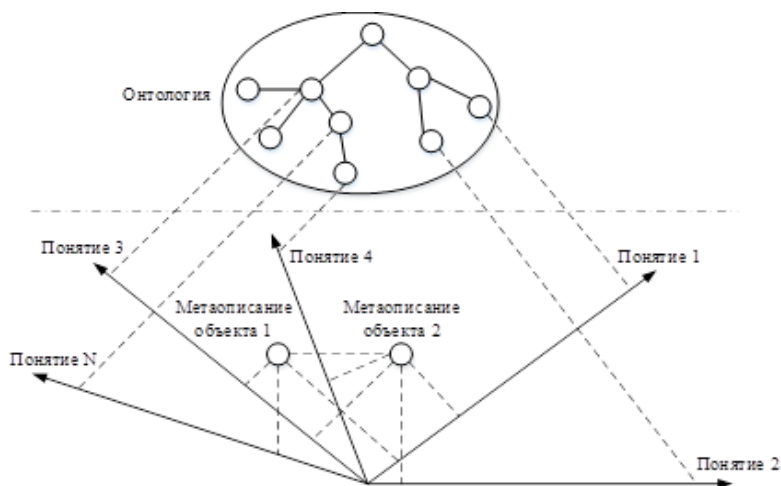


Рис. 2. Схема интеллектуального пространства



Рис. 3. Принцип работы системы

Результатом работы является модель онтологии предметной области и модельно-алгоритмическое обеспечение системы поддержки принятия решений при разрешении и управлении инцидентами информационной безопасности в целом.

Таким образом, разработанная модель управления знаниями об инцидентах информационной безопасности позволит автоматизировать процесс решения подобно класса задач и оптимизировать процесс управления инцидентами информационной безопасности в целом. Создание программного обеспечения,

на базе предложенной модели, позволит повысить эффективность работы экспертов в сфере информационной безопасности.

Библиографическая ссылка

1. Тузовский А. Ф., Чириков С. В., Ямпольский В. З. Системы управления знаниями (методы и технологии) / под общ. ред. В. З. Ямпольского. Томск : Изд-во НТЛ, 2005. 260 с.

© Калачев Д. В., 2014

УДК 004.056

М. А. Кузнецов

Научный руководитель – *И. А. Лубкин*

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

О ПРОБЛЕМЕ ПОСТРОЕНИЯ И МОНИТОРИНГА ГЕТЕРОГЕННОЙ КАРТЫ СЕТИ

Рассматривается проблема построения и мониторинга инфраструктуры сети, программные решения поднятой проблемы, а также предлагается вариант собственного решения с учетом недостатков существующих решений при работе с гетерогенными сетями.

В абсолютном большинстве случаев рабочая станция, имеет подключение к вычислительной сети и для корректной работы в этой сети необходима стабильность в ее работе. Нестабильность работы сети может быть обусловлена многими факторами, основные из которых это некорректная работа самих

сетевых устройств и намеренные действиями пользователей сети.

Любая вычислительная сеть характеризуется своей внутренней структурой топологией, т. е. схемой расположения и соединения сетевых устройств, входящих в рассматриваемую сеть. Наличие этой информа-

ции позволяет производить мониторинг событий в сети, таких как: подключение и отключение сетевых устройств, наличие основных или избыточных линий связи и их состояние, создание «снимков» сети и дальнейшее их сравнение для проведения анализа изменения состояния сети. Для анализа и мониторинга состояния сети возникает необходимость поиска конкретного узла в сетевой структуре, т. е. определение его подключения к вычислительной сети и отображения точки его подключения на карте сети.

Таким образом, для корректной работы пользователей в вычислительной сети возникает необходимость в получении информации о структуре и состоянии сети в текущий момент времени для обеспечения доступности сети в процессе ее эксплуатации: оперативного обнаружения и дальнейшего устранения проблем в сети.

Для решения подобных задач существуют определенные свободно распространяемые программные комплексы с функциями построения карты сети, такие как Netdisco, NOC Project, Zabbix, MaSSHandra, NeDi и другие. Однако выше названные решения имеют ряд недостатков, основные из которых:

- отсутствие поддержки динамического обновления карты сети [1–3];
- низкая скорость построения карты и ее обновления;
- использование узкого круга источников данных для построения карты сети [2; 3];
- проблемы работы комплекса при пересечениях имен устройств [3];
- отсутствие графического отображения активных и резервированных линий связи [2; 3];

Решением данной проблемы могло бы стать создание нового инструмента, обладающего следующими свойствами:

- возможность сбора информации о наличии связей между узлами сети в гетерогенных сетях, построенных на базе оборудования различных производителей;
- не должно зависеть от поддержки сетевым оборудованием протоколов, позволяющих оповещать сеть о существовании данного оборудования и его характеристиках, таких как LLDR, STP, CDP, RSTP;
- способность автоматически строить топологию сети по заданным входным данным.

Ограничения, накладываемые для разработки решения:

- реализация под GNU/Linux;
- обязательная поддержка SNMP протокола коммутационным оборудованием;
- работа в сетях, построенных на базе управляемого сетевого оборудования.

Для построения карты сети необходимы источники информации о линиях связи узлов. Источниками такой информации являются: протоколы CDP, LLDP, RSTP, а так же таблицы FDB.

Для достижения наилучших временных показателей построения и обновления карты сети необходимо расставлять приоритеты в использовании этой информации при построении карты сети.

В первую очередь имеет смысл использовать результаты работы протоколов CDP и LLDP, так как обнаружение, сравнительно с анализом работы протокола RSTP и алгоритмическим анализом таблиц FDB, происходит очень быстро.

Далее анализ протокола RSTP. Основной проблемой обработки данных полученных по этому протоколу является то, что протокол предоставляет информацию о состоянии портов, и не содержит информации для идентификации подключенных к этим портам устройств. Однако полезной частью результатов работы протокола будет информация о состоянии этих портов для отображения на конечной карте избыточных или зарезервированных линий связи между коммутационным оборудованием. Так же следуя логике протокола можно имитировать эту работу и в результате получить связи коммутационного оборудования.

В последнюю очередь стоит обращаться к базам FDB так как их сбор, анализ, и дальнейшая обработка займут несравнимо большую часть времени по сравнению с анализом результатов работы выше озвученных протоколов. Однако работа с базами FDB неизбежна и необходима, так как в заявленных свойствах разрабатываемого решения стоит задача разработки алгоритма без привязки к выше озвученным протоколам.

По мере роста числа узлов в сети мониторинг их подключений становится проблемой, и анализ свободно распространяемых существующих решений показал, что на сегодняшний день не существует подходящего инструмента для решения данной задачи, поэтому разработка данного средства является перспективной.

Библиографические ссылки

1. Introduction [Zabbix] [Электронный ресурс]. URL: <https://www.zabbix.com/documentation/2.2/manual/introduction> (дата обращения: 12.03.2014).
2. MaSSHandra. Importing L3 Data and Autodiscovery. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.masshandra.com/documentation/dataimport.php#sec4> (дата обращения: 7.03.2014).
3. About | NeDi [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nedi.ch/about/> (дата обращения: 7.03.2014).

© Кузнецов М. А., 2014

УДК 004.056

В. В. Митрацук, Е. Ю. Золотарева
Научный руководитель – *В. В. Золотарев*
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОБРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ ИЗОБРАЖЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГАРМОНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Рассмотрены некоторые аспекты программной реализации прямого и обратного преобразования Фурье.

Цель работы: создать программу, получающую из графического изображения амплитудные и частотные коэффициенты Фурье и совершающую обратное преобразование, для выделения объектов на контрастном фоне.

Задачи: используя формулы математического расчета прямого и обратного преобразования Фурье для графического изображения, получить данные о недостатках и особенностях программной реализации такого преобразования.

Особое внимание уделено анализу быстродействия выполнения преобразований Фурье в программе, исследована зависимость амплитудных и частотных коэффициентов Фурье от исходного изображения, были построены соответствующие графики по полученным данным.

В статье обращается внимание на проблемы, возникшие в ходе тестирования, связанные с искажением обратного преобразования изображений и зависанием программы при осуществлении ресурсоемких операций, предлагаются пути решения данных проблем, использованные в рассматриваемой программе. Авторы приходят к выводу, что преобразование Фурье происходит достаточно медленно, уже начиная, даже,

с изображений небольшого размера, в связи с этим, очень остро встает вопрос оптимизации. Обнаружено, что амплитудный график, начиная с определенного элемента, имеет ось симметрии и является четным, совпадающую с осью симметрии частотного графика, который является нечетным. В статье рассмотрено, как приведенный факт может помочь в дальнейшем оптимизировать программу почти в два раза. На основе изучения быстродействия программы установлено, что необходимо заняться поиском и оптимизированием других, возможных для улучшения, сегментов кода и функций.

Требуется и далее совершенствовать экспериментальное программное обеспечение и параллельно проектировать дальнейшую работу и опыты, которые позволят решить главную цель: выделение объектов на контрастном фоне.

Полученные результаты могут быть применены как при разработке новых подходов к исследованию изображений, так и в задачах охранного видеонаблюдения и интегрированных систем безопасности.

© Митрацук В. В., Золотарева Е. Ю., 2014

УДК 004.056

Л. В. Панюшкина
Научный руководитель – *В. В. Золотарев*
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОПТИМИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ В ЗАДАЧЕ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

Рассматривается проблема оптимизации и логического моделирования связей ресурсов, угроз и уязвимостей в задаче защиты информации.

В работе предлагается решение задачи оптимального распределения ограниченных ресурсов на снижение информационных рисков. При этом рассматриваются человеческие, программные, технические и другие ресурсы, приводится разработанная классификация угроз и уязвимостей системы. Под снижением информационных рисков понимается уменьшение вероятностей реализации информационных угроз до уровня информационного риска, приемлемого для рассматриваемого объекта. Решением поставленной задачи является такое распределение ресурсов, при котором суммарные затраты на

ресурсы минимальны и все риски принимают приемлемое значение.

Работа состоит из двух этапов: построение модели связи информационных рисков и расчет ресурсов, затрачиваемых на их снижение; создание программы, оптимально распределяющей ограниченные ресурсы на снижение информационных рисков. На данный момент задача оптимального распределения ограниченных ресурсов на снижение информационных рисков формализована, предложены варианты моделей зависимостей информационных рисков и ресурсов, затрачиваемых на их снижение.

* Работа выполнена в рамках гранта Президента молодым российским ученым – кандидатам наук, договор № 14.124.13.4037-МК от 04.02.2013.

**Основные шаги решения задачи
распределения ресурсов**

№	Описание
1	Сбор данных о системе (угрозы, уязвимости, ресурсы, время снижения риска)
2	Выбор модели зависимостей информационных рисков и ресурсов и ее построение
3	Получение всех возможных решений задачи распределения ресурсов
4	Выбор решения, суммарные затраты на которое минимальны

Модели отличаются масштабом рассматриваемой системы, формой представления данных, а также минимальным списком входных данных, при наличии которого построение модели представляется возможным. Предложена модель решения задачи. С применением приведенной методики формирования угроз могут быть решены задачи моделирования и анализа в конкретных системах. Целью такого моделирования является контроль уровня защищенности информационных систем.

© Панюшкина Л. В., 2014

УДК 004.056

А. Ю. Перевалова

Научный руководитель – *В. Г. Жуков*

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

**О ПРИМЕНЕНИИ СУФФИКСНЫХ ДЕРЕВЬЕВ В ЗАДАЧЕ КЛАСТЕРИЗАЦИИ
ТЕКСТОВОЙ ИНФОРМАЦИИ**

Для организации электронных документов предлагается организация данных с помощью суффиксных деревьев, построенных по алгоритму Укконена.

В современных организациях циркулирует большое количество информации. Для организации она представляют собой большие данные (big data). Зачастую задачи в сфере больших данных весьма сложны для анализа и решения. Проблема не в том, что организации создают большие объемы данных, а в том, что большая их часть представлена в формате, плохо соответствующем традиционному структурированному формату БД, – это веб-журналы, видеозаписи, текстовые документы, машинный код или, например, геопространственные данные.

Особую ценность представляют текстовые документы, содержащие различную, в том числе конфиденциальную информацию. В результате организации могут иметь доступ к большому объему текстовых данных и не иметь необходимых инструментов, чтобы установить взаимосвязи между этими данными и сделать на их основе значимые выводы (в том числе, определить, относится ли документ к защищаемой информации). В качестве первого шага к решению задачи работы с большими данными рекомендуется их классифицировать.

При этом требуется выбрать способ организации классифицируемых данных.

Традиционно выделяют следующие методы организации данных:

- массивы;
- списки;
- графы;
- деревья;
- хэш-таблицы.

Морфологический словарь русского языка содержит около 5 млн словоформ. Поэтому способ организации данных с помощью хэш-таблиц является неэкономным. Также минусом хэш-таблиц являются коллизии.

При организации данных с помощью списков выполняется последовательный поиск путем полного перебора элементов списка – это неэффективно.

Основными способами представления словарей являются представление в виде алфавитно-упорядоченного списка либо в виде дерева [1].

Деревья и графы, в отличие от массивов и списков, представляют собой не линейные структуры. С точки зрения организации данных это дает разнообразие вариантов размещения одного и того же набора данных, а также различные варианты обхода одной и той же структуры.

Одним из перспективных подходов является использование структур данных на основе суффиксных деревьев (далее – СД) [2]. В СД все подстроки исходной строки образованы путем удаления первого символа строки-родителя. Суффикс – это последние ($i-k$) символов строки, где i – длина строки, $k = 1...i$. СД позволяет представить строку в виде, удобном при решении поставленной задачи.

Наиболее распространены алгоритмы построения СД Мак-Крейга и Укконена. Оба алгоритма строят СД за линейное время, но алгоритм Укконена строит дерево в режиме online, т.е. после начала работы алгоритма можно увеличивать длину строки.

В программной реализации эффективнее строить СД по буквам, а не по словам. Это обусловлено тем, что количество букв, в отличие от слов, ограничено (для русского языка – 33, для английского – 26).

Разрабатываемый программный модуль построения СД будет осуществлять кластеризацию информационных ресурсов (документов). На вход подаются документы (файлы) в определенном формате, затем они подвергаются очистке от пунктуации и цифровой информации. Файл – одна большая строка. Далее

происходит построение СД. Оно строится следующим образом:

1) к корневой вершине последовательно «прицепляются» все суффиксы строки, начиная с самого длинного;

2) если первый символ «прицепляемого» суффикса совпадает с уже существующим символом, происходит расщепление существующего ребра в месте совпадения.

Но одно дерево, построенное алгоритмом Укконе-на по одному файлу не имеет практической пользы для решения поставленной задачи. Качество кластеризации растет пропорционально количеству файлов. Построение СД по множеству файлов возможно двумя путями:

1) построение дерева по каждому файлу, а потом их объединение;

2) последовательное добавление к существующему дереву новых строк-файлов.

Предпочтительным является последний способ, так как он является более простым в реализации и не требует создания дополнительных процедур.

Для идентификации разных файлов в рамках одного дерева предлагается на каждом ребре (помимо «координат» символов в файле и вершины, в которую следует ребро) дополнительно хранить имя и путь к файлу, из которого взяты эти символы.

СД может быть представлено в виде, требующем $O(n)$ памяти [3], т. е. объем памяти линейно зависит от объема входных данных. Дерево, построенное по

всем файлам, требующим кластеризации, получается достаточно большим. В целях уменьшения размерности все ребра сравниваются между собой и те, которые пересекаются более чем по половине символов – объединяются. Также имеет смысл отсекать несколько нижних уровней веток дерева. Информация, содержащаяся в них, уже есть в верхних ветках.

Ветви, выходящие из корня в ближайшего потомка, образуют базовые кластеры. Символы, лежащие на этих ребрах – названия кластеров. Полученные кластеры имеют читаемое название, могут пересекаться и быть использованы для описания текстовой информации.

Таким образом, в данной работе рассмотрен алгоритм построения СД по нескольким файлам и его использование для кластеризации текстовой информации.

Библиографические ссылки

1. Гельбух А. Ф. Эффективно реализуемая модель морфологии флективного естественного языка. М. : Всерос. ин-т науч. и техн. информации, 1994.

2. Андрианов И. А. Построение индексов для расширенного поиска по текстовым полям // Интеллектуальные системы : материалы VI Междунар. симп. Саратов.

3. Moritz Maab Suffix Trees and their Applications // Department of Informatics, Technical University of Munich, 1993.

© Первалова А. Ю., 2014

УДК 004.056

А. Г. Пятков

Научный руководитель – *В. В. Золотарев*

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

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕК-МАШИНА

Рассматривается проблема оценки надежности систем человек-машина, предлагается метод для решения этой проблемы.

В наше время структурно-сложные технические системы используются в самых разнообразных отраслях человеческой деятельности (космос, новые технологии, на производстве и др.). Такие системы базируются на средствах вычислительной техники, включают в свой состав сложные измерительные и управляющие комплексы, технологическое оборудование, людей-операторов. Законы функционирования подобных систем не всегда известны, либо имеют вероятностную природу. Поведение систем во многом определяется человеческим фактором, создающим дополнительную неопределенность при попытке его учета. Создаваемые системы во многом уникальны, что не позволяет зачастую в полной мере использовать данные и информацию, полученные на других аналогичных системах. При этом оценить надежность системы человек-машина (СЧМ) необходимо.

СЧМ – система, состоящая из человека-оператора (группы операторов) и машины, посредством которой он (они) осуществляет трудовую деятельность [1]. Машиной в СЧМ называют совокупность технических средств, используемых человеком в своей деятельности. Можно разделить СЧМ по степени участия в работе системы человека (оператора) на автоматические (работающие практически без человека), автоматизированные (работа совместно) и неавтоматизированные (работает преимущественно человек). Однако даже в первых системах влияние человека имеет место ещё на этапах проектирования и создания технических средств. Поскольку поведение оператора имеет вероятностную природу, для оценки надежности СЧМ предлагается использовать логико-вероятностные методы. Однако классические логико-вероятностные методы ограничены (использующие

операции И/ИЛИ). Они позволяют строить только определенные подклассы монотонных моделей свойств систем. Немонотонные системы позволяют описать различные варианты состояний систем (разрушения, поражения, проникновения, противодействия противоположной стороны, наличия форс-мажорных обстоятельств), в которых сохраняется работоспособность системы для выполнения основных задач. СЧМ можно отнести к классу немонотонных систем. С целью строить и анализировать все виды монотонных и немонотонных моделей систем используется метод, включающий операции И/ИЛИ/НЕ (общий логико-вероятностный метод анализа систем, ОЛВМ) [2].

Рассмотрим применение ОЛВМ на простом примере. В самом простом варианте СЧМ можно рассматривать как пара оператор-машина, в которой каждый элемент может выйти из строя и при этом есть вероятность восстановления его работоспособности. Иными словами, оператор может допустить ошибку, но исправиться, а в работе машины может возникнуть сбой, но она восстановится. Построим для такой системы схему функциональной целостности (графический аппарат отображения функционирования системы ОЛВМ) (рис. 1). На основании построенной схемы можно описать работу каждого звена и получить итоговую формулу функционирования системы (рассчитав вероятность события y_8) или её выхода из строя (\bar{y}_8) (рис. 2).

Для точной оценки надежности СЧМ необходимо определить наиболее существенные показатели и учесть их в схеме функциональной целостности рассматриваемой системы. Для описания оператора могут быть использованы как существующие методы (OATS, HCR, CREAM), так и дополнительные процедуры оценивания операторов.

Таким образом, применение ОЛВМ позволяет оценить работу СЧМ или вероятность выхода СЧМ из строя. Решение задачи оценки надёжности СЧМ позволит обосновать/проверить эффективность мер защиты, определить уровень надежности общей системы в целом, определить стратегию формирования организационных мер защиты и способствует решению различных оптимизационных задач (совершенствование организационной структуры, распределение требований и обязанностей и пр.).

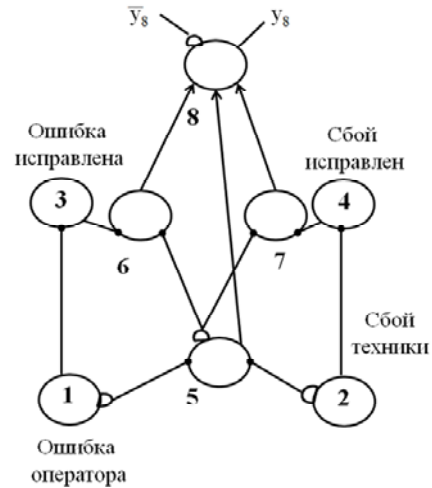


Рис. 1. Пример схемы функциональной целостности СЧМ

$$\left\{ \begin{array}{ll} y_1 = x_1 & \bar{y}_1 = \bar{x}_1 \\ y_2 = x_2 & \bar{y}_2 = \bar{x}_2 \\ y_3 = x_3 * y_1 & \bar{y}_3 = \bar{x}_3 \vee \bar{y}_1 \\ y_4 = x_4 * y_2 & \bar{y}_4 = \bar{x}_4 \vee \bar{y}_2 \\ y_5 = \bar{y}_1 * \bar{y}_2 & \bar{y}_5 = y_1 \vee y_2 \\ y_6 = y_3 * y_5 & \bar{y}_6 = \bar{y}_3 \vee \bar{y}_5 \\ y_7 = y_4 * y_5 & \bar{y}_7 = \bar{y}_4 \vee \bar{y}_5 \\ y_8 = y_5 \vee y_6 \vee y_7 & \bar{y}_8 = \bar{y}_5 * \bar{y}_6 * \bar{y}_7 \end{array} \right.$$

$$\bar{y}_7 = \bar{x}_1 * \bar{x}_2 \vee x_1 * x_3 \vee x_2 * x_4$$

$$\bar{y}_7 = (x_1 \vee x_2) * (x_1 * x_2 \vee \bar{x}_3) * (x_1 * x_2 \vee \bar{x}_4)$$

Рис. 2. Расчет формулы функционирования и выхода из строя

Библиографические ссылки

1. Пряжников Н. С. Психология труда и инженерная психология : учеб. пособие. М. : Изд. Ин-та практ. психологии ; Воронеж : НПО «МОДЭК», 1997. 352 с.
2. Можаяев А. С. Общий логико-вероятностный метод анализа надежности структурно-сложных систем : учеб. пособие. Л. : Изд. ВМА им. Н. Г. Кузнецова, 1988. 68 с.

УДК 311.41

У. А. Александрова

Научный руководитель – С. И. Сенашов

Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск**АНАЛИЗ СТАТИСТИКИ ПОСЕЩАЕМОСТИ САЙТА ТИПИЧНОГО
КРАСНОЯРСКОГО КИНОТЕАТРА**

Исследование направлено на анализ динамики количества посетителей сайта одного из красноярских кинотеатров.

Рост благосостояния в экономически развитых странах, увеличение свободного времени и потребности общества, связанные с цивилизацией досуга, обусловили весьма благоприятную ситуацию, сложившуюся на мировом рынке кинотеатральных услуг. Современная концепция организации кинопроката существенно расширяет эти возможности. Кинотеатр включается в сферу молодежных и семейных развлечений, оттесняя TV и видео, возрождая моду на культурные походы в кино.

Социологи и экономисты в области отечественной киноиндустрии утверждают, что наиболее статистически значимой, экономически состоятельной и полноценной аудиторией кинотеатров на сегодняшний момент являются студенты и молодые люди со средним и выше среднего уровнями дохода. Основная возрастная категория, посещающая кинотеатры, это люди от 14 до 34 лет. Посещение современных кинокомплексов становится модным развлечением. Намечившаяся тенденция станет реальностью нашей жизни, если будет создано большое количество кинотеатров нового типа – мультиплексов, которые охватят широкий круг потенциальных зрителей и обеспечат доступность проведения досуга таким способом.

Сайт кинотеатра – это необходимый источник информации о фильмах и расписании сеансов, а также о проводимых акциях для посетителей. В зависимости от статистики посещаемости сайта можно делать прогноз о посещаемости и самого кинотеатра, так как большинство зрителей сначала ищут необходимую информацию в интернете и только потом приходят на просмотр фильма.

Для анализа были взяты данные посещаемости сайта одного из красноярских кинотеатров с 30 марта 2012 г. по 31 декабря 2012 г. Именно в марте был запущен обновленный сайт, поэтому информация о количестве посещений в январе и феврале отсутствует.

На рис. 1 представлена диаграмма количества посетителей сайта в исследуемый период.

Статистическая обработка данных показала, что среднее значение посетителей сайта равно 1420,167. Мода равна 1005, это значение встречается 171 раз, дисперсия выборки равна 619959,920.

Регрессионный анализ показал, что R -квадрат = 0,71574525762158, исходя из этого можно сделать вывод, что 71 % наших данных объясняется уравнением регрессии. Дисперсионный анализ показал, что уравнение регрессии адекватно опытному данным.

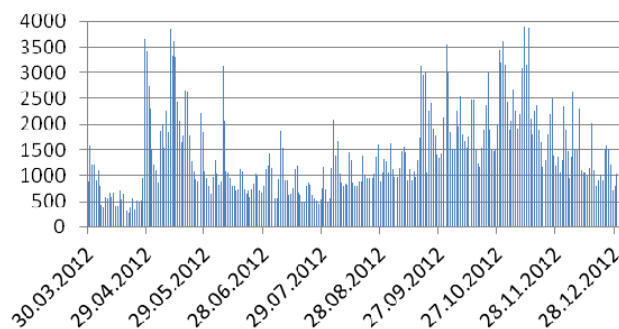


Рис. 1. Посещаемость сайта кинотеатра

Линия тренда имеет вид $y = 2,8877x + 126,8$ (рис. 2).

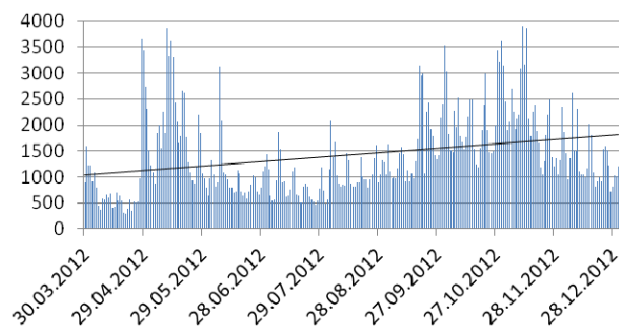


Рис. 2. Линия тренда

Также можно сделать вывод, что в статистике посещаемости выделяется сезонность. Так, например, в летние месяцы количество заметно ниже, чем в зимние месяцы. А также наблюдается резкий подъем в период проката громких кинопремьер и в выходные дни.

© Александрова У. А., 2014

УДК 004.9

Н. А. Безъязыкова

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

КОМПЬЮТЕРНЫЕ БИЗНЕС-СИМУЛЯТОРЫ

Рассматриваются особенности бизнес-симуляторов, направленных на развитие у пользователей практико-ориентированных навыков управления.

Применение современных информационных технологий в образовании – тенденция нашего времени. Бизнес-образование не является исключением. Сама по себе сфера бизнеса подразумевает повсеместное использование инновационных технологий.

Многие бизнес-школы подвергаются критике и обвиняются в излишнем академизме и оторванности от практики, поэтому остро ощущается необходимость внедрения «технологических инноваций» в учебный процесс бизнес-образования. Наиболее эффективными методами обучения в данной сфере являются: проектирование и имитации (бизнес-симуляторы).

Бизнес-симуляция – это тематическая деловая игра, моделирующая бизнес-среду [1]. Может быть представлена модель, приближенная к реалиям конкретной компании или рынка в целом. В предлагаемых условиях участникам игры путем проб и ошибок необходимо найти оптимальное решение заданной проблемы.

Бизнес-симуляции, в отличие от других методов обучения, дают возможность проверить правильность выбранной стратегии или методов управления в «виртуальном» бизнесе без риска допустить ошибки в реальном деле, позволяют получить навыки принимать комплексные решения в жестких конкурентных обстоятельствах. Каждый участник может проявить свои лидерские качества и организационные способности, приобрести навыки работы в команде [2].

Бизнес-симуляторы, в свою очередь, можно разделить на компьютерные, настольные и деловые игры. Компьютерный бизнес-симулятор представляет собой интерактивную игру, моделирующая деятельность конкретного предприятия или рынка в целом. Руководителями предприятий становятся обучающиеся, им необходимо оптимизировать основные бизнес-процессы и вывести свою компанию в лидеры в условиях конкурентной среды, создаваемой другими командами участников. Анализ принятых решений производит компьютерная программа [3]. Моделирование таких симуляторов может быть основано и на простейших зависимостях электронной таблицы, и на сложных, едва заметных динамических связях.

Компьютерные симуляции – это максимально приближенная к реальности имитация процессов управления и принятия решений. Участники управляют компанией, выбирают стратегические цели для ее развития, принимают пошаговые тактические решения, выстраивают взаимоотношение с клиентами, персоналом и акционерами, т. е. решают все те задачи по управлению, с которыми сталкиваются топ-менеджеры любой крупной корпорации [4].

Компьютерная модель выступает беспристрастным судьей, который сразу дает однозначную обратную связь. Модели могут конструироваться и по «открытым» и по «закрытым» правилам, т.е. игроки могут видоизменять модель или только пользоваться некоторыми результатами, которые она выдает. В любом случае модель имитирует различные ситуации в бизнесе на выбранном горизонте времени. Эта модель в дальнейшем является базой отработки принятия решений менеджментом разного уровня.

Перед прочими методами обучения компьютерные бизнес-симуляторы имеют следующие преимущества:

- они устраняют тестирование, так как оно естественно «встроено» в игры;
- они основаны на опыте;
- они бросают вызов студентам;
- мотивируют обучение;
- учат решению проблем;
- вдохновляют на принятие риска [5].

Кроме того, компьютерные бизнес-симуляторы в наше время удобны в использовании. В отличие от деловых игр и настольных симуляторов компьютерные имитации могут иметь функцию сохранения, а также в режиме online не имеют территориальных привязок.

Компьютерные бизнес-симуляторы широко используются при повышении квалификации специалистов на предприятиях, все чаще применяются в университетах для обучения студентов.

В настоящее время часто проводятся различные соревнования на базе бизнес-симуляторов. Команды участников получают в управление виртуальные компании. Задача участников в ходе чемпионата – управлять виртуальными производственными компаниями, принимая управленческие решения в различных сферах бизнеса [6].

Применение компьютерных бизнес-симуляторов имеет большое значение, поскольку позволяет подкрепить теоретическое знания практическим опытом. Компьютерная форма представления и обработки данных позволяет обучаться прямо на рабочем месте, проверка данных упрощается и ускоряется. Развитие сфер применения компьютерных имитаций – экономики, менеджмента, маркетинга, а так же информационных технологий означает, что компьютерные бизнес-симуляторы – это перспективное направление развития этих сфер.

Библиографические ссылки

1. Бизнес симуляции // Энциклопедия менеджера «E-xecutive.ru» [Электронный ресурс]. URL:

<http://www.e-xecutive.ru/wiki/index.php/Бизнес-симуляции> (дата обращения: 28.03.2014).

2. Настольные и электронные бизнес симуляции // Энциклопедия менеджера «E-xecutive.ru» [Электронный ресурс]. URL: http://www.e-xecutive.ru/wiki/index.php/Настольные_и_электронные_бизнес-симуляции (дата обращения: 28.03.2014).

3. Шоптенко В. В., Гуч М. Е., Костяев В. Н., Использование бизнес-симуляторов в программах подготовки управленческих кадров и специалистов // Научный журнал Братского государственного университета «Проблемы социально-экономического развития Сибири». 2011. № 4(6) [Электронный ресурс]. URL: http://brstu.ru/static/unit/journal_2/docs/number6/39-46.pdf (дата обращения: 28.03.2014).

4. Метод компьютерной симуляции // Мое образование [Электронный ресурс]. URL: http://www.moe-obrazovanie.ru/metod_kompyuternoy_stimulacii.html (дата обращения: 28.03.2014).

5. Дюков В. П. Опыт использования компьютерных деловых игр в преподавании маркетинга // Вісник Хмельницького національного університету. 2011. № 6 [Электронный ресурс]. URL: http://archive.nbuv.gov.ua/portal/soc_gum/Vchnu_ekon/2011_6_4/194-198.pdf (дата обращения: 28.03.2014).

6. Чемпионат Президентской академии по стратегии и менеджменту «Business Battle» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.businessbattle.ru/> (дата обращения: 28.03.2014).

© Безъязыкова Н. А., 2014

УДК 004.056.53

Е. С. Борисова

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

АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИЗНЕС-МОДЕЛИ SECAAS

«Облачные» вычисления – наиболее значимый прорыв в IT индустрии со времен возникновения интернета. С каждым днем, все больше «облачных» сервисов интегрируется в инфраструктуру самых разных организаций. Относительно недавно на рынке услуг появился новый сегмент – безопасность как услуга (SecaaS). Это в высшей степени эффективная модель предоставления услуг, которая может привести к ряду преимуществ по сравнению с традиционным способом предоставления безопасности конечному пользователю.

Всем известно, что «облачные» технологии в России уже стали повседневной нормой. Количество игроков на рынке, переориентировавшихся на использование облачных вычислений в поисках большей гибкости и снижения затрат, неизменно возрастает. Спрос рождает предложение, поэтому, спектр услуг, оказываемых провайдером, давно перестал ограничиваться просто «программным обеспечением как сервис» (Software as a Service, SaaS) и на сегодняшний день кажется все, что угодно может быть предложено пользователю как сервис.

С возникновением «облачных» вычислений и SaaS появилось и множество проблем, которые касаются безопасности и надежности оказываемых услуг. В наше время потребителям предоставлено несколько сервисов, одним из которых является «безопасность как сервис» (Security as a Service, SECaaS) – бизнес-модель управления безопасностью предприятия, являющаяся сегментом рынка SaaS. SECaaS подразумевает перевод антивирусов, спам-фильтров и других программ на аутсорсинг провайдеру, либо в частное «облако» самой компании, но этот термин может также обозначать менеджмент внутренней безопасности предприятия, осуществляемый подрядной организацией [1].

Предприятия понимают необходимость в организации защиты своей информации. Всем известно, что основная задача, которая стоит перед каждым предприятием – получение прибыли. На этом фоне сниже-

ние затрат, связанных с содержанием аппаратного и программного обеспечения и сотрудников отвечающих за информационную безопасность. Использовать «облачные» сервисы не только намного выгоднее, но и позволяет добиться большей гибкости [2].

Как осуществляется предоставление подобного рода услуг? Весь трафик клиента переадресуется в «облако», где на основе актуальных баз данных происходит фильтрацию. Пользователю не надо приобретать и устанавливать никакого ПО, так как подобные решения продаются в виде подписки на обновления баз данных черных списков IP и доступа к сигнатурам спама.

Как можно заметить, список услуг, которые можно отдать на «аутсорсинг» довольно внушительный. Одно лишь журналирование событий и дальнейший разбор полетов, занимает существенное время и требует наличия инженера безопасности в штате сотрудников. В связи с этим значительно дешевле оплатить подписку на SecaaS, нежели пытаться обзавестись всеми необходимыми средствами безопасности.

Несмотря на очевидный прогресс в развитии рынка услуг информационной безопасности, многие не готовы полностью отдавать такой стратегически важный аспект бизнеса на аутсорсинг [3]:

В случае с информационной безопасностью, нет одного единственного решения, которое устроило бы всех, но несмотря на все противоречия, данный сегмент ИБ продолжает активно развиваться и завоевы-

вать рынок. Многие крупные поставщики решений (такие как McAfee, Symantec) поддержали инициативу перехода к облачным вычислениям и уже сегодня существуют готовые к использованию решения.

Библиографические ссылки

1. Артюхин А. Станет ли безопасность облачным сервисом? [Электронный ресурс]. URL: <http://www.cnews.ru/reviews/free/security2011/articles/articles1.shtml> (дата обращения: 28.03.2014).

2. Коржов В. Наемники информационной безопасности [Электронный ресурс]. URL: <http://www.osp.ru/os/2012/08/13019239/> (дата обращения: 28.03.2014).

3. Миршко Ш. Безопасность как сервис и новейшие Web-угрозы [Электронный ресурс]. URL: <http://www.itsec.ru/articles2/in-ch-sec/bezopasnost-kak-servis-i-noveishie-webygrozi> (дата обращения: 28.03.2014).

© Борисова Е. С., 2014

УДК 330.77

Д. А. Галицкая

Научный руководитель – С. И. Сенашиов

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

АНАЛИЗ СРЕДНЕСУТОЧНОГО КОЛИЧЕСТВА ЗАКАЗОВ ООО «АРИСУШИ» ЗА ПЕРИОД 15.06.2012–09.06.2013 гг.

Проведён анализ среднесуточного количества заказов ООО «АриСуши», на основе представленных данных рассчитываются основные статистические показатели, которые позволяют сделать прогноз на перспективу.

ООО «АриСуши» (торговая марка «Аригато») – одна из лидирующих компаний по производству и доставке японских блюд на дом и в офис. Компания заслуженно пользуется вниманием и уважением не только многочисленных клиентов, но и других компаний, работающих в этой сфере.

ООО «АриСуши» была основана в 2009 году. И за недолгую историю своего развития компания эволюционировала из небольшого предприятия в крупную сеть, имеющие свои филиалы в пяти городах: Новосибирске, Барнауле, Кемерово, Красноярске, Новокузнецке.

Специфика компании – обеспечение населения едой ресторанного качества при отсутствии зала обслуживания. Это имеет ряд преимуществ как с управленческой, так и с клиентской точки зрения. Во-первых, экономия значительных финансовых затрат на содержание торгового зала, во-вторых, возможность определенным категориям населения приобретать качественную продукцию, экономия времени и силы на самостоятельном приготовлении пищи или посещении объектов питания.

Для анализа среднесуточного количества заказов компании взят филиал ООО «АриСуши» в г. Новосибирске.

Рассмотрим основные статистические показатели данной выборки значений количества заказов ООО «АриСуши» за период 15.06.2012–09.06.2013 гг.

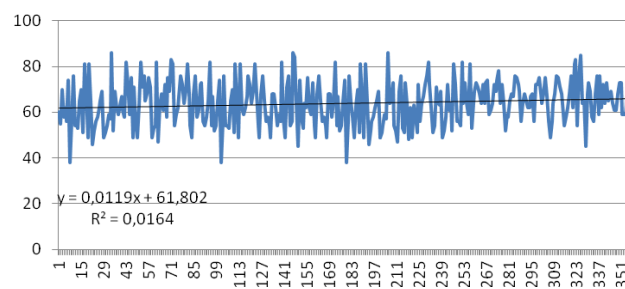
Среднее количество заказов за период – 64 единицы, при этом минимальное количество – 38 заказов товара, а максимальное – 86 заказов за день. Медиана равна 64 и равна среднему.

Коэффициент вариации равен 15,16 %, что говорит об относительной однородности данных.

Далее проверим наши данные на стационарность. Проведем двухвыборочный F -тест для дисперсии.

Тест показал, что ряд является стационарным, а значит, не имеет тренда, его математическое ожидание, дисперсия, автоковариация и автокорреляция остаются неизменными во времени.

Данные подтверждаются графически – в качестве примера возьмем линейную модель описания данных (см. рисунок). По графику видно, что данные расположены хаотично, а значит, тренд отсутствует, следовательно, ряд является стационарным.



Линейная модель описания данных

С помощью дисперсионного анализа оцениваем общее качество полученной модели: коэффициент корреляции R , по модулю меньше 0,3, что говорит о слабой тесноте связи в уравнении, значение R -квадрат равно 0,0164, что говорит о низкой точности описания модели (только 1,64 % данных описываются полученным уравнением). Кроме того, проанализировав остатки на автокорреляцию, было выявлено, что значение $r < 0,3$ для всех столбцов, что говорит о том, что автокорреляция отсутствует (отсутствует зависимость остатков от остатков), а значит, можно полагать, что наши данные являются случайными величинами, и, следовательно, по данным невозможно сделать адекватный прогноз.

В целом, хаотичность данных объясняется тем, что на среднесуточное количество заказов японской кухни влияют множество факторов, учесть которые в моделях описания данных невозможно:

1. Психология и поведение потребителя.
2. Появление на рынке нового конкурента.
3. Государственная политика в отношении импорта морепродуктов.
4. Мода на японскую кухню.

Тем не менее, для того чтобы сделать рабочий процесс управляемым (и наблюдать в количестве заказов стабильную тенденцию к росту), компания мо-

жет использовать следующие варианты привлечения клиентов:

1. Дисконтные карты для постоянных покупателей.
2. Ежедневные акции в социальных сетях.
3. Внесения новых позиций в меню.
4. Улучшение технологии приготовления блюд.
5. Активный маркетинг и реклама.

Библиографическая ссылка

1. Официальный сайт «Аригато суши». URL: <http://www.arisushi.ru/>

© Галицкая Д. А., 2014

УДК 339.1

Ю. В. Галкина

Научный руководитель – А. П. Багаева

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

РЫНОК ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ В РОССИИ

Проведен анализ состояния рынка электронной коммерции в России, выявлены особенности и основные тенденции его развития, рассмотрены актуальные проблемы электронной коммерции.

В век современных технологий гигантскими шагами развиваются все виды информационных структур. Во всех отраслях общественной жизни наблюдается процесс информатизации. И в административной сфере, и медицинской, и в сфере образования. Но, наиболее важной сферой, которая строится на возможностях информационных систем, является сфера торговли.

Торговля всегда была быстроразвивающимся явлением в жизни общества. А в эпоху рыночной экономики роль коммерческой торговли и взаимоотношения на рынке с потребителями являются немаловажными составляющими жизни современного информационного общества

Рассмотрим наиболее распространенные виды электронной коммерции:

- Торговля информацией. К ней можно отнести подписку на базы информационных данных, функционирующие в режиме реального времени («Гарант», «Консультант Плюс», «Россия-Online» и др.)

- «Электронные магазины», которые представляют собой Web-сайты с подробным каталогом товаров или услуг

- Аренда разного рода программных комплексов и система «микроплатежей» в ситуациях, когда за использование какой-либо составляющей программного обеспечения с потребителя взимается чисто символическая плата

- Сегодня успешно набирает обороты и относительно новый вид электронной коммерции – электронные банки. Среди их основных преимуществ можно отметить низкую себестоимость организации бизнеса и массовый охват клиентов и более выгодные проценты, по сравнению с условиями обычного банка, а также более широкий спектр финансовых услуг по более низкой стоимости.

Однако необходимо отметить, что электронная коммерция не ограничивается торговыми операциями через компьютерные сеть. В настоящее время можно выделить следующие основные ее составляющие: реклама; проведение торговых операций и перечисление денежных средств через Интернет; поддержка клиентов.

В настоящее время рынок электронной коммерции в России находится на стадии интенсивного развития. По данным исследования Ассоциации компаний интернет торговли (АКИТ) объем рынка e-commerce в 2013 году вырос на 34 % – до 544 млрд руб., в 2012 году – 405 млрд руб. Следует отметить, что темпы роста данного сектора экономики значительно опережают темпы роста экономики страны: за 2013 год ВВП России вырос на 1,3 %, а ЭК – на 34 %. По мнению экспертов компании J'son & Partners Consulting, в ближайшие годы ожидаются стабильные темпы роста на уровне 15–20 % ежегодно.

Электронная коммерция в экономике нашей страны стала заметна только в последние годы. До 2011 года доля продаж через интернет составляла менее 1 % от общего объема торговли России, в 2012 – около 2 %. Подобные показатели отмечались в США и Великобритании в 2003 и 2005 годах, а в настоящий момент – доля e-commerce в этих странах занимает более 10 %, что позволяет сделать вывод о наличии значительного резерва для дальнейшего роста рынка электронной коммерции России. По мнению экспертов, сегмент электронной коммерции к 2020 году составит около 7 % от общего объема торговли в России. На развитых рынках (Китай, Франция, Германия) в настоящее время данный показатель составляет около 5 %.

Рынок e-commerce по праву можно назвать наиболее динамичной и перспективной частью российской

экономики. Нет такого сегмента потребительского рынка, который нельзя было бы развивать в интернете, зачастую в более выгодных условиях. Темпы роста e-commerce впечатляют, тем не менее, они могли быть еще больше, если бы не ряд сдерживающих факторов: необходимость изменений в логистике, доминирование платежей наличными, пробелы в законодательстве.

Логистика остается на сегодняшний день серьезным барьером в развитии электронной коммерции. В настоящее время мы можем наблюдать появление и укрепление на рынке альтернативных поставщиков услуг, по сравнению с «Почтой России». Некоторые онлайн-игроки, такие как: Enter.ru, Lamoda.ru, Ozon.ru, развернули свои собственные складские помещения и объекты обработки доставок по всей стране. Другие многоканальные (онлайн и оффлайн) ритейлеры, как «Отто» и «Связной», развили и адаптировали существующие системы логистики с учетом растущих потребностей своих отделений электронной коммерции.

Также к барьерам на пути развития электронной коммерции можно отнести низкое проникновение широкополосного доступа Интернета из-за относительно низкой скорости передачи данных, дороговизна установки «быстрого» соединения. Среди факторов выделяется слабое использование банковских карт.

Еще одной актуальной проблемой не только электронной коммерции, но и других видов деятельности в Интернете является отсутствие четкой и полной нормативно-правовой базы по вопросам ведения бизнеса в данной среде.

Электронная торговля в регионах имеет большой потенциал, и дальнейшее развитие рынка электронной коммерции будет направлено на их развитие. Объединение мощностей онлайн и оффлайн представительств компаний даст толчок развитию электронной торговли в регионах и вместе с тем позволит покупателям легче совершать онлайн-покупки в таких интернет-магазинах, не задумываясь о вопросах обеспечения сервиса, гарантийного обслуживания или возврата товара.

Общий уровень развития электронной коммерции в России в значительной мере отстает от показателей развития западных стран. Негативные последствия экономического кризиса, недоступность современных телекоммуникационных сетей в большинстве регионов страны, низкая распространенность современных электронных платежных систем препятствовали своевременному развитию рынка. Но, в целом, на сегодняшний день в сфере ИТ-решений для электронной коммерции, формируется благоприятная обстановка, где растущий спрос стимулирует предложение.

© Галкина Ю. В., 2014

УДК 519.866

В. А. Гальцова

Научный руководитель – *Е. В. Фильюшина*

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

АНАЛИЗ КРЕДИТНОГО ПОРТФЕЛЯ ДО «ПРАВОБЕРЕЖНЫЙ» КФ КД ЗАО КБ «КЕДР» ЗА ПЕРИОД С 01.01.2000–01.09.2013 гг.

Характерная особенность коммерческих банков, в отличие от государственных, заключается основной цели их деятельности – получение прибыли за счет кредитных операций. Проведен анализ кредитного портфеля физических лиц ДО «Правобережный» ЗАО КБ «КЕДР», с целью выяснения причин его динамики и прогноза будущих изменений.

Банк «КЕДР» был основан в 1991 году в Сибири при участии стратегически важных предприятий края.

Сегодня «КЕДР» находится в центре деловой и финансовой жизни Красноярского края. Значительная часть бизнеса сосредоточена в этом регионе и республике Хакасия. Начиная с 2002 года, банк активно развивает собственную региональную сеть с целью эффективного обслуживания имеющихся клиентов и привлечения новых.

Филиальная сеть банка насчитывает 120 отделений и более 200 банкоматов, охватывая 9 регионов России и территорию Евросоюза. При этом новая концепция развития банка до 2017 года предполагает закрепление позиций на международном уровне, открытие филиалов и представительств за рубежом.

В 2007 году банк стал полноправным участником финансового рынка Европейского Экономического

союза, открыв филиал в Греции. Деятельность Греческого филиала способствует укреплению внешнеэкономических связей и вносит вклад в развитие общих интересов граждан двух стран. В настоящее время банк «КЕДР» серьезно адаптирован в банковскую систему Евросоюза, его гарантии принимаются на территории Европы.

ЗАО КБ «КЕДР» стал заметной частью банковской системы, как Российской Федерации, так и европейского Экономического Союза. Его успешное развитие подтверждается не только высокими темпами роста его финансовых показателей, но и лидирующими местами в банковских рейтингах, а также престижными наградами, врученными руководителям банка.

На основании финансовых показателей «КЕДР» входит в топ-150 российских банков. Финансовую надежность банка «КЕДР» подтверждают кредитные

рейтинги, присвоенные ведущим международным рейтинговым агентством Moody's («B2» по международной шкале; «Ваа1» по национальной шкале). Коммерческий банк «КЕДР» является одним из крупнейших банков (по размеру валюты баланса) на территории Красноярского края [1].

Для исследования динамики кредитного портфеля была сделана выборка данных за последние тринадцать лет деятельности банка с 01.01.2000 по 01.09.2013 гг. [2].

Далее рассмотрим основные статистические показатели для исследуемой выборки.

Среднее количество выданных кредитов физическим лицам за последние тринадцать лет равно 32 в месяц, при минимальном значении в 16 кредитов и максимальном 58 кредитов.

За исследуемый период показатель индекса имеет нисходящую динамику, при этом медиана равна 31, что говорит о преобладании показателей немного, но все же ниже среднего.

Коэффициент вариации равен 0,26 %, что свидетельствует об относительной однородности данных.

Большая часть значений находится рядом со средним значением, о чем свидетельствует отрицательный эксцесс, равный $-0,2892$, незначительная дисперсия выборки (72,83) со стандартным отклонением равным 8,53.

При проверке данных на стационарность с помощью F-теста было выявлено, что временной ряд не является стационарным. Для получения линейного уравнения зависимости по времени и приведения временного ряда к стационарному виду была построена линия тренда. Уравнение линейного тренда имеет вид

$$\hat{y}_t = -0,107t + 40,649, \quad (1)$$

где \hat{y}_t – оценка значения; t – номер дня,

Значение коэффициента R^2 (0,3587) показывает, что 35,87 % общей вариации данных описывается линейным уравнением линии тренда. Рассчитанный уровень значимости по критерию Фишера ($0 < 0,05$) позволяет утверждать, что уравнение адекватно описывает опытные данные. Коэффициент корреляции, равный 0,7318, подтверждает зависимость значения показателя по времени.

При анализе остатков на наличие автокорреляции было выявлено высокое значение коэффициента корреляции первого порядка, что является характерной особенностью для количественных данных и подтверждает линейный характер тенденции.

В результате анализа автокорреляции второго и выше порядков, выявлено, что уравнение зависимости остатков можно записать следующим образом:

$$E2 = 0,751e^{t-1}. \quad (2)$$

Таким образом, прогнозное уравнение можно записать следующим образом:

$$Y = 40,649 - 0,107t + 0,751e^{t-1}. \quad (3)$$

На основании полученного уравнения (3) был сделан прогноз на последующие 8 дней. В результате было установлено, что при отсутствии резких увели-

чений процентных ставок на потребительские кредиты Центральным Банком, влияющих на спрос населения, уравнение позволяет получить адекватный прогноз. Напротив, при значительных изменениях процентных ставок данное уравнение неприменимо.

Для получения более точного прогноза необходимо исследовать динамику выдаваемых потребительских кредитов ближайшими банками-конкурентами, начиная с наиболее крупных. При этом нужно учитывать множество факторов, влияющих на спрос в сфере потребительского кредитования.

Если потребители посчитают процентные ставки по кредитам завышенными, то они могут принять решение не пользоваться услугами данного банка. Это повлечет за собой падение спроса. В тоже время, если потребители посчитают, что процентные ставки компании низкие, то услуги данного банка могут оказаться востребованными. Это заставит спрос расти, следовательно увеличивать кредитный портфель.

Еще один важный фактор, влияющий на спрос на потребительские кредиты, – это прозрачность их условий. Если компания не скрывает условия предоставления кредитов, привлекая этим потребителей, она сможет развиваться и приносить прибыль. Если же компания регулярно не предоставляет полной информации об условиях кредитования, только неопытные потребители будут пользоваться ее услугами [3].

Информацию о предоставляемых услугах компании обязаны предоставлять регулярно и в полном объеме, чтобы потребители могли видеть реальную картину и на основании этого принимать решения, пользоваться услугами данного банка или нет.

Безусловно, не только прозрачность условий и пониженные процентные ставки заставляют меняться кредитный портфель кредитного отдела. Существует множество других факторов, которые демонстрируют динамику кредитного портфеля.

Применительно к кредитному портфелю ДО «Правобережный», значительное влияние на его показатели могут оказывать внешние факторы. Например, сезонность. При этом, отрицательную динамику значений может поддерживать период наступления отпусков или новогодние праздники. И наоборот, предпраздничный и предотпускной сезон могут характеризоваться резким увеличением кредитного портфеля.

Библиографические ссылки

1. Официальный сайт «ЗАО КБ «КЕДР» [Электронный ресурс] // Информация о банке. URL: <http://www.kedrbank.com/about> (дата обращения: 18.03.2014).
2. Кредитный портфель физических лиц ЗАО КБ «КЕДР».
3. Банковское дело. Организация деятельности коммерческого банка : учебник / под ред. Г. Н. Белоглазовой, Л. П. Кроливецкой. М. : Юрайт-Издат, 2010.

© Гальцова В. А., 2014

О. В. Дедюрина
 Научный руководитель – Т. Г. Долгова
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММ-ШПИОНОВ И МЕТОДЫ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ИМ

Сохранность информации, является очень значимым и актуальным аспектом в нашей жизни. Так как для людей важно, чтобы их конфиденциальная информация оставалась личной, а не была доступна общему обозрению и не использовалась в злоумышленных целях.

Особую опасность представляют мониторинговые программные продукты и аппаратные устройства, которые могут скрытно и несанкционированно (как правило, дистанционно) установлены без ведома владельца (администратора безопасности) автоматизированной системы или без ведома владельца конкретного персонального компьютера.

Keylogger (англ. key – клавиша и logger – регистрирующее устройство) – это программное обеспечение или аппаратное устройство, регистрирующее каждое нажатие клавиши на клавиатуре, мышки компьютера, их время нажатия [1].

Программные кейлоггеры (key-loggers, keystroke loggers, key recorders, key trappers) принадлежат к той группе продуктов, которые позволяют контролировать деятельность пользователя персонального компьютера.

Такой вид кейлоггеров может быть встроен в коммерческие, бесплатные и условно-бесплатные программы, троянские программы, вирусы и черви. В качестве примера можно привести нашумевшую эпидемию червя «Mydoom», который содержал в себе кейлоггер.

Аппаратные кейлоггеры (keystroke recording device, hardware keylogger и пр.) представляют собой приспособления, миниатюрных размеров, которые могут быть прикреплены между клавиатурой и компьютером или встроены в саму клавиатуру. Они фиксируют все нажатия клавиш, сделанные на клавиатуре. Примерами известных программных кейлоггеров являются Activity Logger, Boss Everyware, Ghost Keylogger [2].

Решение проблемы, связанной с проникновением программ-шпионов, пользователь может противостоять, если будет использовать комплекс программных продуктов:

– Программный продукт № 1 – это продукт, который применяет эвристические механизмы защиты против программ-шпионов, разработанные специалистами, имеющими большой навык борьбы с программами-шпионами. Он оказывает защиту непрерывно и не применяет практически никакие сигнатурные базы.

– Программный продукт № 2 – это Антивирусный программный продукт, который использует ежедневно обновляемые сигнатурные базы.

– Программный продукт № 3 – это индивидуальный Firewall, контролирующий выход в сеть Интернет

с персонального компьютера на основании политик, которые устанавливает сам пользователь [3].

Такой продукт, как **PrivacyKeyboard™** блокирует работу программ-шпионов без использования сигнатурных баз. Это стало возможным благодаря тому, что были найдены решения и разработаны алгоритмы, которые позволили отличить работу программы-шпиона от любого иного приложения, которое установлено в системе. Для собственной защиты от внешнего разрушительного воздействия программ-шпионов программный продукт **PrivacyKeyboard™** имеет систему контроля целостности и другие защитные функции [4].

В заключение можно предложить простые рекомендации для пользователей персональных компьютеров: не переходить по ссылкам, неизвестным вам; не скачивать программные установки в сомнительных источниках; тщательный внешний и внутренний осмотр компьютерных систем; использовать лицензионные антивирусные программные продукты, тогда вероятность проникновения подобных «шпионов» на ваш компьютер станет меньше и ваша конфиденциальная информация не станет применима «третьими» лицами в собственных алчных целях.

Библиографические ссылки

1. IT-сектор. «Keylogger или регистрирующее устройство» [Электронный ресурс]. URL: <http://it-sektor.ru/keylogger-ili-registriruuschee-ustroystvo.html> (дата обращения: 08.12.2013)
2. Красноступов Н. Д., Кудин Д. В. Шпионские программы и новейшие методы защиты от них // Центр информационной безопасности [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bezpeka.com/ru/lib/sec/gen/art382.html> (дата обращения: 08.12.2013)
3. StopInfection/ Методы противодействия программам-шпионам [Электронный ресурс]. URL: <http://stopinfection.narod.ru/23.html> (дата обращения: 10.12.2013)
4. Платов А. Защита от клавиатурных шпионов: PrivacyKeyboard [Электронный ресурс] // Компьютерная газета А*Z. URL: <http://www.nestor.minsk.by/kg/2009/08/kg90804.html> (дата обращения: 10.12.2013).

© Дедюрина О. В., 2014

УДК 004.4

С. Н. Дядечкин
 Научный руководитель – В. В. Кукарцев
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПРОБЛЕМА РАЗВИТИЯ КОРПОРАТИВНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В РОССИИ

Рассматривается проблема выбора корпоративной информационной системы для автоматизации и управления предприятием, а также возникающие в дальнейшем проблемы покупки и внедрения информационной системы.

Руководитель любой компании рано или поздно сталкивается с проблемой систематизации информации и автоматизации процессов, работающих с информацией. На начальном этапе развития небольшой фирмы возможна ситуация, когда компания использует стандартные офисные приложения, для ведения складского, бухгалтерского, управленческого и других учетов, а руководству компании для принятия решения, подкрепленного достоверными данными, достаточно позвонить нужному сотруднику и попросить подготовить отчет в произвольной форме. То со временем роста объемов данных компания ставит перед собой задачу выбора, покупки, внедрения и обслуживания современной корпоративной информационной системы, охватывающей все аспекты хозяйственной деятельности предприятия.

Автоматизация – одна из главных тенденций развития современного управления предприятиями. Нынешний уровень развития автоматизированных систем управления предприятиями можно обозначить как уровень интегрированного управления [2]. В связи с этим интегрированные системы управления территориально распределенной корпорацией, основанные на углубленном анализе данных, широком использовании систем информационной поддержки принятия решений, электронных документообороте и делопроизводстве [3]. Корпоративные информационные системы (КИС) призваны объединить стратегию управления предприятием и передовые информационные технологии.

Любая организация, проходя через изменения, чаще всего реагирует на них выставлением барьеров против этих изменений. Существует множество барьеров к использованию общих информационных систем и на обеспечение доступа к накопленным в организации знаниям. Оправдания тут самые различные: ссылки на секретность или коммерческую тайну, отсутствие времени, средств и специалистов необходимой квалификации, и просто на хакеров.

В большинстве случаев полностью отсутствует здравая политика или стратегия построения КИС на промышленных предприятиях [6]. Решения по выбору технологической платформы формирования КИС и партнера по ее созданию подавляющее большинство руководителей принимает под эмоциональным напором продавцов «готовых» решений, активно ссылающихся на удачные опыты внедрения этих платформ в авторитетных фирмах. При этом потребитель полностью лишен возможности предварительно «пощупать», оценить, объективно сопоставить предлагае-

мые решения с аналогичными конкурентными предложениями других продавцов применительно к своим проблемам, чтобы сделать единственно правильный выбор. При этом потребитель вынужден купить полный комплект аппаратуры (компьютеры, сетевое оборудование) и системное и программное обеспечение.

Главным барьером является выбор корпоративной информационной системы [4]. На данный момент на рынке существует множество корпоративных информационных систем, включающих в себя подсистемы соответствующего назначения, или так называемые CRM-решения. Перед руководителем стоит проблема выбора оптимальной системы, ему необходима такая система КИС, которая поможет повышать эффективность управления и минимизировать издержки, помогающие осуществлять контроль бюджетных процессов, рабочего времени сотрудников, выполненных ими работ, хода реализации проектов, документооборота и других управленческих функций. С помощью эффективной корпоративной информационной системы можно значительно упростить процессы контроля и управления на предприятии любого уровня.

После выбора КИС возникают новые барьеры внедрения новой информационной системы в работу предприятия. На предприятии возникают проблемы при внедрении корпоративной информационной системы: технологические и личные. Технологические проблемы связаны с программно аппаратной частью, руководители компании большинство из них не желают, трать средства на внедрение КИС – это ложится на плечи отдела автоматизации систем управления (АСУ). Проблема личного характера является опасение работников компании, что с вводом системы в эксплуатацию они потеряют свое рабочее место либо утратят свою роль. Наиболее подвержен подобным страхам операционный персонал, однако и менеджмент тоже может усмотреть персональную угрозу для себя. Таким образом, сотрудники различных уровней оказываются заинтересованными в срыве внедрения ИС.

Главная проблема – это острая нехватка квалифицированных кадров на управленческом уровне, впрочем, она ощущается и осознаётся уже сейчас. Можно добавить, что все проблемы, возникающие у пользователей информационной системы, приводят к снижению производительности труда и к постоянным ошибкам при передаче и анализе информации.

Подводя итог, хотелось бы выделить главную проблему выбора и внедрения КИС. Выбор КИС трудоемкий, дорогостоящий процесс, стоящий перед руко-

водителем компании. Компании необходима такая КИС, которая поможет повышать эффективность управления и минимизировать издержки производства. На предприятии возникают проблемы при внедрении корпоративной информационной системы: технологические и личностные. Технологические проблемы связаны с программным, аппаратным обеспечением, и которые будут заниматься внедрением КИС. Внедрение надежной корпоративной информационной системы дает возможность улучшить качество обслуживания клиентов, улучшить взаимоотношения с поставщиками, повысить производительность труда, совершенствовать систему учета финансовых операций и снизить себестоимость продукции. Наибольший эффект от внедрения КИС достигается при ее комплексном развертывании и максимальной заинтересованности руководства предприятия в успехе всего проекта.

Для решения проблемы выбора и внедрения корпоративной информационной системы необходима серьезная компания, которая обеспечит этот процесс. Она должна иметь опыт в данной сфере, что поможет оградить заказчика от множества проблем, которые могут возникнуть при не компетентном подходе.

Библиографические ссылки

1. Березный А., Дубовик С. Управленческий учет: вопросы методологии и использования компьютерных информационных систем // Рынок ценных бумаг. 1999. № 9.
2. Верников Г. Г. Корпоративные информационные системы: не повторяйте пройденных ошибок // Менеджмент в России и за рубежом. 2003. № 2.
3. Калянов Г. Н. Построение интегрированных информационных систем управления предприятием на основе тиражируемого решения // Консультант директора. 2000. № 21.
4. Круглова Е. Проблемы создания корпоративных информационных систем // Консультант директора. 1999. № 9.
5. Ценжарик М. К. Корпоративные информационные системы: перспективы для экономической науки и практики // Вестник СПбГУ. Сер. 5. Экономика. 1999. Вып. 1.
6. Шепталин Г. А. Методологические проблемы внедрения информационных систем управления бизнес-процессами предприятия // Стратегическое управление ресурсами предприятия : сб. ст. участников Междунар. науч.-практ. конф. (25–26 апреля 2003 г.). Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2003.

© Дядечкин С. Н., 2014

УДК 004.08

А. А. Елистратова, И. С. Коршакевич

Научный руководитель – *Д. В. Тихоненко*

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

ТЕХНОЛОГИЯ РАДИОЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ

Рассматриваются технологии радиочастотной идентификации, их характеристики, преимущества, принцип работы RFID систем, области их применения, перспективы развития этих технологий на российском рынке и компании, которые занимаются такими разработками.

Сегодня в современном обществе происходит не только его глобальная информатизация, но и компьютеризация, и автоматизация внутренних и внешних экономических процессов предприятий и учреждений. К основным задачам, требующим быстрого и эффективного решения, относятся электронная бесконтактная идентификация объектов, управление доступом и защита каналов передачи информации.

Одним из решений этих задач является использование электронных носителей. Однако у таких электронных носителей как банковская или телефонная карта, которые являются наиболее популярными, есть один большой недостаток: наличие механических контактов, которые значительно ограничивают область их применения. Поэтому более удобными будут такие устройства, где передача данных будет осуществляться с помощью носителя информации и считывающего устройства, причем непосредственного контакта между ними быть не должно.

Радиочастотная идентификация (RFID – Radio Frequency Identification) – одна из самых современных

технологий идентификации, которая предоставляет намного больше возможностей по сравнению с другими. В ее основе лежит технология передачи информации с помощью радиоволн. Передаваемой информацией могут быть сведения, необходимые для идентификации объектов, на которых закреплены специальные метки, несущие как пользовательскую, так и идентификационную информацию [1].

Основными преимуществами таких технологий являются:

- высокая скорость чтения меток (1000 шт./с);
- возможность чтения и записи информации на расстоянии;
- долговечность;
- высокая степень безопасности.

Сама система состоит из метки, на которой хранится уникальный идентификационный код, считывателя – прибора для чтения и записи информации, антенны (для наведения электромагнитного поля) и самой системы управления считывателями, т. е. компьютера [1].

RFID-технологии широко используются в логистике, в промышленности, в розничной торговле, в системах аутентификации работников на предприятиях, в медицине, в библиотеках. Во всех случаях радиочастотная идентификация связывает некоторый физический объект с какими-либо другими атрибутами (описание товара, дата получения/отгрузки, стоимость и т. д.). RFID-метки используются в качестве паспортов во многих странах мира. Такие метки включены и в паспорта граждан РФ с 2006 года. Полная замена старых паспортов на новые была произведена к 2009 году. RFID-метка находится под фотографией [2].

Как считают многие эксперты, рынок радиочастотных технологий в РФ только зарождается. На данный момент в этой отрасли предложение превышает спрос, поэтому сам рынок развивается быстрыми темпами: с 2008 по 2010 год темп роста более 19 %, в то время как за рубежом всего 15 % [3].

При поддержке ГК «Роснано» в России было создано 3 независимых производства:

- «Sitronics» производят карточки для московского метрополитена;
- Компетенции «Систематики» включают в себя решения и услуги для государственных и коммерческих организаций по следующим направлениям: сетевые и телекоммуникационные решения корпоративного и инфраструктурного уровня, вычислительные системы и ЦОД, инженерные системы, решения в области информационной безопасности, системы управления ИТ-инфраструктурой (ITSM), решения на базе технологии радиочастотной идентификации (RFID) и т. д. [4];

- ОАО «Авангард» создает в Санкт-Петербурге серийное производство датчиков давления и деформации, устройств радиочастотной идентификации, высокочастотных полосовых фильтров и газосигнализаторов.

Из-за того, что технологии радиочастотной идентификации дороги в производстве и установке в России они используются преимущественно для осуществления логических операций. Например, в метрополитене крупных городов, в библиотечных системах (во избежание краж книг), в системе паспортного контроля, в дистанционном управлении и т. д.

Однако, несмотря на дороговизну, российские таможенные службы хотят внедрять у себя системы радиочастотной идентификации: «Гармонизация таможенных процедур, введение единых стандартов автоматической идентификации грузов, система одного окна на таможне – это как раз те меры, которые

позволяют нашей стране более полно использовать транзитный потенциал», – сказал председатель ДКС АТЭС, председатель совет директоров группы «Сумма» Зиявудин Магомедов.

При успешном положении дел в сфере RFID-технологий планируется проведение следующих работ [5]:

- активное использование технологий ближнего поля действия;
- применение систем RFID коротковолнового диапазона, отличающихся наибольшей чувствительностью;
- реализация идентификационных программ, основанных на RFID-технологиях (пропускные системы, биометрическая идентификация);
- широкое применение в маркировке значительного ассортимента товаров в роботизированном режиме без участия людей в процессе;
- полностью автоматическое производство любых товаров.

Таким образом, технология радиочастотной идентификации развивается в России, даже не смотря на то, что мало кто о ней знает. Эти технологии начали использоваться в России в начале 2000-х годов, а производить российские RFID-метки стали только в конце 2000-х. Однако молодость этой отрасли не пугает амбициозных производителей таких систем: они уже планируют дальнейшие перспективы развития. Возможно, в скором будущем в России будут и биометрические паспорта со встроенными RFID-метками.

Библиографические ссылки

1. Статья о технологиях радиочастотной идентификации [Электронный ресурс]. URL: <http://www.datakrat.ru/technology/7942.html> (дата обращения: 25.03.2014).
2. Статья об областях применения RFID [Электронный ресурс]. URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Применения_RFID (дата обращения: 27.03.2014).
3. Статья о развитии RFID [Электронный ресурс]. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/RFID> (дата обращения: 26.03.2014).
4. О компании «Систематика» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.systematic.ru/> (дата обращения: 27.03.2014).
5. Статья о перспективах развития RFID [Электронный ресурс]. URL: http://rfid-m.ru/reshenia/stati/stat_budushee_rfid.php (дата обращения: 24.03.2014).

© Елистратова А. А., Коршакевич И. С., 2014

П. А. Желткевич
 Научный руководитель – Е. В. Филюшина
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ИНДЕКСА «ММВБ – ИННОВАЦИИ» В ПЕРИОД С 08.01.2013 ПО 19.12.2013 гг.

Выполнен анализ динамики индекса «ММВБ – инновации» с целью поиска закономерности его развития и прогноза будущей динамики. Указаны причины, влияющие на динамику индекса.

Рынок Инноваций и Инвестиций ММВБ (РИИ ММВБ) – биржевой сектор для высокотехнологичных компаний, созданный ЗАО «ММВБ» совместно с ОАО «РОСНАНО». Основная задача РИИ ММВБ – содействие привлечению инвестиций, прежде всего, в компании малой и средней капитализации инновационного сектора российской экономики.

Основная целевая группа эмитентов: высокотехнологичные компании малой и средней капитализации, планирующие привлечение акционерного капитала, венчурные фонды.

Индекс ММВБ – инновации представляет собой ценовой взвешенный по рыночной капитализации индекс акций российских компаний, допущенных к торгам на ММВБ на Рынке инноваций и инвестиций.

В целях ограничения влияния акций отдельного эмитента на индекс вес акций эмитента в индексе ограничивается 30 % (на дату утверждения базы расчета индекса на очередной период) путем использования при расчете индекса весового коэффициента, значение которого рассчитывается в соответствии с установленным алгоритмом. Кроме того, установлен минимальный вес акций отдельного эмитента в индексе, равный 1 % [1].

В качестве исследуемой выборки были отобраны данные за период с 08.01.2013 по 19.12.2013 как наиболее перспективные с точки зрения анализа текущей динамики индекса [2]. Перед этим были также проанализированы более объемные выборки данных, но при этом было установлено, что при построении прогнозных значений на основе полученных уравнений возникают значительные отклонения от фактических показателей индекса.

Далее рассмотрим основные статистические показатели для исследуемой выборки.

Среднее значение индекса за исследуемый период равно 424,44 пункта при минимальном значении в 351,67 пункта и максимальном 500,8 пункта.

За исследуемый период показатель индекса имеет нисходящую динамику, при этом медиана равна 418,18, что говорит о преобладании показателей ниже среднего.

Коэффициент вариации равен 0,44 %, что свидетельствует об относительной однородности данных.

Большая часть значений колеблется около среднего значения, о чем свидетельствует отрицательный эксцесс, равный $-0,4214$, незначительная дисперсия (1198,99) со стандартным отклонением равным 34,63.

При проверке данных на стационарность с помощью F -теста для дисперсии было установлено, что

временной ряд не является стационарным. Для получения линейного уравнения зависимости по времени и приведения временного ряда к стационарному виду был применен метод наименьших квадратов. Уравнение линейного тренда имеет вид

$$\hat{y}_t = 472,16 - 0,27505 \cdot t, \quad (1)$$

где \hat{y}_t – оценка значения индекса; t – номер дня.

Значение коэффициента R^2 (0,6313) показывает, что 63,13 % общей вариации данных описывается линейным уравнением линии тренда. Рассчитанный уровень значимости по критерию Фишера ($0 < 0,05$) позволяет утверждать, что уравнение адекватно описывает опытные данные. Коэффициент корреляции, равный 0,8988, подтверждает зависимость значения показателя индекса по времени.

При анализе остатков на наличие автокорреляции было выявлено высокое значение коэффициента корреляции первого порядка, что является характерной особенностью для финансовых данных и подтверждает линейный характер тенденции. При этом коэффициенты корреляции более высоких порядков снижаются с увеличением лага, что исключает периодический характер колебаний.

На основании полученного уравнения (1) был сделан прогноз на последующие 7 дней. В результате было установлено, что при отсутствии резких скачков цен на акции компаний-эмитентов, включенных в базу расчета индекса, уравнение позволяет получить адекватный прогноз. Напротив, при значительных колебаниях индекса данное уравнение неприменимо.

Вследствие особенностей расчета показателя индекса, для получения более точного прогноза необходимо исследовать динамику цен акций всех эмитентов, начиная с наиболее крупных. При этом нужно учитывать множество факторов, влияющих на стоимость акций.

Если инвесторы считают компанию переоцененной (ее акции стоят слишком дорого), то они могут принять решение эти акции продавать. Это повлечет за собой падение цен. В тоже время, если инвесторы считают, что акции компании очень дешевые, они могут начать их покупать. Это заставит цену расти [4].

Самый важный фактор, влияющий на стоимость компании, – это ее доходы. Если компания делает регулярную прибыль, она сможет развиваться и приносить прибыль инвесторам. Если же компания регулярно несет убытки, только необразованные инвесторы будут покупать ее акции, будущее которых под угрозой.

Информацию о своем финансовом состоянии компании обязаны предоставлять регулярно, чтобы инве-

сторы могли видеть реальную картину и на основании этого принимать решения. Более подробно о том, какую информацию предоставляют компании, мы поговорим в дальнейших статьях.

Безусловно, не только доходы компании заставляют акции меняться в цене. Существует множество других факторов и индикаторов, которые демонстрируют состояние компании. Исходя из них инвесторы и принимают свои решения.

Применительно к индексу «ММБВ – инновации», значительное влияние на его показатель и на стоимость акций эмитентов, включенных в базу расчета индекса, могут оказывать внешние факторы. При этом, отрицательную динамику индекса может поддерживать отсутствие вложений со стороны крупнейших инвесторов, отсутствие данных о новых технологиях и патентах, полученных эмитентами и негативные прогнозы аналитиков. Также одним из значимых факторов может выступать эффективность отрасли компаний-эмитентов, вследствие одинакового влияния данного фактора на все компании, по которым рассчитывается индекс [3].

Библиографические ссылки

1. Рынок инноваций и инвестиций. Индекс ММБВ – инновации [Электронный ресурс] // Московская межбанковская валютная биржа. URL: https://www.micex.ru/articles/file/9361/MICEX_INNOV_brochure.pdf (дата обращения: 28.03.2014).
2. ММБВ – Инновации [Электронный ресурс] // Московская межбанковская валютная биржа. URL: <http://www.micex.ru/marketdata/indices/shares/innovations> (дата обращения: 28.03.2014).
3. Рыночная стоимость акций – 10 факторов [Электронный ресурс] // Инвестиции и Финансы. URL: <http://investsovet.ru/inevstitsii/10-faktorov/> (дата обращения: 28.03.2014).
4. Цена акции и факторы, влияющие на её цену [Электронный ресурс] // Bizkiev Бизнес-журнал. URL: <http://bizkiev.com/content/view/392/598/> (дата обращения: 28.03.2014).

© Желткевич П. А., 2014

УДК 519

Т. Г. Жмурова, С. В. Артеменко

Научный руководитель – *С. С. Бежитский*

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

СО-РА ACCELERATOR SAP ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Рассматривается способ анализа и обработки больших данных, значимых для различных организаций и фирм, в режиме реального времени с помощью программного продукта СО-РА Accelerator SAP.

На сегодняшний день успешное развитие организации среди конкурирующих фирм предполагает быстрый и качественный анализ больших данных для получения ценных и своевременных решений. Чем быстрее анализ работает, и чем больше данных, тем ценнее и эффективнее будут результаты.

Еще в недавнем прошлом, аналитикам приходилось идти на компромиссы в использовании нужной для компании информации, так как отсутствовала возможность своевременного взаимодействия со средой, что не позволяло воспользоваться большим объемом данных при мгновенной скорости их обработки за определенный конечный период времени. Исходя из того, что аналитикам важен анализ таких данных, как чеки, записи звонков, анкеты клиентов, публикации в социальных сетях именно в режиме реального времени, многие разработчики интеллектуальных систем предлагают свои технологические разработки в этой сфере [1; 2].

Так, например, SAP выпустила обширный комплекс решений данной проблемы, разработанных на платформе SAP HANA, которая позволяет обрабатывать «большие данные со скоростью мысли».

В данной статье будет рассматриваться программный продукт СО-РА Accelerator SAP, который позво-

ляет менеджерам различных компаний максимизировать успех в динамической деловой среде с актуальными решениями в реальном времени. Менеджеры и начальники отделов по продаже, регионам, работе с клиентами, закупкам и т. д., не дожидаясь статистических отчетов от отделов финансов и ИТ, могут создавать тактические, оперативные и стратегические бизнес-решения в режиме реального времени.

Основными характеристиками СО-РА Accelerator SAP является применение вычислений в оперативной памяти и использование SAP HANA как вторичной базы данных. С технической точки зрения HANA представляет собой систему, состоящую из аппаратной части (комплекса blade-серверов на базе архитектуры Intel Nehalem-EX CPU, от партнеров-производителей аппаратного обеспечения) и программного обеспечения от SAP, поставляемую в виде предконфигурированного комплекса. Это упрощает возможность внедрения программного комплекса в уже существующую систему компаний. Программная часть SAP HANA включает три элемента. Первый элемент – инструмент моделирования, определяющий, какие данные и из каких источников будут присутствовать в HANA. Вторая составляющая – инструменты загрузки данных, задающие правила перемещения

данных в HANA. Третий элемент является наиболее интересной частью – это база данных «in-memory», способная хранить огромные объемы данных и обрабатывать их с высокой скоростью.

Анализировать данные в CO-PA Accelerator SAP довольно просто. Пользователем выбирается критерий (Measures), по которому будет анализироваться информация. После подбирается фильтр (Filters), с помощью которого определяются данные, которые требуются в отчете. При отборе нужной информации, например, такой как: год, страна, промышленная группа, промышленная отрасль, район, заказчики или клиенты, потоки быта и т. д., с помощью фильтра можно получить отчетности и графики по заданным направлениям. И уточняется поле, по которому будет проводиться группировка (Group).

Например, если менеджеру по регионам нужно определить в какой-либо стране лучший район по продажам для определенного продукта у определенной компании за какой-либо год, он должен совершить следующие действия:

- 1) установить Measures – в данном случае это чистая прибыль (Net Profit);
- 2) подобрать Filters: исходя из запроса, указывается, за какой год (Year) определяется чистая прибыль, в какой стране (Country) и компании (Division), по какому продукту (Product);
- 3) отсортировать данные по выбранному полю – в данном случае сортируется по полю район (Sales District);
- 4) изучить данные в виде таблицы или по графику.

С помощью такого анализа данных можно с легкостью получить своевременные данные на такие запросы, как:

- самый прибыльный клиент прошлого года;
- сравнение самых выгодных продуктов в специализированной отрасли;
- определение наибольших издержек между клиентами за последнее N-количество лет;
- определение компании с наименьшим объемом продаж и т. д.

Подводя итоги, можно сказать, что программный продукт CO-PA Accelerator SAP предоставляет точный анализ рентабельности, который является жизненно важным для принятия решения, ведь от этого зависит, какие продукты предлагать, какую цену запросить, куда определить поставку продукции. Он помогает вовремя определять направление бизнеса, найти и устранять лишние расходы и создавать высококачественные отчеты, отражающие результаты индивидуально для каждого пользователя.

Библиографические ссылки

1. Gain the Full Benefit of Profitability Analysis with In-Memory Computing from SAP [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sap.com> (дата обращения: 18.03.2014).
2. SAP HANA: теория вопроса [Электронный ресурс]. URL: SAP HANA : теория вопроса –© SAP.com (дата обращения: 18.03.2014).

© Жмурова Т. Г., Артеменко С. В., 2014

УДК 314.02

Е. С. Захарова

Научный руководитель – *С. И. Сенашов*

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

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ОБЩЕЙ ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ США ЗА ПЕРИОД С 01.11.1983–01.10.2013 гг.

Сделан анализ изменения общей численности населения США всех возрастов, включая вооруженные силы за рубежом, построено уравнение регрессии, описывающее его динамику.

В аналитической литературе и статистических изданиях отмечается, что США, по численности населения, занимает третье место в мире после Индии и Китая. При этом за последние 30 лет население США увеличилось с 235 078 до 317 132 тыс. человек [1], а в процентном выражении практически на 35 % [1; 2].

Казалось бы, население США равномерно увеличивается. Но так ли это на самом деле? Существуют ли микроволны в рамках, которых наблюдается уменьшение общей численности населения или наблюдается только рост? Для ответа на эти вопросы необходимо проанализировать имеющиеся данные об общей численности населения. Для этого необходимо построить график данных и линии тренда, затем выбрать уравнение регрессии наиболее полно описывающее наши данные, а затем произвести статистическую обработку.

Рассмотрим основные статистические показатели для данной выборки значений общей численности населения США:

мода – 316 702;
среднее значение – 276 178,06;
медиана – 277 140.

Дисперсия для данной выборки равна 634 601 176,8. Соответственно, коэффициент вариации 9,12 %. Так как коэффициент вариации меньше 33 %, можно говорить, что данные являются однородными.

Экссесс равен $-1,31 < 0$. Так как эксцесс отрицательный, то распределение плосковершинное, а это значит, что значения сосредоточены вблизи среднего в меньшей мере, нежели у нормального распределения.

Асимметрия, показывающая смещение данных, равна $-0,04$. Это указывает на то, что значения выше среднего имеют несколько больший вес в выборке.

После построения 5 различных линий тренда – убедились, что уравнение линейной линии тренда лучше всего описывает рассматриваемые данные ($R^2 = 0,9981$).

Уравнение линии тренда имеет следующий вид:

$$\hat{Y}_t = 7,945t - 10529, \quad (1)$$

где \hat{Y}_t – оценка показателей общей численности населения; t – порядковый номер значения данных выборки.

Значение коэффициента $R^2 = 0,9981$ показывает, что 99,81 % общей вариации данных описывается уравнением линии тренда. Рассчитанный уровень значимости F по критерию Фишера ($0 < 0,05$) подтверждает значимость R^2 и уравнения. Коэффициент корреляции $R = 0,9991$ также указывает на сильную степень зависимости общей численности населения США от времени.

По критерию Стьюдента, в данном уравнении оба коэффициента значимы.

Далее проводим анализ остатков на наличие автокорреляции. При этом наблюдается сильная корреляция последующего остатка с предыдущим. Поэтому строится регрессия для остатков, которая по методу наименьших квадратов выглядит следующим образом:

$$e_t = 0,995e_{t-1} + 0,434e_{t-2} - 0,558e_{t-4} + 0,128e_{t-5}.$$

На основании этого строится новое уравнение, включающее уравнение линии тренда и учитывающее автокорреляцию остатков:

$$\hat{Y}_t = 7,945t - 10529 + 0,995e_{t-1} + 0,434e_{t-2} - 0,558e_{t-4} + 0,128e_{t-5}. \quad (2)$$

Повторный тест остатков на автокорреляцию дал отрицательный результат.

Для корректировки метода наименьших квадратов требуется также проверка остатков на гомоскедастичность. Анализ показал, что среди остатков наблюдается однородность рассеивания.

Таким образом, по уравнению можно сделать адекватный прогноз.

Библиографические ссылки

1. О населении США [Электронный ресурс]. URL: <http://russia-in-us.com/o-naselenii-ssha> (дата обращения: 18.03.2014).
2. Общая численность населения: всех возрастов, включая Вооруженные силы за рубежом [Электронный ресурс]. URL: <http://www.economagic.com/em-cgi/data.exe/fedstl/pop> (дата обращения: 18.03.2014).

© Захарова Е. С., 2014

УДК 004.9

Е. В. Зорина

Научный руководитель – *Е. А. Бежитская*
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

WEB-ДИЗАЙН: LANDING PAGE

В то время, как в США и Европе такое явление как landing page используется давно, в России же оно только стало популярным и уже получило широкое распространение.

В современном мире высокого развития технологий web-дизайн занимает далеко не последнюю роль. Благодаря грамотному и приятному дизайну пользователю легко и удобно найти важную для себя информацию. Стоит отметить, что web-дизайн – это один из видов графического дизайна цель которого состоит в том, чтобы разрабатывать и оформлять объекты в интернете. Немаловажным является и ответственность за высокие эстетические свойства [2].

Такой вид оформления как landing page весьма актуален и вполне заслуженно снискал популярность в сфере дизайна. Ведь благодаря ему повышается эффективность рекламы и продаж различных товаров или услуг. Под landing page, или же ее можно назвать «посадочной страницей», подразумевается единичная web-страница, которая предполагает одну определенную цель для пользователя [3]. И эта цель – совершение пользователем одного главного действия (например, оформление покупки или подписки). Чаще всего такие страницы создаются для рекламы или продажи какого-либо товара или услуги, оформления подписок

или регистрации, подачи заявление, скачивания программ и т. д.

Для того чтобы пользователь совершил определенное действие, например, купил предлагаемый товар, landing page должна содержать призывный элемент, подталкивающий пользователя к этому действию (call to action). Обычно подобный элемент имеет очень яркое оформление. Кроме того, рядом с призывом к совершению действия, обычно содержится информация, подталкивающая пользователя к этому [1]. Часто эта информация вызывает у пользователя ощущение в дефицитности рекламируемого товара или услуги, а так же ощущение важности этого товара для себя. Пользователь скорее совершит покупку, опасаясь не успеть получить что-то важное, или же обратив внимание, что уже огромное количество человек, которые приобрели данный товар, очень довольны и гораздо облегчили себе жизнь.

Ко всему прочему, landing page очень просты в оформлении. На таких страницах нет отвлекающих пользователя моментов. Его внимание не рассеивает-

ся, так как траектория взгляда обычно хорошо продумана, что помогает пользователю быстрее принять информацию и обратиться к call to action. Говоря кратко, landing page содержит три основных элемента: информация для доступного понимания важности продукта, ощущение дефицита/важности продукта и призыв к действию.

Именно поэтому данный вид страниц снискал популярность. Использование landing page повышает результаты продаж, подписок, регистраций во много раз. Ведь пользователя ничто не отвлекает, когда он находится на странице. Он легко воспринимает информацию, которую до него хотят донести, у него нет ощущения в том, что это обман. К тому же, ощущение дефицитности товара или услуги помогает его подтолкнуть в совершении покупки или регистрации одним кликом, над которой он раздумывал.

Использование landing page уже нашло отклик в продаже товаров по интернету, в оформлении подписок, в регистрации в сети. Так же подобные страницы

очень полезны для рекламы. С помощью данных страниц можно рекламировать не только какие-либо определенные бытовые товары, но и образовательные программы. Так же landing page можно использовать для онлайн-опросов и различных приложений для смартфонов и планшетов.

Библиографические ссылки

1. Landing page, которая работает [Электронный ресурс]. URL: <http://habrahabr.ru/post/143923> (дата обращения: 18.03.2014).
2. Веб-дизайн [Электронный ресурс]. URL: <http://ru.wikipedia.org> (дата обращения: 18.03.2014).
3. Посадочная страница: что это такое и с чем ее едят? [Электронный ресурс]. URL: <http://kak-eto-sdelat.com/posadochnaya-stranica-cto-eto-takoe-i-s-chem-ee-edyat> (дата обращения: 18.03.2014).

© Зорина Е. В., 2014

УДК:519.688:330.332

Н. В. Кадникова

Научный руководитель – *Е. А. Бежитская*
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПО ФОРМИРОВАНИЮ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПОРТФЕЛЯ

Рассматривается оптимизация инвестиционного портфеля с помощью генетических алгоритмов, для повышения качества инвестирования финансовых средств, в виде надежного сбережения капитала или получения максимального дохода при допустимом риске.

Согласно теории инвестиций эффективными являются те портфели, которые одновременно обеспечивают и максимальную ожидаемую доходность при фиксированном уровне риска, и минимальный риск при заданном уровне ожидаемой доходности. Задача формирования портфеля ценных бумаг относится к оптимизационным задачам, но трудно решается традиционными методами. Функции зависимости не могут быть аппроксимированы до линейных, без потери точности, а значит детерминированный алгоритм поиска (симплекс-метод) неприменим. Градиентный метод спуска для поиска максимума работает быстро, но не гарантирует оптимальности найденного решения. С другой стороны, полный перебор вариантов инвестирования, обеспечивает очень точный результат, однако требует недопустимо много времени [4].

В последние десятилетия получили развитие и продемонстрировали свою универсальность так называемые эволюционные алгоритмы. Одними из наиболее эффективных эволюционных алгоритмов в настоящее время являются стандартный генетический алгоритм.

В общем виде работу стандартного генетического алгоритма можно представить следующим образом:

1. Инициализировать случайным образом популяцию решений. Кодировка исходных логических зако-

номерностей в базе данных, которые именуют хромосомами, а весь набор таких закономерностей называют популяцией хромосом.

2. С помощью оператора селекции (метод рулетки, турнирный отбор и др.) выбрать наиболее пригодную часть популяции (родителей) для порождения потомков.

3. Применить оператор скрещивания (сгенерировать новые решения). Оператор скрещивания (crossover) осуществляет обмен частями хромосом между двумя и более хромосомами в популяции. Может быть одноточечным или многоточечным. Одноточечный кроссовер работает следующим образом. Случайным образом выбирается одна из 1–1 точек разрыва – участок между соседними битами в строке. Обе родительские структуры разрываются на два сегмента по этой точке. Затем, соответствующие сегменты различных родителей склеиваются и получаются два генотипа потомков.

4. Новые решения (потомков) подвергнуть мутации. Мутация (mutation) – стохастическое изменение части хромосом. Каждый ген строки, которая подвергается мутации, с вероятностью P_{mut} меняется на другой ген.

5. Из популяции родителей и потомков сформировать новую рабочую популяцию.

6. Повторять шаги 2–5, пока не выполнится условие остановки.

По ходу работы генетический алгоритм генерирует решения задачи, все более приближающиеся к оптимальным. В ходе работы накапливается и обрабатывается статистическая информация о поверхности отклика целевой функции, что приводит к повышению вероятности сгенерировать оптимальное решение [3].

Разработка модели программной системы:

1. По определению портфель ценных бумаг будет иметь следующий вид: $X_i + \dots + X_n = 1$

2. Доходность портфеля ценных бумаг вычисляется формулой: $R_{\text{портфеля}} = X_i R_i + \dots + X_n R_n$

3. Эффективность портфеля соответственно будет исчисляться:

$$M_{\text{портфеля}} = E(R_{\text{портфеля}}), \quad E(R_i) = \sum_{i=1}^n R_{it} / n,$$

$$R_{it} = \frac{SCP_{it} - SCP_{i(t-1)}}{SCP_{i(t-1)}}.$$

где R_{it} – доходность ценной бумаги i за время t ; SCP_{it} – цена на момент закрытия биржи ценных бумаг на ценную бумагу i в момент времени t ; n – число периодов времени для доступных данных.

4. Риск портфеля рассчитывается по формуле:

$$\sigma_{\text{портфеля}} = \sqrt{E((M_{\text{портфеля}} - R_{\text{портфеля}})^2)},$$

$$\sigma_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n ((R_{it} - E(R_i)) * (R_{jt} - E(R_j))).$$

5. Обозначим параметры модели, описывающей оптимальный портфель ценных бумаг:

Входными параметрами модели будут являться:

$S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$ – множество всевозможных состояний рынка, где i – общее количество состояний;

$P(S_i)$ – вероятность возникновения состояния s_i причем: $\sum p(s_i) = 1$

$N = \{n_1, n_2, \dots, n_j\}$ – акции, отобранные для включения в портфель, где j – общее количество акций;

$R = \{r_{1,1}, r_{1,2}, \dots, r_{ij}\}$ – матрица возможных значений доходности j -й акции для i -го состояния.

Выходными параметрами модели будут являться:

$M = \{M_1, M_2, \dots, M_j\}$ – среднеожидаемая доходность акций, где j – общее количество акций;

$B = \|\text{cov}(r_i, r_j)\|$ – ковариационная матрица, где диагональные элементы задают риск активов.

Целевые функции могут быть определены следующим образом:

$$\begin{cases} \sigma \rightarrow \min, & \sigma \rightarrow \min, & \sigma \rightarrow \max, \\ M \rightarrow \max, & M \rightarrow \min, & M \rightarrow \max. \end{cases}$$

В результате обеспечивается формирование оптимального по доходности и риску инвестиционного портфеля. Генетический алгоритм может быть стандартным, вероятностным (работающим с бинарными переменными, т. е. нужно предварительно вычислить распределение вероятностей), многокритериальным (для поиска множества вариантов оптимальных инвестиционных портфелей с различными соотношениями доходности и риска) [1; 2]

Библиографические ссылки

1. Аверченков В. И., Казаков П. В. Эволюционное моделирование и его применение : моногр. Брянск : БГТУ, 2009.

2. Казаков П. В. Возможности генетических алгоритмов для решения задачи многокритериальной оптимизации инвестиционного портфеля. Тверь : РАИИ. 2010 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.raai.org/resurs/papers/kii-2010/seminar/seminar1/Kazakov.pdf> (дата обращения: 18.03.2014).

3. Семенкин Е. С., Медведев А. В., Ворожейкин А. Ю. Модели и алгоритмы для поддержки принятия решений инвестиционного анализа // Вестн. Том. гос. ун-та. 2006. Вып. 293. С. 63–70.

4. Портал искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. URL: <http://www.aiportal.ru/articles/genetic-algorithms> (дата обращения: 18.03.2014).

© Кадникова Н. В., 2014

УДК 519.866

Е. Ф. Карабицина

Научный руководитель – *С. И. Сенашов*

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

АНАЛИЗ СТАТИСТИКИ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ В ГОРОДЕ КРАСНОЯРСКЕ В ПЕРИОД С ЯНВАРЯ ПО НОЯБРЬ 2013 г.

Проводится анализ статистических данных дорожно-транспортных происшествий в Красноярске за первые одиннадцать месяцев 2013 года.

Дорожно-транспортное происшествие – это событие, возникшее в процессе движения по дороге транспортного средства и с его участием, при котором погибли или ранены люди, повреждены транспортные средства, сооружения, грузы либо причинен иной материальный ущерб. Ежедневные статистические дан-

ные о количестве дорожно-транспортных происшествий за период с января по ноябрь 2013 года в городе Красноярске были представлены на сайте госавтоинспекции МВД России [1].

Согласно представленной информации за 11 месяцев было зафиксировано 1917 случаев ДТП, при этом

максимальное количество происшествий за сутки составило 10, а минимальное – 1. На рис. 1 представлен график ДТП за указанный период.

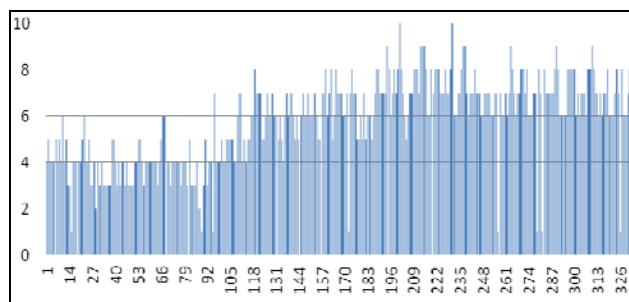


Рис. 1. Статистика ДТП в г. Красноярске в период с января по ноябрь 2013 года

Медиана данного ряда принимает значение 6, а мода – 7. Среднее значение данного статистического ряда 5,77, стандартное отклонение – 1,82. Поскольку отклонение незначительно, то можно говорить о том, что среднее значение хорошо описывает выборку. Дисперсия выборки – 3,72. Рассматриваемые данные о количестве ДТП являются однородными, так как коэффициент вариации составил 31,54. Для данного ряда характерна левосторонняя асимметрия, пик распределения менее острый, чем пик нормального распределения.

Данный статистический ряд наиболее точно описывает линейная линия тренда, представленная на рис. 2, при этом уравнение имеет вид $y = 0,0124x + 3,7144$. Был проведен F -тест полученного уравнения, который показал, что данное уравнение адекватно описывает данные.

Количество дорожно-транспортных происшествий имеет тенденцию к росту. Изучение данного ряда по среднемесячному количеству аварий показало, что в весенние месяцы наблюдается постепенное увеличение ДТП, что связано с ростом продаж автомобилей и началом дачного сезона. В летние месяцы рост ДТП продолжается, так как поток автомобилей уплотняется, в связи с благоприятными условиями для вождения. Резкое увеличение ДТП выпадает на май и август.

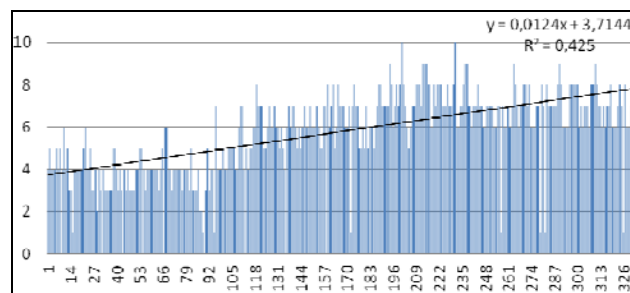


Рис. 2. «Линейная линия тренда»

В зимние месяцы наблюдается спад ДТП, однако в 2013 году по сравнению с 2012 он менее ощутимый. Сотрудники Госавтоинспекции объясняют данный факт тем, что в зимний период водители чаще проводят время в дороге в тёмное время суток, в связи с тем, что в ноябре была теплая погода, снежный покров не установился, и на дорогах не стало светлее [2]. Данный факт спровоцировал увеличение не только количество ДТП в целом, но главным образом увеличение ДТП с участием пешеходов.

Аварийность на дороге обусловлена многими факторами, что в значительной мере осложняет прогнозирование. Однако это не мешает выявить сезонность данного явления: количество дорожно-транспортных происшествий возрастает в весенне-летний период и снижается в осенне-зимний.

Библиографические ссылки

1. Красноярский край: Сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения [Электронный ресурс]. 2013. URL : <http://www.gibdd.ru/r/24/stat> (дата обращения: 18.03.2014).
2. АиФ-Красноярск: за 2013 год в Красноярске на 10,4 % увеличилось количество ДТП [Электронный ресурс]. 2013. URL : <http://www.krsk.aif.ru/society/1063118> (дата обращения: 18.03.2014).

© Карабицина Е. Ф., 2014

УДК 004.9

Д. С. Киселева

Научный руководитель – Т. Г. Долгова

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

ИНТЕРНЕТ КАК БИЗНЕС-ПРОСТРАНСТВО

Рассмотрена сеть Интернет, как электронная среда для ведения бизнеса. В настоящее время бизнес активно развивается посредством Интернета. Но остаются и традиционные формы бизнеса, которые, в свою очередь, также используют Всемирную сеть.

В современном мире Интернет является неотъемлемой частью повседневной жизни каждого человека. Большинство пользователей хотят сделать сеть источником дополнительного, а некоторые люди, и постоянного дохода.

Большинство людей хотят зарабатывать деньги, не выходя из дома. Именно благодаря Сети такой возможностью может обладать абсолютно каждый человек.

Бизнес в сети Интернет – это совокупность всех видов ведения коммерческой деятельности и деловой активности в рамках электронной сети со своей опре-

деленной спецификой и возможностями с целью удовлетворения потребностей пользователей Сети и получения различных благ взамен [1].

Вариантов заработка в Интернете существует много, все зависит от желания, трудоспособности и образования. Можно условно выделить такие наиболее популярные виды бизнеса в Сети, как:

1) **интернет-магазин** – это интерактивный сайт Сети, предлагающий посетителям возможности по приобретению тех или иных товаров или услуг [2].

2) **разработка и раскрутка сайтов** – направление бизнеса в Интернете, построенное по принципу «бизнес на бизнесе». Задачей данного процесса является создание электронного массива данных, в конечном итоге выведенного в web-интерфейс, для отдельно взятой организации или физического лица для осуществления им предоставления информации о себе, своей организации широкому кругу пользователей электронных сетей.

3) **партнерская программа** – форма делового сотрудничества между продавцом и партнерами, при продаже какого-либо товара или предоставления услуг. Позволяет продавцу сократить расходы на привлечение конечного покупателя [3].

4) **продажа продуктов авторского права** – вид бизнеса в Интернете, основанный на принципе интернет – магазина. Главное отличие состоит в том, что продукты не приходится рекламировать или придумывать стимулы продаж, потому что покупатели ищут их сами.

5) **PTC(Paid To Click) и PTW(Paid To Work) сайты** – виды online-заработка, основанные на трафике пользователей. PTC-сайты являются посредником между рекламодателем и потребителем, так как рекламодатель оплачивает показ рекламы на PTC-сайте, а часть этой суммы идет пользователю интернета, который посмотрел данную рекламу [4].

В случае с PTW-сайтами оплата не идет напрямую, но владелец сайта получает в большом количестве необходимую ему информацию, которая зачастую продается за значительно большую сумму, чем затраченную на ее поиск.

6) **интернет-реклама** – реклама, размещаемая в сети Интернет; представление товаров, услуг или предприятия в сети Интернет, адресованное массовому клиенту и имеющее характер убеждения [5].

7) **«черный заработок»** – вид бизнеса, так как это совокупность различных видов занятий в Сети, имеющих под собой материальную подоплеку, то есть стремление получить выгоду любой ценой.

В заключение отметим, что интернет-бизнес за последние года очень быстро и динамично развивается, а также с каждым годом появляются все новые методики по заработку. Человеку остается только выбрать, какой вариант ему ближе в каком направлении ему действовать, главное – было бы желание.

Библиографические ссылки

1. Бизнес в Интернете [Электронный ресурс]. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 23.12.2013).
2. Интернет-магазин [Электронный ресурс]. URL: http://innn.ru/obuchayuwaya_rassylka/vse_o_sajtah/ponyatie_internet_magazina/ (дата обращения: 23.12.2013).
3. Партнерская программа [Электронный ресурс]. URL: http://network-money.ucoz.ru/index/partnerka_что_это/0-12 (дата обращения: 23.12.2013).
4. Paid To Click [Электронный ресурс]. URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Paid_To_Click (дата обращения: 23.12.2013).
5. Интернет-реклама [Электронный ресурс]. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Интернет-реклама> (дата обращения: 23.12.2013).

© Киселева Д. С., 2014

УДК 004.4

Б. Н. Коломиец

Научный руководитель – *В. В. Кукарцев*

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

ЛОГИСТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ИХ ЗНАЧИМОСТЬ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Рассматривается значимость логистических процессов, их роль для успешного развития предприятия, а также важные особенности для обеспечения качественного функционала процессов.

Постоянное усложнение производства и обострение конкуренции фирм потребовали активизация роли логистики в повышении гибкости фирм, на их способности быстро реагировать на рыночные сигналы. В связи с этим главной задачей логистики стала разработка тщательно взвешенного и обоснованного предложения, которое способствовало бы достижению наибольшей эффективности работы фирмы, повышению ее рыночной доли и получению преимуществ перед конкурентами. Иначе недоучет тесной связи концепции логистики с активной рыночной

стратегией часто приводит к тому, что сама по себе закупка сырья, полуфабрикатов и комплектующих становится стимулом для начала выпуска той или иной продукции без наличия должного спроса на нее. В современной рыночной ситуации такой подход к выпуску продукции чреват коммерческим провалом.

Логистический процесс – определенным образом организованная во времени последовательность выполнения логистических операций, позволяющая достигнуть заданные на плановый период цели логистической системы или ее функциональных подразделений [1].

На промышленном предприятии, взаимодействующем с окружающей средой через материально-энергетические входы, в соответствии с выполняемой производственной функцией, применяемой технологией, реализуемой организацией продвижения продукции, происходит преобразование поступающих материалов. В свою очередь, создаваемые в результате этого преобразования готовые изделия поступают в окружающую среду (на рынок, партнерам по производственной кооперации и т. д.). Информационные потоки, характеризующие процессы преобразования ресурсов, имеют противоположное направление. В роли их источника выступает рынок, с которого поступает прямая (заказы) или косвенная (статистические данные о спросе) информация, позволяющая прогнозировать спрос.

Интегрированное управление продвижением материальных потоков через предприятие, основанное на решениях, вырабатываемых по результатам обработки информационных потоков, движущихся в обратном направлении, охватывает три основные фазы: закупки (снабжения), производства, сбыта (дистрибуции) [2].

Модель предприятия можно представить системой взаимозависимых материальных и информационных параметров. К первой группе относятся:

- товарно-материальные ценности;
- денежные средства;
- трудовые ресурсы;
- основные средства.

Непосредственно в логистических процессах на предприятии участвуют материальные ценности (сырье, материалы, полуфабрикаты, готовые изделия и т. п.), а также информация. Другие параметры, задействованные в продвижении материальных и информационных потоков (в том числе основные средства), образуют инфраструктуру этих процессов.

Степень сложности логистических процессов на предприятии зависит от его отраслевой ориентации, поскольку именно этот фактор предопределяет характер производственных процессов, применяемых технологий и как следствие – ассортимент и объем материальных поставок, разнообразие производственных, транспортных и манипуляционных операций, широкий спектр реализуемых готовых изделий, а также сложность их структуры [3].

С учетом характера производственных процессов и применяемых технологий можно выделить:

- предприятия с аппаратным характером производства;

– предприятия с монтажно-обрабатывающим характером производства.

На предприятиях первой группы производственные процессы ориентированы на выпуск широкой гаммы конечных продуктов из узкого спектра сырьевых ресурсов (типичный пример – химическое производство). На предприятиях второй группы (например, в автомобильной промышленности) наблюдается обратная ситуация – из очень большого количества сырьевых ресурсов, материалов, полуфабрикатов, комплектующих, сборочных узлов и т. п. изготавливается относительно небольшой ассортимент готовых изделий [4].

Минимизация расходов и максимизация доходов – это важнейшие направления деятельности любой коммерческой структуры.

Широкая сфера логистических процессов непосредственно влияет на максимизацию доходов от совокупной деятельности предприятия, она также может снижать расходы на неё. Эти два ведущих направления логистики отражаются как на финансовом результате, так и на укреплении рыночной позиции, достижении и удержании преимуществ в конкурентной борьбе.

Одним из наиболее важных ресурсов, определяющих степень эффективности деятельности компании, являются люди. Одним из важных условий проникновения логистической идеи во все сферы бизнеса компании является наличие высококвалифицированных специалистов по логистике.

В настоящее время ощущается определенный недостаток специалистов, имеющих не только опыт практической работы, но и владеющих фундаментальными теоретическими знаниями в области логистики. Хорошие специалисты по логистике должны обладать знаниями из различных областей, а также знать общие взаимосвязи между функциональными областями бизнеса.

Библиографические ссылки

1. Аникин Б. А. Логистика. М. : Проспект, 2005. 408 с.
2. Залманова М. И. Закупочная и распределительная логистика. Саратов, 1992.
3. Гаджинский А. М. Логистика : учебник. 13-е изд., перераб. и доп. М. : Дашков и Ко, 2006
4. Сковронек Ч. Логистика на предприятии. М. : Финансы и статистика, 2004. 400 с.

© Коломиец Б. Н., 2014

Б. Н. Коломиец
 Научный руководитель – Е. В. Филюшина
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АНАЛИЗ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПО ФОРУМУ AHORUS

Целью работы является анализ статистических данных по форуму всего спектра административно-хозяйственной деятельности Ahorus.ru. В данной работе используются статистические данные за весь 2012 год по количеству оставленных сообщений пользователями на форуме. Была произведена корреляция, регрессия, авторегрессия был использован критерий Спирмена. Построено уравнение на основе регрессионного, авторегрессионного анализа. Данные результаты помогут выявить зависимости, которые позволят поддерживать форум в оптимальном состоянии.

Ahorus.ru – это форум по всему спектру административно-хозяйственной деятельности (АХО). На административно-хозяйственном портале зарегистрировано более 2 000 пользователей. Ежемесячно портал АХО посещает более 25 000 уникальных пользователей, 55 000 страниц просматривается [1].

Воспользовавшись накопленными статистическими данными за весь 2012 год по количеству сообщений оставленных пользователями, был составлен график по количеству сообщений и выявлены пики активности на сайте.

Данные за 2012 год были отсортированы.

Была произведена описательная статистика и выявлено что:

1. Мода данного ряда равна 0, а встречается данное значение 85 раз, это показывает, что 85 дней не было никакой активности на сайте по новым сообщениям.

2. Медиана равна 3, это значит, что при этом значении ряд делится на две равные по численности части.

3. Асимметричность = 2,1 В данном случае распределение смещено вправо, т.е. его более длинная часть лежит левее центра (математического ожидания) и обратно.

4. Коэффициент эксцесса равен 6,3 и показывает, что основная масса данных группируется около центра.

5. Дисперсия выборки, т.е. степень разброса данных вокруг центра, равна 23,7.

6. Минимальное количество сообщений оставленных в день равно 0, максимальное – 30. Пик активности приходится на ноябрь 2012 года. Количество всех сообщений оставленных за год 2012 равно 1 540.

По критерию Спирмена было выявлено, что тренд у данного временного ряда отсутствует. Была сделана авторегрессия.

В регрессионной статистике было выявлено, что:

1. Коэффициент корреляции (множественный R) выявляет линейную зависимость между двумя переменными и измеряется в пределах от -1 до $+1$: чем ближе корреляция приближается к $+1$, тем сильнее положительная взаимосвязь между зависимой и независимой переменной и наоборот. Множественный $R = 0,33$ – это значит, что с вероятностью в 33 % будет определена точность предсказаний.

2. Коэффициент детерминации (R -квадрат) показывает, в скольких случаях изменчивость $Y(t)$ можно объяснить с помощью прогнозного значения $Y(t-1)$. Достоверность уравнение регрессии равна 0,11.

3. Нормированный R -квадрат (скорректированный коэффициент детерминации) означает, какое влияние коррективка R -квадрата оказала на величину коэффициента детерминации. В данной случае нормированный R -квадрат = 0,10, а R -квадрат = 0,11, следовательно, модель была построена качественно.

4. Оценка является недостаточно достоверной, так как стандартная ошибка равна 4,6.

5. F и значимость F проверяют, соответствует ли построенная модель (уравнение регрессии) экспериментальным данным и достаточно ли включенной в уравнение независимой переменной. В данном случае $F = 0,49832539$, значимость $F = 0,480689646$, следовательно результат не является значим.

6. С помощью t -статистики проверяется статистическая значимость параметров уравнения регрессии (т.е. насколько существенно независимая переменная влияет на зависимую). В данном случае p -значение для независимой переменной = 0,48, следовательно результат значимым не является.

Было построено уравнение $y_i = 2,81 + 0,33y_{i-1}$, где y – количество сообщений.

Результаты данных исследований, проведенный анализ данных, корреляция, регрессия, составление уравнения позволили выявить активность пользователей по оставленным им сообщениям на форуме, выявить зависимость количества сообщений от актуальности тем.

Статистические модели являются эффективным средством анализа данных, позволяют узнать дополнительную информацию о данных, выявить скрытые закономерности в них, повысить качество анализа данных благодаря логическим выводам и тщательно изучению исследуемой области.

Библиографическая ссылка

1. Форум по всему спектру административно-хозяйственной деятельности [Электронный ресурс]. URL: <http://ahorus.ru/forum.php> (дата обращения: 18.03.2014).

И. А. Кондрашова
 Научный руководитель – Е. А. Бежитская
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АНАЛИЗ РЫНОЧНОЙ КОРЗИНЫ

Определена суть понятия «потребительская корзина», ее основные функции, «ассоциативные правила», их задачи, а также рассматривается современное состояние потребительской корзины. На основании подробного анализа ассоциативных правил даны рекомендации по использованию в сфере определения потребительской корзины.

Анализ рыночной корзины – процесс поиска наиболее типичных шаблонов покупок в супермаркетах. Он производится путем анализа баз данных транзакций с целью определения комбинаций товаров, связанных между собой. Иными словами, выполняется обнаружение товаров, наличие которых в транзакции влияет на вероятность появления других товаров или их комбинаций. Анализ рыночной корзины основывается на ассоциативных правилах.

Результаты, полученные с помощью анализа рыночной корзины, позволяют оптимизировать ассортимент товаров и запасы, размещение их в торговых залах, увеличивать объемы продаж за счет предложения клиентам сопутствующих товаров. Например, если в результате анализа будет установлено, что совместная покупка макарон и кетчупа является типичным шаблоном, то разместив эти товары на одной и той же витрине можно «спровоцировать» покупателя на их совместное приобретение [1].

Некоторые из наиболее популярных приложений анализа данных были в области маркетинг и продажи. Это области, в которые компании вкладывают большое количество средств для структурирования и кластеризации этих данных. Объемы точно записанных данных, является чрезвычайно ценным. Для многих предприятий розничной торговли это единственный источник информации о продажах, который доступен для использования [2].

Задачей анализа рыночной корзины заключается в нахождении всех наборов товаров, которые часто приобретаются совместно.

Для решения задачи анализа рыночной корзины используются ассоциативные правила вида «если..., то...». Например, «если клиент купил молоко, то он купит и хлеб». Каждая покупка именуется «транзакцией», на основании большого набора таких транзакций и строят исследования поведения клиента. Существует возможности определить индивидуальными покупки определенного покупателя, его предпочтения, истории его покупок. Скидочные карты позволяют выявить все покупки, которые каждый отдельный клиент совершает. Это персональные данные является гораздо более ценным, чем денежная стоимость скидки.

Каждый из шаблонов поведения покупателей, выявленных благодаря такому анализу, описывается перечнем входящих в набор товаров и числа транзакций, содержащих эти наборы. Сами наборы классифицируются для более удобного поиска информации

в базе данных и обобщения сведений о совершаемых покупках. Торговые компании могут использовать эти шаблоны для того, чтобы более правильно разместить товары в магазинах или изменить структуру страниц товарных каталогов и web страниц.

Ассоциативные правила являются очень простой и удобной формой записи знаний. Еще раз хочу уточнить, что информация о транзакциях является исходными данными, а вот полученные ассоциативные правила являются теми знаниями, которые помогли в 80-х большим супермаркетам сэкономить большие деньги.

Регистрируя все бизнес-операции в течение всего времени своей деятельности, торговые компании накапливают огромные собрания таких транзакций. Одна из самых распространенных задач, решаемых при проведении анализа подобных баз данных, состоит в поиске товаров или наборов товаров, которые одновременно встречаются во многих транзакциях.

Анализ данных используется во многих отраслях: розничная торговля, финансовый сектор, здравоохранение. Анализ данных позволяет выявить значимые факты, взаимосвязи, тенденции, исключения и аномалии, которые иначе останутся незамеченными.

Для бизнеса анализ данных даёт возможность найти в сырых данных такие закономерности, знание которых позволяет руководителю быть более уверенным при принятии решений. Анализ данных позволяет выявлять тренды продаж, разрабатывать более эффективные маркетинговые кампании, точно предсказывать потребности клиентов. Анализ данных используется для следующих прикладных задач:

- **сегментация рынка** – идентификация общих черт клиентов, которые покупают у вашей компании одни и те же продукты;
- **уход клиентов** – прогнозирование того, кто из клиентов уйдёт от вашей компании к конкуренту;
- **обнаружение мошенничества** – определение транзакций, которые, скорее всего, являются подложными;
- **прямой маркетинг** – определение того, какие материалы должны быть помещены в почтовую рассылку для максимизации отклика;
- **анализ потребительской корзины** – понимание того, какие товары или услуги часто приобретаются вместе;
- **анализ тенденций** – оценка различий между типичными покупателями прошлого и текущего месяцев.

Одним из алгоритмов, решающих задачу анализа рыночной корзины алгоритм Apriori. В настоящий момент существует также множество программных продуктов, которые решают задачу анализа рыночной корзины. Однако то, что эти продукты являются коммерческими, делает использованные в них алгоритмы недоступными широкой общественности, а сами системы часто не предназначены для работы на персональных компьютерах [4].

Apriori – масштабируемый алгоритм поиска ассоциативных правил. Современные базы данных имеют очень большие размеры, достигающие гига- и терабайтов, и тенденцию к дальнейшему увеличению [4]. И поэтому, для нахождения ассоциативных правил требуются эффективные масштабируемые алгоритмы, позволяющие решить задачу за приемлемое время. Одним из таких алгоритмов является алгоритм Apriori.

В данной статье были рассмотрены ассоциативные правила, как один из инструментов анализа рыночной корзины, позволяющие эффективно обрабатывать большие объемы данных и находить необходимую информацию. Как было сказано, задача поиска ассоциативных правил впервые была представлена для анализа рыночной корзины. Ассоциативные правила эффективно используются в сегментации покупателей по поведению при покупках, анализе предпочтений

клиентов, планировании расположения товаров в супермаркетах, кросс-маркетинге, адресной рассылке. Однако, сфера применения этих алгоритмов не ограничивается лишь одной торговлей. Их также успешно применяют и в других областях: медицине, для анализа посещений веб-страниц (WebMining), для анализа текста (Text Mining), для анализа данных по переписи населения, в анализе и прогнозировании сбоев телекоммуникационного оборудования и т. д.

Библиографические ссылки

1. Барсегян А. А., Куприянов М. С., Степаненко В. В., Холод И. И. Технологии анализа данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP.
2. Witten, Frank – Data Mining Practical Machine Learning Tools and Techniques 3rd Edition-Mantesh, 2011. P. 26–27.
3. Барсегян А. А., Куприянов М. С., Степаненко В. В., Холод И. И. Методы и модели анализа данных: OLAP И Data Mining.
4. Agrawal R., Imielinski T., Swami A. Mining Associations between Sets of Items in Massive Databases. In Proc. of the 1993 ACM-SIGMOD Int'l Conf. on Management of Data, 1993. P. 207–216.

© Кондрашова И. А., 2014

УДК 539.374

А. В. Кондрин

Научный руководитель – С. И. Сенашов

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

НАХОЖДЕНИЕ УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКОЙ ГРАНИЦЫ ДЛЯ СТЕРЖНЕЙ ПРЯМОУГОЛЬНОГО И ТРЕУГОЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ЗАКОНОВ СОХРАНЕНИЯ

Для решения задачи используются законы сохранения. Написаны программы, позволяющие с любой точностью строить пластические и упругие области в скручиваемом стержне. Тестирование на известных решениях дало совпадение результатов.

Рассмотрим упруго – пластическое кручение прямого стержня, поперечное сечение которого ограничено выпуклым контуром Γ . На рис. 1 показано, что при достаточно большом значении крутящего момента в стержне образуется пластическая область P . Она начинает образовываться на внешнем контуре Γ . Предположим, что пластическая область полностью охватила контур. Тогда в поперечном сечении возникают две области – пластическая P и упругая F , L – граница раздела областей.

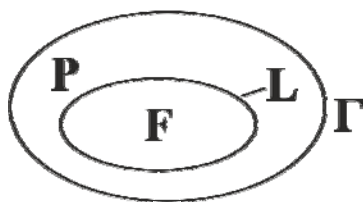


Рис. 1. Возникновение пластической и упругой областей в поперечном сечении стержня ограниченным выпуклым контуром Γ

Пусть – единственные ненулевые компоненты тензора напряжений. Тогда в упругой области они удовлетворяют уравнениям

$$F_1 = \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial y} = 0, F_2 = \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial y} - \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial x} - a = 0.$$

где $a = -2G\theta$ – постоянная, не равная нулю.

Требуется найти границу раздела L . Назовем вектор (A, B) сохраняющимся током, тогда закон сохранения для уравнений $F_1 = 0, F_2 = 0$, описывающих упруго – пластическое состояние можно записать формулой $\partial_x A + \partial_y B = \Delta_1 F_1 + \Delta_2 F_2 = 0$ [2].

Рассмотрим область D с границей Γ . Пусть Γ – гладкая ориентированная кривая, т. е. непрерывно дифференцируемая кривая без особых точек.

Наша задача найти такую область F принадлежащую, вместе с ее границей L области D , в которой выполняется неравенство $\tau_x^2 + \tau_y^2 < 1$.

На рис. 2 слева показано решение, приведенное в книге Б. Д. Аннина [1] для стержня треугольного

сечения, а справа – решение, полученное с использованием законов сохранения. Ромбовидные точки со-

ответствуют пластической области, круглые – упругой области.

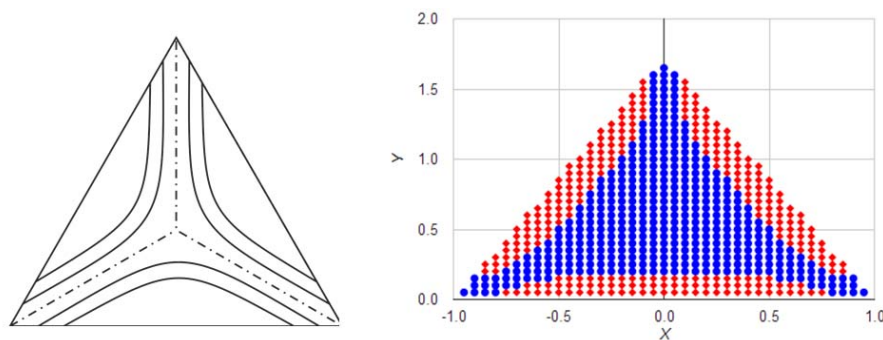


Рис. 2. Уруго-пластические границы стержня треугольного сечения

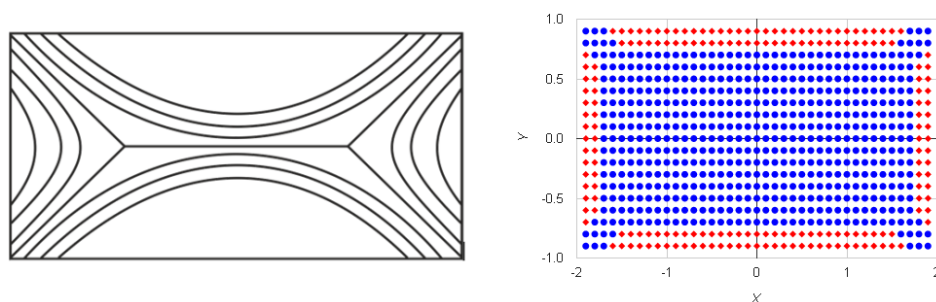


Рис. 3. Уруго-пластические границы стержня прямоугольного сечения

На рис. 3 слева приведено решение, полученное Б. Д. Анниным [1] для стержня прямоугольного сечения, а справа – решение, полученное с использованием законов сохранения программой [3].

Библиографические ссылки

1. Аннин Б. Д., Черепанов Г. П. Уруго пластическая задача. Новосибирск. Наука, 1983.
2. Сенашов С. И., Черепанова О. Н. Кондрин А. В.

Об уругопластическом кручении стержня // Вестн. СибГАУ. 2013. Вып. 3 (49). С. 100–103.

3. Кондрин А. В., Сенашов С. И., Филюшина Е. В., Черепанова О. Н. Расчет напряженного состояния во внутренних точках уругопластического стержня постоянного сечения : свидетельство № 2013618484 о гос. регистр. программы для ЭВМ. Зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 10.09.2013.

© Кондрин А. В., 2014

УДК 004.75

В. И. Лазеева

Научный руководитель – *Т. Г. Долгова*

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

ВНЕДРЕНИЯ SAAS В ПРОИЗВОДСТВО

Рассматривается эффективность различного рода систем автоматизации бизнес-процессов. Достоинства и недостатки SaaS технологий. С какими проблемами сталкивается клиент при работе SaaS.

SaaS – это приложение, расположенное в облачной структуре провайдера. Контроль над инфраструктурой и платформой.

Компании-разработчики программного обеспечения начали создавать продукты разной сложности, функциональности и масштаба. Каждый из них стал использовать все доступные способы пиара для продвижения своих идей.

Передовым и технологичным рынком в этой сфере является рынок США. Наиболее известные компании на этом рынке уже давно используют бизнес-модель SaaS.

Почему нужно использовать SaaS: экономия на затратах до 62 %, отсутствие капитальных затрат, вы моментально получаете все плюсы от использования программного обеспечения, вы можете произвольно менять доступную вам функциональность, безопасность [1].

SaaS – это самая переоцененная аббревиатура последних лет. Считается, что софт как сервис нужен всем организациям без исключения, что это безоговорочно светлое будущее. Но на практике оказывается, что все не так радужно.

Около 20 % попыток внедрить SaaS заканчиваются серьезными проблемами с интеграцией данных – это только одна из проблем на пути внедрения SaaS [2].

Известно, что крупные внедрения SaaS в крупные корпорации, но когда клиент SaaS начинает работу с новыми онлайн – инструментами, возникает множество трудностей. Но все же, бизнес в целом весьма заинтересован в SaaS. За последние два с половиной года ситуация изменилась – технологии усовершенствовались, приложения стали более эффективными и внедрять их стало проще.

Безопасность все еще остается основной проблемой SaaS. К сожалению, безопасность – это все еще предмет споров сторонников и противников использования облачных технологий. Специалисты критически и предвзято относятся к появляющимся на рынке технологиям, и даже явные преимущества в экономической эффективности не могут перевесить отношения и неготовность служб информационной безопасности следовать технологическим веяниям [3].

Другая серьезная проблема – это портативность данных. Основными проблемами, тормозящими широкое распространение SaaS в России, считаются недостаточное понимание бизнесом выгод SaaS модели, слабое доверие к провайдером ИТ услуг и сомнения по поводу сохранности корпоративных данных. И этого вполне хватает для работы с SaaS приложениями.

Остается лишь один минус – недостаточное понимание бизнесом выгод использования облачных технологий, психологическая неготовность к ней. Эту проблему может решить лишь время. У облачных решений есть неоспоримые преимущества перед «коробочными» решениями – и бизнес со временем заметит их. Неслучайно так активизировались в последнее время и отечественные разработчики SaaS решений. Рынок SaaS в России растет – и у него, очевидно, хорошие перспективы для развития [4].

Главное — осознанное понимание заказчиком полезности сервиса. Важно также качество сервиса, под которым понимается набор возможностей программ-

ного решения и предоставляемых сопутствующих услуг. В отличие от продуктовой модели в сфере SaaS потребитель изначально приобретает не просто функционал ПО, а именно комплексный сервис, охватывающий не только этап внедрения, но и период последующей эксплуатации.

Сегодня можно с уверенностью утверждать, что популярность концепции SaaS в России будет расти. Об этом говорят все основные факторы: влияние финансового кризиса, снижение уровня пиратства, а также рост предложения на рынке и активная экспансия международных игроков.

Другое дело, что рост популярности SaaS с сегодняшнего нуля (скажем прямо, объем SaaS-рынка в России несравним с объемом рынка лицензионного ПО) практически ни о чем не говорит. Логичнее ставить вопрос по-другому: сумеет ли SaaS отвоевать значимую долю у традиционного программного рынка? Наверное, рано или поздно это произойдет, однако предсказать точное время сейчас не может никто. В любом случае положительная динамика SaaS очевидна, и эта концепция заслуживает того, чтобы долго и предметно говорить о ней.

Библиографические ссылки

1. Все факты о SAAS [Электронный ресурс]. URL: <http://cloud.softline.ru/saas> (дата обращения: 18.03.2014).
2. О чем молчат SaaS-вендоры [Электронный ресурс]. URL: <http://www.computerra.ru/cio/2662> (дата обращения: 18.03.2014).
3. Облачные сервисы: безопасность и надежность [Электронный ресурс]. URL: <http://www.osp.ru/lan/2012/12/13033028/> (дата обращения: 18.03.2014).
4. SaaS (Программное обеспечение как услуга) [Электронный ресурс]. URL: http://lanitel.ru/?page_id=66 (дата обращения: 18.03.2014).

© Лазеева В. И., 2014

УДК 004.55

Ю. В. Лященко

Научный руководитель – А. П. Багаева

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

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Рассмотрены различные подходы к применению облачных технологий. Приведен перечень компаний, применяющих эти технологии. А также проанализированы основные преимущества и недостатки этой технологии.

Облако – термин, под которым понимают пользование веб-сервисами, запущенными на удаленных серверах, которые принадлежат и предоставлены третьими лицами, к которым можно подключиться при помощи Интернета с любого устройства – будь то персональный компьютер, рабочий ноутбук, мобильный телефон или планшет.

Облачные технологии – это современные ИТ-технологии, принцип действия которых заключается в предоставлении доступа к ЦОДам (центрам обработки данных) удаленно.

Существует три возможных подхода к тому, чтобы применять облачные вычисления. Первый из них «IaaS» – использование инфраструктуры как сервиса

(в аренду можно получить место на жестком диске, сетевые устройства и серверы). Второй подход – это «PaaS»: в этом случае используется предоставленная платформа (в аренду можно взять базы данных, операционную систему и средства разработки). Третий подход именуется «SaaS» – он предусматривает использование программного обеспечения как сервиса (пользователь использует готовое программное обеспечение и не задумывается над платформой и инфраструктурой).

Идеология облачных вычислений получила популярность в 2007 г. благодаря быстрому развитию каналов связи и растущей в геометрической прогрессии потребности как бизнеса, так и частных пользователей, в горизонтальном масштабировании своих информационных систем.

Позже концепцию «вычислительного облака» начинают активно применять различные компании, например, Google. Наиболее характерный пример – служба Google Docs, позволяющая работать с офисными документами через браузер. Документы Google (или Google Docs) представляют собой бесплатный онлайн-офис, который поддерживает табличный и текстовый процессор. Стандартной функцией этого интернет-сервиса является «облачное» хранение файлов с возможностью обмена. Кроме этого, есть возможность создавать презентации. Появился ресурс путем слияния Google Spreadsheets с Writely.

Также примером является программа Evernote. Evernote – это нечто похожее на текстовый редактор, где можно в одном документе хранить вместе с текстом графические файлы, а также аудиозаписи.

И даже электронную почту от «gmail.com» и «mail.ru» в определенной мере можно отнести к облачному сервису. Количество подобных приложений изрядно выросло в последние годы. При этом есть вероятность того, что через два-три года многие бизнесмены в полной мере перенесут ИТ-активы своих компаний в облачные сервисы, которых к тому времени будет много.

Как говорят эксперты, применение облачных технологий в бизнесе может позволить компаниям, а особенно мелкому и среднему бизнесу, сэкономить на дорогостоящем программном обеспечении и обзавестись возможностью комфортно работать со своими данными.

Впрочем, уже сейчас бизнес может использовать такие сервисы – например, облачный хостинг от компании «De Novo», которая уже много лет успешно работает в сфере информационных технологий. Здесь вам предложат широкий спектр облачных услуг, позволяющих вашей фирме серьезно снизить расходы на ИТ-инфраструктуру.

Примером внедрения, может служить создание «ИФД Капиталь» резервного дата-центра для портала MUZ.RU на базе облака Windows Azure. Созданная в 2003 году Группа «ИФД Капиталь» является одним из крупнейших в России диверсифицированных холдингов.

Преимущества облачных технологий заключаются в следующем: недорогие компьютеры для пользователей, увеличенная производительность пользовательских компьютеров, уменьшение затрат и увели-

чение эффективности ИТ инфраструктуры, меньше проблем с обслуживанием, меньше затрат на приобретаемое программное обеспечение; постоянное обновление программ, увеличение доступных вычислительных мощностей, неограниченный объем хранимых данных, совместимость с большинством операционных систем, улучшенная совместимость форматов документов, простота совместной работы группы пользователей, повсеместный доступ к документам, всегда самая последняя и свежая версия, доступность с различных устройств, устойчивость данных к потере или краже оборудования. Если данные хранятся в «облаке», их копии автоматически распределяются по нескольким серверам, возможно находящимся на разных континентах. При краже или поломке персональных компьютеров пользователь не теряет ценную информацию, которую он к тому же может получить с любого другого компьютера.

Но и в таких технологиях, не обошлось без недостатков: постоянное соединение с сетью Интернет, плохо работает с медленным Интернет-доступом, программы могут работать медленнее чем на локальном компьютере, не все программы или их свойства доступны удаленно, безопасность данных может быть под угрозой.

Здесь ключевым является слово «может». Все зависит от того, кто предоставляет «облачные» услуги. Если этот кто-то надежно шифрует Ваши данные, постоянно делает их резервные копии, уже не один год работает на рынке подобных услуг и имеет хорошую репутацию, то угрозы безопасности данных может никогда не случиться. Как сказал известнейший специалист по криптографии и компьютерной безопасности Брюс Шнайер, весь вопрос в доверии.

Если Ваши данные в «облаке» потеряны, они потеряны навсегда. Это факт. Но потерять данные в «облаке» гораздо сложнее, чем на локальном компьютере.

Несмотря на значительный перевес плюсов, в каждой конкретной ситуации минусы имеют большую важность или, наоборот, не имеют никакого значения.

На сегодняшний день, облачные технологии активно разрабатываются и совершенствуются. Но речь идет именно о разработке, а не об использовании. На данный момент многие боятся именно самого факта, что информацию будут хранить сторонние люди. И хотя почти невозможность утери либо кражи данных уже доказана, немногие готовы довериться подобным сервисам. Так же сказывается недостаточное на данный период времени качество, стабильность и скорость Интернет-соединений, что создает ощутимые трудности для разработчиков. Учитывая то, что в России облачные технологии используются все еще недостаточно массово, прогресс не стоит на месте. Большинство молодых специалистов и руководителей начинают осознавать, что реальное внедрение этой передовой технологии в состоянии существенно снизить бремя финансовых расходов на поддержание в рабочем состоянии большого парка вычислительной техники. У облачных вычислений есть огромный потенциал, так что повсеместное использование этих технологий лишь дело времени.

© Лященко Ю. В., 2014

УДК 004.8

О. В. Мазитова

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

ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ: ПОЛЬЗА ИЛИ ВРЕД?

Рассматривается такое понятие как виртуальная реальность, изучение ее возможностей и влияния на жизнедеятельность человека.

Человек всегда пытался моделировать реальность, но лишь после появления приемлемых программно-аппаратных средств, стало возможным моделирование, близкое к реальности. Так появились миры, искусственно созданные человеком, иначе говоря – мнимая, виртуальная реальность.

Виртуальная реальность – искусственно созданная компьютерными средствами среда, в которую можно проникать, меняя ее изнутри, наблюдая трансформации и испытывая при этом реальные ощущения. Появив в этот новый тип аудиовизуальной реальности, можно вступать в контакты не только с другими людьми, но и с искусственными персонажами [1].

В настоящее время виртуальная реальность прочно входит в нашу жизнь, во всем мире разрабатывается большое количество приспособлений для имитации виртуальной реальности. Эти устройства давно появились на потребительском рынке многих стран.

Виртуальную реальность можно разделить на три вида:

1. Компьютерное моделирование и имитация – визуализация трехмерной графики, которая обеспечивает возможность просмотра большинства имитаций ВР, при этом взаимодействие пользователя с окружающей средой базируется на компьютерном моделировании. В компьютерных моделях объекты наделяются определяющими их свойствами, которые задают их реакции на различные виды манипуляций. Модели широко используются в автоматизированном конструировании при разработке и макетировании новых систем, например автомобилей или производственных процессов. При компьютерной имитации пользователь становится непосредственным участником процесса, за которым он ведет наблюдение. Пилотажные тренажеры, например, специально предназначены для тренировки и проверки возможностей пользователя, а не для проверки работы пилотируемой системы под нагрузкой.

2. Сетевая виртуальная реальность (Интернет) – разработка инструментальных средств трехмерной графики, предназначенных для расширения возможностей Web-браузеров. Существует концепция «языка моделирования виртуальной реальности» (VRML), который основан на существующей технологии описания трехмерных сцен с визуализацией многоугольных объектов, освещения и материалов. В числе первых применений VRML-узлов на WWW оказались сюрреалистические ландшафты и «дискуссионные миры», где пользователи взаимодействуют с посетителями. В одном из окон можно разговаривать с другими участниками, вводя текстовый комментарий с клавиатуры.

3. Аппаратные средства виртуальной реальности – аппаратные средства, благодаря которым возможно взаимодействие с виртуальным окружением. В настоящее время в мире существует более 100 крупномасштабных установок виртуальной реальности, которые используются в самых различных областях науки и техники, решая задачи как фундаментальных научных дисциплин, так и в узко специализированных прикладных направлениях [2].

Чтобы говорить о влиянии данной системы на жизнедеятельность человека, необходимо ознакомиться с областями ее применения.

Виртуальное окружение – идеальная обучающая среда. В недалеком будущем могут появиться виртуальные классы. Это предоставит уникальную возможность перемещения в любую точку земного шара за считанные секунды, изучения ландшафтов, природы; наглядно увидеть смену событий, эпох, культур; рассмотреть солнечную систему и галактики. Образование с использованием виртуального окружения, позволяет наглядно вести лекции и семинары, проводить тренинги, показывать учащимся все аспекты реального объекта или процесса, что в целом дает колоссальный эффект, улучшает качество и скорость образовательных процессов.

Согласно отчету Института медицины США, «человеку свойственно ошибаться: построение безвредной системы здравоохранения», ежегодно в результате ошибок врачей только в США погибает 10 тыс. пациентов. Сторонники использования средств виртуальной реальности в медицине убеждены, что новая технология позволит улучшить эту зловещую статистику. Настало время объединить средства формирования цифрового изображения, электронные базы данных, сетевые решения и методики проведения хирургических операций [3].

Все чаще ВР используется для реабилитации больных и расширения возможностей инвалидов. Например, виртуальная среда позволяет воссоздавать условия пользования инвалидным креслом. А с помощью устройства слежения за направлением взгляда парализованный ребенок смог развить свое взаимодействие с внешним миром. Воздействуя на наши нервные окончания, электрические импульсы способны вызывать определенные ощущения: снимать или усиливать боль, создавать иллюзию движения, давления и т. п. Весьма перспективен виртуальный подход при формировании фундамента медицинской инфраструктуры, например для проектирования архитектуры операционной будущего с учетом необходимости создания совершенно новой среды, способной под-

держивать изменения, вносимые в современную медицину виртуальной реальностью [4].

Существует множество примеров, которые доказывают пользу применения виртуальной реальности. Однако существуют и негативные аспекты. Чаще всего противниками виртуальной реальности высказываются опасения на счет психического здоровья при применении систем ВР. Дело в том, что человеческая психика больше всего подвержена влиянию, когда человек на чем-то сосредоточен, что и происходит во время сеанса виртуальной реальности. Человек, погруженный в виртуальную реальность, является идеальным объектом для психогенного воздействия. В таком состоянии на человека можно воздействовать любыми методами – в том числе с помощью световых и звуковых комбинаций. Также ВР все чаще внушает определенную угрозу уникальности человека и некоторым его прежде неоспариваемым чертам. Это новый страх, наряду с традиционным – боязнь раствориться в искусственной, им же созданной реальности.

Вокруг систем виртуальной реальности предстоит еще много споров, и на данный момент сказать однозначно о положительном или негативном их влиянии невозможно. Однако прогресс не остановить, и ясно, что, несмотря на заявления отдельных технофобов, виртуальная реальность, так или иначе, займет свое место в нашей жизни. Поэтому главной задачей явля-

ется использовать свой разум так, чтобы извлекать из новых достижений максимум пользы, но никогда не допускать, чтобы виртуальная реальность стала ему иллюзорной заменой реального мира.

Библиографические ссылки

1. Виртуальная реальность // Академик – Словари и энциклопедии [Электронный ресурс]. URL: http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_culture/278/ВИРТУАЛБНАЯ (дата обращения: 23.12.2013).
2. Виртуальная реальность // Энциклопедии & Словари [Электронный ресурс]. URL: <http://enc-dic.com/colier/Virtualnaja-realnost-1818.html> (дата обращения: 25.12.2013).
3. Виртуальная реальность в медицине. Лед тронулся, господа! // Электроника: Наука, технология, бизнес [Электронный ресурс]. URL: <http://www.electronics.ru/journal/article/1615> (дата обращения: 24.12.2013).
4. Виртуальная реальность в медицине и сферы ее применения // MedSim [Электронный ресурс]. URL: <http://www.medsim.ru/news/virtualnaja-rjealnost-v-mjedicinje-i-sfjery-jeje-primjenjenija.html> (дата обращения: 24.12.2013).

© Мазитова О. В., 2014

УДК 519.866

Ю. С. Мамонова

Научный руководитель – Е. В. Филюшина

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

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ОБЪЕМА ВЫПУСКА ХОЛОДИЛЬНИКОВ ОАО «КЗХ «БИРЮСА» ЗА ПЕРИОД С 01.10.2013 ПО 25.09.2013 г.

Описывается деятельность Красноярского завода холодильников «Бирюса», представлены основные награды и рынки сбыта. В целях улучшения деятельности предприятия в работе анализируется объем производства продукции и на основе статистических показателей определяется его будущая динамика.

Красноярский завод холодильников «Бирюса» - один из крупнейших производителей холодильной техники в России, единственный производитель в Восточной Сибири. Предприятие производит бытовые холодильники, морозильные камеры, торговое холодильное оборудование.

В августе 1963 года было принято решение о создании производства бытовых холодильников на базе Красноярского машиностроительного завода. Новый холодильник создавался в результате творческого труда большого количества специалистов.

В мае 1982 года Завод отметил знаменательное событие – выпуск 10-ти миллионного холодильника «Бирюса».

Красноярский завод холодильников «Бирюса» имеет производство полного цикла - более 85 % деталей изготавливаются самостоятельно из материалов и комплектующих известных мировых производителей, таких как BASF, Danfoss, ACC, DOW, Ticona, Преа,

Samsung. Производство оснащено оборудованием ведущих фирм из Германии, Италии, Японии, Кореи.

В 2001г. предприятие вошло в 1000 лучших предприятий России.

В 2002г. заводу присвоено звание «Лидер региональной экономики» в номинации «Автоматизация и механизация производственных процессов в области серийного выпуска холодильной техники».

В 2005 и в 2010 гг. компания «Бирюса» была признана лучшей в среди предприятий отрасли «Машиностроение» и удостоена премии: «Лучший российский экспортер».

На сегодняшний день Красноярский завод холодильников «Бирюса» выпускает 23 базовые модели бытовых холодильников, 24 модели торгового холодильного оборудования, 4 модели винных шкафов. Все виды продукции «Бирюса» имеют гарантию и полное техническое обслуживание в фирменных сервисных центрах.

Сегодня продукция «Бирюса» реализуется как на территории России, так и в Казахстане, Узбекистане, Киргизии, Азербайджане и Республике Беларусь. Широко развитая сеть сервисных центров позволяет осуществлять гарантийное и послегарантийное обслуживание продукции на всей территории продаж [1].

Рассмотрим основные показатели для данной выборки значений выпуска холодильников ОАО «КЗХ «Бирюса» за период с 01.10.2012 г. по 25.09.2013 г.

Средний выпуск холодильников за исследуемый период составляет 1 070 шт., при этом максимальный выпуск был 30.04.2013 г. – 2016 шт. в выходные и праздничные дни завод не работает, следовательно, минимальный выпуск = 0.

В приведенных данных мода = 0, медиана принимает значение 1 425,5.

Коэффициент вариации = 75,42, поскольку данное значение больше 33 %, можно сделать вывод, что данные не однородные.

Построив и сравнив различные линии тренда (линейную, логарифмическую, полиномиальную), можно сказать, что линейная линия тренда лучше по значению коэффициента детерминации (R^2), так как в данном случае R^2 наибольший и равен 0,064 3. Значение коэффициента показывает, что 6,43 % общей вариации данных описывается уравнением линии тренда. Данная оценка является недопустимой и не корректно отражает действительность.

Далее проверим стационарность данных временного ряда. Для этого используем двухвыборочный F тест для дисперсии, t тест для средних. Данные тесты показали, что временной ряд не является стационарным, поэтому сделаем его стационарным по линии тренда с линейной зависимостью по времени. Уравнение линейного тренда по методу наименьших квадратов имеет вид

$$\hat{Y}_t = 708,09 + 1,957 9t,$$

где \hat{Y}_t – оценка объема выпуска холодильников; t – номер дня.

Коэффициент корреляции $R = 0,244$. Данное значение меньше 0,7, что указывает на слабую степень зависимости данных значений выпуска холодильников по времени. Поскольку $F_{выч.}$ больше $F_{табл.}$, т. е. $22,68 > 3,87$, можно сделать вывод о том, что данное уравнение адекватно опытным данным.

Регрессия для остатков, построенная по методу наименьших квадратов выглядит следующим образом:

$$e_t = 0,887e_{t-1}.$$

На основании этого строится уравнение авторегрессии между остатками:

$$\hat{Y}_t = 708,09 + 1,9579t + 0,887e_{t-1}.$$

Повторный тест анализов на автокорреляцию дал отрицательный результат. Значение коэффициента $R^2 = 0,785 4$ показывает, что 78,54 % общей вариации данных описывается уравнением авторегрессии. Рассчитанный уровень значимости F по критерию Фишера меньше 0,05, что подтверждает значимость R^2 . Коэффициент корреляции $R = 0,886 2$ также указывает на сильную степень зависимости данных от предыдущего выпуска.

Таким образом, уравнение адекватно опытным данным и на его основании можно сделать прогноз на весь следующий год (ошибка менее 5 %). Но для более корректного анализа и прогнозирования выпуска холодильников необходимо учитывать другие факторы, например, расширение рынков сбыта, поиск новых покупателей, снижение цены поставщиков на комплектующие, необходимые для производства холодильников, что выходит за рамки данной исследовательской работы.

Библиографическая ссылка

1. КЗХ «Бирюса»: офиц. сайт ОАО [Электронный ресурс]. URL: <http://www.biryusa.ru> (дата обращения: 05.11.2013).

© Мамонова Ю. С., 2014

УДК 004.356.2

Е. С. Морозевич

Научный руководитель – *А. П. Багаева*

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

3D-ПЕЧАТЬ: ЧТО ЖДЕТ НАС В БУДУЩЕМ?

Рассмотрены технологии 3D-печати, сферы её применения, а также выявлены её достоинства и недостатки.

Сегодня все чаще и чаще мы слышим такое нетипичное для нас словосочетание, как 3D-принтер. Что это такое, зачем оно нужно и что ждет нас в будущем? Давайте попробуем разобраться во всем этом подробнее.

Совсем недавно люди и не могли себе представить, что в скором будущем можно будет «скачивать» физические объекты из Интернета и «распечатывать» их на принтере. Сегодня же это – не миф, это – реаль-

ность. С технологической точки зрения в процессе трёхмерной печати нет ничего сверхъестественного, это всего лишь на всего – послойное формирование трёхмерных объектов, где печатающий материал постепенно накладываются друг на друга.

На сегодняшний день существуют следующие технологии создания физических объектов:

- Лазерная стереолитография (Laser Stereolithography, SLA) представляет собой формирование объ-

екта из специального жидкого фотополимера, затвердевающего под действием лазерного излучения либо излучения ртутных ламп.

- Селективное лазерное спекание (Selective Laser Sintering, SLS) представляет собой формирование объекта из плавкого порошкового материала (пластик, металл) путем его плавления под действием лазерного излучения.

- Электронно-лучевая плавка (Electron Beam Melting, EBM) – аналогична технологии SLS, только в этом случае объект формируется путем плавления металлического порошка электронным лучом в вакууме.

- Моделирование методом наплавления (Fused Deposition Modeling, FDM) – представляет собой формирование объекта путем послойной укладки расплавленной нити из плавкого рабочего материала (например, пластик, металл, воск).

- Изготовление объектов с использованием ламинирования (Laminated Object Manufacturing, LOM) представляет собой формирование объекта послойным склеиванием (нагревом, давлением) тонких плёнок рабочего материала, с вырезанием при помощи лазерного луча или режущего инструмента соответствующих контуров на каждом слое.

К достоинствам данной технологии можно отнести:

- Доступность. Уже сейчас можно приобрести 3D-принтер по весьма демократичной цене, но уже в скором будущем он может появиться почти у каждого.

- Экологичность. 3D-принтер не создаёт никаких выбросов в атмосферу, как, например, различные заводы. Кроме того, продукты 3D-печати можно использовать вторично.

- Быстрый способ утилизации вещей. Вещь можно будет переработать и создать из неё что-то новое.

- Продление жизни людей. В будущем 3D-печать сможет заменить любой человеческий орган. Первая распечатанная человеческая почка уже появилась в марте 2011 года.

- Удобство для повседневного пользования. При помощи 3D-принтера можно будет воссоздать любую недостающую деталь.

- Создание при помощи одного 3D-принтера другого. Прототипом способного на это 3D-принтера сегодня является Rep Rap.

- Положительные моменты для экономики. Так как производство будет полностью автоматизированным, решится проблема дешёвой рабочей силы.

К недостаткам же 3D-печати можно отнести:

- Проблема защиты авторских прав.
- Умение работать с трёхмерными моделями.
- Общественная опасность. С помощью 3D-принтера можно создать, например, оружие.

- Недостатки в качестве 3D-продукта.

- Отрицательные моменты для экономики. Если каждый человек сможет сам создавать необходимую ему вещь, то тогда нам не будут нужны никакие заводы и предприятия, рабочая сила соответственно тоже.

3D-принтеры активно используются в пищевой промышленности. Учёные Массачусетского технологического института изобрели 3D-принтер, который называется Digital Chocolatier. Он печатает различные десерты из шоколада, фруктов и орехов. Данный принтер представляет собой карусель с ингредиентами, приёмную терморегулируемую формочку и пользовательский интерфейс.

Нельзя не отметить прорыв 3D-печати в медицине. Например, компании «Oxford Performance Materials» удалось восстановить 75 % человеческого черепа. Презентация первой искусственной почки, распечатанной на 3D-принтере, состоялась на конференции по новым технологиям и дизайну TED 2011. Однако это модель состояла только из внешней оболочки, внутренняя ткань и сосудистая система у неё отсутствовали, так как её автор Уэйк Форест Энтони Атала хотел всего лишь на всего продемонстрировать работоспособность своего изобретения. Кроме того, американские ученые создали технологию, которая позволит распечатать человеческую кожу. Полученный материал будет пересаживаться пациентам, например, пострадавшим от ожогов. Как мы видим, использование 3D-принтера в медицине вселяет в человечество надежду на долголетие и бессмертие.

Кроме того, 3D-печать коснулась области строительства и архитектуры. При помощи него можно построить макет любого здания, микрорайона, коттеджного посёлка со всеми насаждениями и другими элементами ландшафта. Инженер-профессор Университета Южной Калифорнии Бехрок уже изобрел способ построения дома при помощи гигантского 3D-принтера, размер которого превышает строящийся дом, причем весь процесс построения займет всего около 20 часов.

3D-печать можно использовать и в машиностроении. Разработка новой продукции предполагает создание прототипов будущих изделий. В отличие от традиционных технологий 3D принтеры позволят получать прототипы новых изделий максимально просто и быстро вне зависимости от сложности геометрии изделия. 3D-принтеры очень удобны для дизайнерского дела. Можно нарисовать определенный объект, а затем его просто распечатать. Нельзя не отметить, что на сегодняшний день можно вместо фотографий создавать свою трёхмерную модель. В Японии уже установлены специальные 3D-фотобудки, которые позволяют получить свою точную трёхмерную статуэтку-фотографию. Кроме того, сейчас 3D-печать очень популярна при создании одежды и обуви, а также различных аксессуаров.

Подводя итог, можно сказать, что 3D-печать развивается очень быстро. На сегодняшний день 3D-печать используется в различных областях.

3D-печать – это будущее всего человечества, начало новой индустриально-цифровой революции. Она может кардинально изменить судьбу всего человечества. Ну а пока нам остаётся только догадываться, каким станет мир с появлением такой технологии.

УДК 004

Р. О. Никаноров, Т. С. Трубинова
 Научный руководитель – Е. А. Бежитская
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: РАЗВИТИЕ В РОССИИ

Исследовано современное развитие облачных технологий в России. Изучены основные потребители услуг, предоставляемых на основе облачных технологий. Намечены основные перспективные направления дальнейшего их развития.

В мировых развитых странах все больше распространяются технологии так называемых облачных вычислений (cloud computing). Облачные вычисления в информатике – это модель обеспечения повсеместного и удобного сетевого доступа по требованию к общему пулу (например, сетям передачи данных, серверам, устройствам хранения данных, приложениям и сервисам – как вместе, так и по отдельности), которые могут быть оперативно предоставлены и освобождены с минимальными эксплуатационными затратами и/или обращениями к провайдеру.

Потребители облачных вычислений могут значительно уменьшить расходы на инфраструктуру информационных технологий и гибко реагировать на изменения вычислительных потребностей, используя свойства вычислительной эластичности облачных услуг.

Ассоциация производителей программного обеспечения (BSA) 22 февраля 2012 года объявила о том, что Россия занимает 16 место среди 24 стран в новом рейтинге государственного регулирования, влияющего на рост облачных вычислений.

Использование облачных технологий в России сегодня достаточно распространено. Исходя из результатов исследования, более 80 % сотрудников предприятий малого бизнеса пользуются облачными услугами.

Согласно данным исследования, около 44 % сотрудников предприятий используют облачные хранилища файлов, 41 % – пользуются приложениями, размещенными в облаках, а 20 % сотрудников в рабочих целях пользуются частными электронными ящиками для различного рода корреспонденции [2].

Спецификой развития облачных технологий в России является то, что стороннему провайдеру крупный бизнес не слишком доверяет. Принимая решение в пользу «облаков», крупные компании предпочитают строительство собственных сервисов. Для малого и среднего бизнеса вариант публичного «облака» больше подходит, но здесь возникает проблема управления доступом, т. е. вопрос безопасности. Однако эти проблемы уже довольно успешно решаются. Поэтому, скорее всего, развитие «облачных» технологий для малого и среднего бизнеса вполне перспективно. Такие сервисы позволят сэкономить на установке собственного программного обеспечения и сделают бизнес более эффективным.

Использование облачных технологий малым и средним бизнесом создает прочный фундамент для их дальнейшего развития.

По данным Forrester Research объем рынка публичных «облаков», за последние 3 года (по данным на 2013 г.), вырос в 5 раза и составил 72 млн долл.

На данный момент в России работает 7 крупнейших российских хостинг-провайдеров, предлагающих облачный хостинг:

1. Clodo.ru – использует технологию виртуализации на базе XEN. Минимальный объем ресурсов стоит 0,36 руб./час или 262,8 руб./мес., максимальный – 23,45 руб./час или 17 118,5 руб./мес.

2. Parking.ru (бренд Slidebar.ru) – построен на собственной облачной платформе Parking Cloud, виртуализация Microsoft Hyper-V R2. Оплата почасовая. Минимальный объем ресурсов можно получить за 1,42 руб./час или 1 025 руб./мес., максимальный – за 20,14 руб./час или 14 500 руб./мес.

3. ActiveCloud.ru – предоставляет услуги на базе облачной платформы ActiveCloud. Минимальный объем ресурсов потянет на 635,8 руб./мес., максимальный – на 28 787,8 руб./мес.

4. Selectel.ru – облако работает под управлением Xen Cloud Platform. Имеет несколько нестандартную систему подсчета стоимости хостинга, поэтому определить минимальные и максимальные тарифы сложно. В целом достаточно дорогой, но качественный хостинг.

5. Оверсан-скалакси – использует облачную платформу собственной разработки. Минимальный объем ресурсов стоит 0,91 руб./час или 660 руб./мес., максимальный – 53,06 руб./час или 38 208 руб./мес.

6. CloudOne.ru – имеет собственный программно-аппаратный комплекс, построенный на высокопроизводительных системах HP, Juniper и NetApp. Хостер указывает три тарифа: базовый – 2 499 руб./мес., двойной – 4 299 руб./мес. и четверной – 6 699 руб./мес.

7. IspServer.com – в качестве платформы облачных вычислений использует комплекс ПО ISPmanager Cluster. Минимальный объем ресурсов клиент получает за 1 евро/мес. (порядка 40 руб./мес.). Удобный выбор ресурсов путем создания виртуальной машины на сайте хостера не предусмотрен, поэтому максимальную стоимость хостинга определить не удалось [1].

Но не только частные компании используют облачные технологии. Национальная облачная платформа О7, разработанная Ростелекомом – это комплекс интегрированных информационных систем, предназначенный для предоставления органам исполнительной власти различного уровня, органам местного самоуправления, коммерческим организациям и

физическим лицам услуг по модели облачных вычислений.

На базе Национальной облачной платформы О7 для органов государственной власти и частных предприятий работают прикладные сервисы в сфере здравоохранения, образования, безопасности, жилищно-коммунального хозяйства, имущественно-земельных отношений.

Во многих регионах уже используются облачные технологии для осуществления эффективной работы медицинских учреждений.

Продоланный анализ современного развития облачных технологий в России дает понять, что данная технология уже получила достаточно широкое применение. Особенно выросло их применение субъектами малого и среднего предпринимательства. Кроме этого, уже намечены основные перспективные на-

правления дальнейшего развития облачных технологий и их использование государственными, муниципальными организациями, а также организациями, занимающимися поддержанием жизнедеятельности общества.

Библиографические ссылки

1. Облачные технологии в России [Электронный ресурс] // Национальный центр «Независимой экспертизы, исследований и сертификации». URL: <http://www.expertizanew.ru/> (дата обращения: 18.03.2014).

2. Облачный хостинг в России [Электронный ресурс] // RuBroad. URL: <http://rubroad.ru> (дата обращения: 18.03.2014)

© Никаноров Р. О., Трубинова Т. С., 2014

УДК 004.4

Ю. В. Никитина

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

РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО БИЗНЕСА В РОССИИ

Рассматриваются основные проблемы современного информационного бизнеса в России, чем вызвано его становление и развитие и то, как он влияет на современную экономику страны.

Информация в истории развития цивилизации всегда играла определяющую роль и служила основой для принятия решений на всех уровнях и этапах развития общества и государства. На современном этапе информация занимает все большее место, заставляя по-новому оценить ее значение во всех сферах жизнедеятельности. Информационные технологии широко внедряются в образование, здравоохранение, связь, транспорт, финансы, торговлю и т. д., порождая новые возможности для формирования информационного общества в России [1].

Информационный бизнес (инфобизнес) – это вид бизнеса, предполагающий продажу собственных знаний по какой либо теме, упакованных в какой либо формат. Результатом информационной деятельности является информационный продукт, который предстает на рынке в виде информационных товаров и услуг.

Информационный рынок представляет собой совокупность отношений, направленных на формирование и использование информационных ресурсов на основе создания, сбора, обработки, накопления, хранения, поиска, распространения и предоставления потребителю документированной информации, создание и использование информационных технологий и средств их обеспечения и защиту информации, прав субъектов, участвующих в информационных процессах и информатизации [2].

Серьезный толчок развитию информационно-аналитическому рынку дала проведенная в России ваучерная приватизация и связанные с ней социаль-

ные, политические, экономические и криминальные явления. Многократно увеличилась потребность в проверке партнеров и в аналитике факторов риска в отдельных регионах страны и отраслях экономики. С развитием потребностей и информационного рынка возросли потоки информации, количество информационных источников, что привело к развитию телекоммуникационных сетей, математических средств быстрой обработки больших массивов информации, систем управления базами данных, системы аналитических обзоров и дайджестов по определенным проблематикам и многих других элементов информационных технологий.

Правовой режим объектов информационного рынка установлен Гражданским кодексом РФ, федеральными законами: «Об информации, информатизации и защите информации», «Об участии в международном информационном обмене», «Об электронной цифровой подписи».

Сегодня во всех странах независимо от уровня экономического и социального развития происходит структурная перестройка, связанная с ростом информационного сектора экономики и соответственно влекущая за собой значительные социальные, политические и культурные изменения в обществе.

Важнейшей проблемой российского информационного рынка является правовая нерегламентированность передачи государственных информационных ресурсов в открытый доступ. Более 30 министерств и ведомств имеют при себе коммерческие структуры, бесплатно пользующиеся централизованно собран-

ными ресурсами и по достаточно высокой цене распространяющие соответствующие продукты. Московская регистрационная палата, не имея технической возможности самостоятельно поддерживать регистр предприятий, также передала эти функции коммерческой структуре, которая бесплатно обслуживает только бюджетные организации.

Сегодня на информационном рынке России представлена информация на различных носителях. Печатные справочные издания массового назначения имеют тираж 50–100 тыс. экземпляров, специализированные справочники (включая дорогостоящие адресные регистры) успешно расходятся в количестве 3–5 тысяч. Несмотря на широкое развитие автоматизации потребители не отказываются от дешевых и удобных печатных изданий с коммерческими предложениями. Например, фирма «Мобиле» получает в 10 раз больше прибыли от печатного бюллетеня с налаженной еще 6 лет назад технологией выпуска, чем от всех других своих электронных изданий [3].

Поддерживаемый таким образом монополизм, препятствующий развитию свободной конкуренции в информационной сфере, приводит к тому, что потребители либо оплачивают дорогостоящие услуги элитных структур, либо покупают многотиражные продукты на «черном» рынке, которые часто оказываются недостоверными.

Еще одной проблемой развития информационного бизнеса стало отсутствие или невозможность полноценной поддержки систем сбора данных. Это касается практически всех сфер жизни общества. Например, Федеральный гидрометцентр, имея самую современную компьютерную технику и используя совершенные методики обработки данных, не может выдать достоверные прогнозы погоды из-за того, что в значительной степени сокращена служба сбора метеоданных.

Большую роль в бизнесе играет низкая информационная культура потребителя, неумение даже сформулировать информационную проблему. Хотя необходимо заметить стремительную положительную динамику в последнее время. С другой стороны, информационная культура потребителя есть функция разнообразности услуг и целостности системы услуг, т. е.

этот процесс, в свою очередь, зависит и от развития рынка. Пожалуй, одним из главных факторов, также влияющим на развитие бизнеса является регламентирующая его нормативно-правовая база [4].

Положительная динамика сделок в сфере информации позволяет констатировать факт интенсивного развития информационного рынка. В данной ситуации правовое регулирование рыночных отношений, в том числе сделок по поводу информационных продуктов, отстает от его потребностей [5].

Таким образом, развитие информационного бизнеса в России тесно связано с экономической политикой правительства. Существующий информационный рынок в России в целом адекватен тому состоянию, в котором находятся сейчас рыночные отношения в стране. Кардинальные его изменения возможны лишь при совершенствовании управленческих процессов на уровне государства и предприятий. Информационный рынок динамичен и противоречив в своем функционировании, что предопределяет необходимость его планирования, прогнозирования, мониторинга и постоянного контроля.

Библиографические ссылки

1. МЕДИАНОВОСТИ. Проблемы формирования информационного общества в России [Электронный ресурс]. URL: <http://lenizdat.ru/articles/1035379/> (дата обращения: 18.03.2014).
2. Информационный бизнес [Электронный ресурс]. URL: <http://www.referat-web.ru/content/referat/economy/economy211.php> (дата обращения: 18.03.2014).
3. Информационный бизнес в России: проблемы становления и тенденции развития [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gpntb.ru/win/inter-events/crimea98/doc1/doc104.html> (дата обращения: 18.03.2014).
4. Проблемы развития информационного бизнеса в России [Электронный ресурс]. URL: <http://www.it2b.ru/blog/arhiv/624.html> (дата обращения: 18.03.2014).
5. Информационный бизнес и его сущность : реферат [Электронный ресурс]. URL: <http://www.coolreferat.com> (дата обращения: 18.03.2014).

© Никитина Ю. В., 2014

УДК 004.738.5

В. С. Образцова

Научный руководитель – *Т. Г. Долгова*

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

МОБИЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ БИЗНЕСА

Рассматриваются мобильные приложения для бизнеса. Мобильные технологии оказывают все большее воздействие на современный мир. Фирмы видят в их способности нового конкурентоспособного преимущества и даже готовы наращивать вложения в мобильные решения до 70 %. Более многообещающими претендентами на внедрение корпоративных мобильных систем считаются направления бизнеса, опирающиеся на огромное количество мобильных сотрудников либо связанные с массовым обслуживанием клиентов – торговые, страховые фирмы, дистрибуторы и т. д.

Мобильные приложения – это программа, которая устанавливается на устройства (мобильный телефон, смартфон, коммуникатор, КПК). Мобильное приложение

позволяет интерактивно поддерживать прямой контакт с любым клиентом, различным образом помогают вести рекламную политику на рынке; делают

мобильные приложения популярной инновационной технологией в настоящем времени и на долгое будущее.

Основные предпосылки создания мобильных приложений:

- Помогают решить маркетинговые задачи.
- Способствуют прямым продажам и выступают средством взаимодействия с клиентом.
- Упрощают рабочие процессы внутри фирмы.
- Дают пользователю огромное количество возможностей по применению и работе с загруженной (полученной) информацией.
- Позволяют пользователю загружать лишь нужную интересную информацию и кроме того сохранять загруженную информацию и пользоваться ей в последующем без соединения с Интернетом. Это существенно помогает пользователю сэкономить на трафике.
- Является эффективным медиа-инструментом в сравнении с мобильными WAP.
- Веб-сайтами, печатными материалами:
- Мобильное приложение, как (печатное издание) в мобильном телефоне пользователя постоянно под рукой в любое время со свежими данными [1].

Мобильные приложения в сфере массового обслуживания

Основная масса приложений, связанных с массовым сервисом обслуживанием клиентов – физических лиц, представляют подход – В2С (сокр. «Business to Client»), В2С бизнес – это бизнес прямых продаж). В этом случае «собственником» и инициатором приложения считается организация, в то время как мобильные пользователи – физические лица, являющиеся клиентами, но не работниками данной фирмы. Как правило, клиентская часть такого рода приложения адаптирована под большинство имеющихся на руках у населения моделей мобильных устройств и доступна в магазинах приложений.

Типичными организациями, использующими мобильные приложения В2С в сфере оказания массовых услуг, являются банки, работающие на рынке потребительского кредитования. Развитые мобильные приложения имеют такие известные банки, как «ВТБ 24» (приложение «Мобильный банк ВТБ 24»), «Сбербанк» (приложение «Сбербанконлайн»).

Внешние мобильные приложения помогают банку вести коммуникации с каждым из клиентов, которые

благодаря мобилизации избавлены от визитов в банк для совершения банковских операций.

Мобильность на производстве. Множество отраслей промышленности связано с обслуживанием большого числа удаленных объектов. Мобилизация труда работников, занятых в этих отраслях, преследует несколько целей.

Во-первых, имеющиеся мобильные приложения подскажут сотруднику, какие именно работы нужно провести и какие составные части заменить. Во-вторых, клиентская часть приложения имеет прямую связь с ERP-системой предприятия (ERP-система – конкретный программный пакет, реализующий стратегию ERP.), и отчет о проделанных работах моментально будет внесен в базу данных АСУ. И, наконец, системы подобного рода часто комплектуются функционалом точного позиционирования, реализованного, как правило, на основе RFID меток. Последняя функция позволяет пометить работу как выполненную только при физическом приближении к объекту обслуживания и нахождения в непосредственной близости от него на протяжении регламентного времени [2].

Мир движется в направлении мобильности – это тренд, который невозможно изменить, и которому трудно противостоять. Компании, руководство которых смотрит в будущее и желает сохранить и преумножить свои конкурентные преимущества в эпоху «мобильного бума», не остановятся на достигнутом. На предприятиях будут внедряться новые мобильные платформы, а существующие КМС будут развиваться как вширь, так и вглубь.

Библиографические ссылки

1. Про причины создания мобильных версий сайтов [Электронный ресурс]. URL: <http://htccs.ru/direction/mobile.htm> (дата обращения: 15.12.2013).
2. Мобильность охватывает самые неожиданные отрасли // Журнал CNews (раздел аналитики), 2013.
3. Статья «Мобильные приложения в SAP Mobile Platform» [Электронный ресурс]. URL: <http://bic-project.ru/index.php/ru/sap-mobile-platform>, 2011 (дата обращения: 14.12.2012).

© Образцова В. С., 2014

УДК 004.318

Е. Б. Пацук

Научный руководитель – *Т. Г. Долгова*

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

РОССИЙСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА

С развитием IT-технологий и всеобщей компьютеризации России специалисты по программному обеспечению особо выделили такой узкоприкладной сегмент рынка, как программы для проведения финансовых расчетов бизнес-планов, в частности для малого и среднего бизнеса.

Программы проведения финансовых расчетов бизнес-планов появились ещё в конце 20 века отечест-

венные и зарубежные. Наиболее известный, из зарубежных программных продуктов в России, пакет про-

грамм COMFAR, а из отечественных – программные продукты Project Expert (Про-инвест консалтинг), «Альт-инвест» (Альт-инвест) и программные продукты фирмы «ИНЭК» (ИНЭК-Аналитик и др.).

Аналитическая система Project Expert компании «Эксперт Систем» – является самой востребованной в России и СНГ программой для разработки бизнес-планов и оценки инвестиционных проектов. Она представлена в виде линейки версий, ориентированной на различные аудитории пользователей.

В конце 2010 года Генеральный директор компании «Эксперт Систем» Михаил Люфанов подготовил концепцию и запустил разработку совершенно нового продукта – Business Plan Expert (сейчас – ВРЕ24). К концу 2011 года был готов рабочий прототип онлайн-сервиса и запущено его бета-тестирование. Привлеченные и внутренние эксперты подтверждали хорошее функциональное наполнение и удобный дизайн сервиса. Исследования и первичные опросы показали, что у сервиса довольно широкая целевая аудитория – начиная от частных предпринимателей и заканчивая крупными государственными структурами. Сервис был запущен в работу и быстро завоевал широкую популярность у тех, кто готовит и оценивает бизнес-планы.

Данный продукт ориентирован на растущий сегмент рынка – разработки бизнес-планов для компаний малого и среднего бизнеса (МСБ), предпринимателей, стартапов. Разработка велась с учетом потребностей предпринимателей и глобального тренда переноса программных продуктов в «облако». Для реализации был выбран подход SaaS – он наилучшим образом подходил для решения, которое бы объединяло сильно упрощенный для предпринимателей инструментарий Project Expert с возможностью самостоятельной пошаговой подготовки неспециалистом качественно бизнес-плана.

Другими словами Business Plan Expert – простой и удобный онлайн-сервис, позволяющий предпринимателю самостоятельно выполнить необходимые финансовые расчеты и составить готовый бизнес-план, даже не будучи специалистом.

Программу можно поделить на две части: финансовую (расчетную) и текстовую (пояснительную).

Пояснительная часть состоит из двух функций: «План-образец» и «Макет-руководство». Первый вариант предоставляет возможность выбора из уже готовых бизнес-планов, а второй, помогает самостоятельно составить свой бизнес. Здесь можно самому выбрать подходящий вариант. Можно определить, насколько подробно необходимо описывать те или иные пункты. Программа подробно подсказывает, в какой последовательности и как нужно составлять бизнес-план и приведет примеры и варианты, а поль-

зователь сам решит, что именно должно быть занесено в документ. Отличительной чертой программы является глава «Финансовый план», где достаточно написать показатели, а программа сама составит готовые графики, таблицы, диаграммы и пояснительный текст. В программу входит самое необходимое для создания данных документов.

Business Plan Expert содержит описание 2 видов упрощенной системы налогообложения, стандартного НДС и других налогов, 3 вида инфляции, 7 видов аренды движимого и недвижимого имущества, 12 видов инвестиционных затрат и других издержек.

Business Plan Expert идеально подходит не только для студентов, изучающих бизнес планирование и финансовый анализ, но также и для бизнес-инкубаторов, фондов посевных инвестиций и технопарков, которые сегодня все чаще приглашают на свои площадки малый и средний бизнес.

В 2012 году ВРЕ24 заинтересовались банки и структуры, заинтересованные в обеспечении единообразия и удобства работы при подготовке и оценке бизнес-планов. Так, ОАО «Сбербанк России», заключил с компанией контракт на разработку, внедрение и поддержку SaaS-решения, позволяющего текущим и потенциальным клиентам самостоятельно подготовить и переслать в банк свой бизнес-план для получения финансирования.

На основе разработанной онлайн-платформы были выпущены версии для профессиональной аудитории – консультантов, экспертов инфраструктуры поддержки предпринимательства, вузов, начата локализация и подготовка к выходу на международный рынок. С помощью дополнительных модулей, онлайн-сервис может быть легко переведен на любой язык, снабжен, с учетом пожеланий заказчика, дополнительными функциями, методиками, отчетами.

На этой же платформе в 2013 году компания запустила разработку CRM версии известных продуктов Quick Sales и Sales Expert. Разработка получила условное название CRM24 и планируется к выпуску в 2014 г.

Библиографические ссылки

1. Эксперт Систем : офиц. сайт компании [Электронный ресурс]. URL: <http://www.expert-systems.com/about/history/#> (дата обращения: 20.03.2014).
2. Ивасюк Р. Я. Анализ особенностей развития малого предпринимательства на современном этапе // Экономический анализ: теория и практика. 2012.
3. [Электронный ресурс]. URL: http://biznesplanu.blogspot.ru/p/blog-page_5374.html (дата обращения: 20.03.2014).

© Пацук Е. Б., 2014

А. С. Соболев
Научный руководитель – С. И. Сенашов
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ОБРАБОТКА «БОЛЬШИХ ДАННЫХ» В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ КОМПАНИЯХ

Анализируются вопросы обработки «больших данных» на примере задачи о сборе, хранении и анализе информации SIEM системой посредством СУБД, с учётом требования обработки информации в реальном времени. Формализуются требования к аппаратно-программной платформе. Разрабатываются и апробируются методики по использованию СХД и СУБД в рамках поставленной задачи. Описывается результат работы готового решения в production-среде.

Технологии «больших данных» успешно реализуются в различных индустриях, таких как банки, телеком, ритейл, энергетика, медицина и управление городской инфраструктурой. В секторе телекоммуникаций более 45 % компаний ведут активные проекты с участием «больших данных» [1]. Основными задачами в данном секторе являются бизнес-аналитика, «умные» маркетинговые кампании, выявление мошенничества, улучшение качества связи. Интересно, что при всем разнообразии задач вендорские решения в сфере «больших данных» пока не приобрели ярко выраженной отраслевой направленности. Рынок находится не просто на стадии активного формирования, а в самом начале этой стадии.

Под задачами выявления мошенничества в первую очередь понимаются задачи, связанные с анализом поступающей информации от различных систем (таких как DLP, IDS, антивирусов, файрволов, маршрутизаторов) для дальнейшего выявления отклонения от норм по каким-либо критериям и последующей генерацией инцидентов.

Сама по себе данная задача не является наукоёмкой и решается при помощи SIEM-систем (с англ. – Security Information and Event Management – система сбора и корреляции событий). Основная проблема стоит в том, что при расширении информационной инфраструктуры (равно как и при перенаправлении потока событий на SIEM-систему с других ИС) количество событий генерируемое в единицу времени становится больше, что в итоге сказывается на увеличении времени обслуживания БД в общем, и к пропуску каких-либо важных инцидентов безопасности в частности, что в свою очередь недопустимо.

В статье ставится задача: проанализировать объём, источники и типы генерируемых событий информационной инфраструктурой, сформулировать критерии к аппаратно-программной части комплекса и настроить СУБД и СХД (систему хранения данных) таким образом, чтобы SIEM система при помощи данной СУБД могла обеспечивать обработку всех событий в режиме реального времени.

В ходе работы над задачей было определено среднее количество генерируемых в день событий (порядка одного миллиарда) и объём, занимаемый событиями в СХД (порядка 20 Тб). На основании требования

обеспечения обработки событий в реальном времени с учётом роста нагрузок в среднесрочной перспективе было принято решение выбрать СХД «Mid-Range» сегмента, обладающего таким функционалом как «Tiering» (перемещение данных между дисками и/или дисковыми массивами различных классов стоимости и производительности) и «Thin provisioning» (динамические тома).

СХД была настроена с учётом использования RAID 6 массива. Данная структура массива обеспечивает приемлемую скорость при относительно небольшой потере места в СХД, что с учётом требуемых объёмов является очень значимым фактором.

Для реализации задачи была выбрана СУБД MongoDB. Основным фактором выбора данной СУБД явилась поддержка вычислительной парадигмы, известной как MapReduce. Преимущество MapReduce заключается в том, что она позволяет распределенно производить операции предварительной обработки и свертки. Операции предварительной обработки работают независимо друг от друга и могут производиться параллельно (хотя на практике это ограничено источником входных данных и/или количеством используемых процессоров). MapReduce может быть применена к большим объемам данных, которые могут обрабатываться большим количеством серверов [2].

К самой СУБД были применены оптимизационные алгоритмы чтения и записи, которые в первую очередь повысили производительность, а так же позволили снизить нагрузку на аппаратную часть.

Результатом стала рабочая программно-аппаратная платформа с SIEM-системой, способная обрабатывать «большие данные» в режиме реального времени, снизив тем самым риск пропуска значимых инцидентов до нуля.

Библиографические ссылки

1. URL: http://www.tadviser.ru/images/3/3d/Cnews_infra_bigdata_4.jpg (дата обращения: 15.04.2014).
2. URL: <http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82:MapReduce> (дата обращения: 15.04.2014).

© Соболев А. С., 2014

В. Е. Тимофеев

Научный руководитель – И. Л. Савостьянова
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ОБЪЕМА ВЫПУСКА ШТАМПОВАННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ КОЛЕС ООО «КраМЗ»

Описывается деятельность Красноярского металлургического завода, представлены основные рынки сбыта. В целях улучшения деятельности предприятия в работе анализируется объем производства продукции и на основе статистических показателей определяется его будующая динамика.

Красноярский металлургический завод является третьим по мощности и самым молодым из крупных перерабатывающих предприятия России. Решение о строительстве завода было принято в 1966 году – он должен был удвоить мощности, существовавшие в стране, по производству алюминиевого проката. 11 января 1969 года на КраМЗе произвели первую плавку алюминия. [1] Сфера деятельности завода – переработка алюминия и алюминиевых сплавов. Действующее производство ООО «КраМЗ» обеспечивает выпуск плоских и круглых слитков, пресованных профилей, прутков и труб, поковок и штамповок из широкой гаммы алюминиевых сплавов в соответствии с химическим составом российских и зарубежных стандартов. Основные производства – плавильное, пресовое и кузнечное. Продукция предприятия находит применение практически во всех отраслях промышленности – строительстве, нефте- и газомашиностроении, специальном машиностроении, приборостроении, авиакосмической технике, автомобилестроении и других. Продукция ООО «КраМЗ» поставляется в страны Евросоюза, США, Южную Корею, Израиль, Турцию, Австралию и другие страны мирового сообщества [1].

Рассмотрим основные показатели для данной выборки значений выпуска штампованных автомобильных колес ООО «КраМЗ» за период с 01.10.2012 г. по 25.09.2013 г.

Средний выпуск за исследуемый период составляет 1070 шт., в выходные и праздничные дни завод не работает.

В приведенных данных мода = 0, медиана принимает значение 1 425,5.

Коэффициент вариации = 75,42, поскольку данное значение больше 33 %, можно сделать вывод, что данные не однородные.

Построим различные линии тренда (линейную, логарифмическую, полиномиальную). Сравнивая их, можно сказать, что линейная линия тренда лучше по значению коэффициента детерминации (R^2), так как в данном случае R^2 наибольший и равный 0,0643. Значение коэффициента показывает, что 6,43 % общей вариации данных описывается уравнением линии тренда. Данная оценка является недопустимой и не корректно отражает действительность.

Далее проверим стационарность данных временного ряда. Для этого используем двухвыборочный F тест для дисперсии, t тест для средних. Данные тесты показали, что временной ряд не является стационар-

ным, поэтому сделаем его стационарным по линии тренда с линейной зависимостью по времени [2]. Уравнение линейного тренда по методу наименьших квадратов имеет вид: $\hat{Y}_t = 708,09 + 1,9579t$, где \hat{Y}_t – оценка объема выпуска продукции; t – номер дня.

Коэффициент корреляции $R = 0,244$. Данное значение меньше 0,7, что указывает на слабую степень зависимости данных значений выпуска продукции по времени. Поскольку F выч. больше F табл., т. е. $22,68 > 3,87$, можно сделать вывод о том, что данное уравнение адекватно опытным данным.

Регрессия для остатков, построенная по методу наименьших квадратов выглядит следующим образом: $e_t = 0,887e_{t-1}$.

На основании этого строится уравнение авторегрессии между остатками:

$$\hat{Y}_t = 708,09 + 1,9579t + 0,887e_{t-1}.$$

Повторный тест анализов на автокорреляцию дал отрицательный результат. Значение коэффициента $R^2 = 0,7854$ показывает, что 78,54 % общей вариации данных описывается уравнением авторегрессии. Рассчитанный уровень значимости F по критерию Фишера меньше 0,05, что подтверждает значимость R^2 . Коэффициент корреляции $R = 0,8862$ также указывает на сильную степень зависимости данных от предыдущего выпуска [3].

Таким образом, уравнение адекватно опытным данным и на его основании можно сделать прогноз на весь следующий год (ошибка менее 5 %). Но для более корректного анализа и прогнозирования выпуска продукции необходимо учитывать другие факторы, например, расширение рынков сбыта, поиск новых покупателей, снижение цены поставщиков на комплектующие, необходимые для производства, что выходит за рамки данной исследовательской работы.

Библиографические ссылки

1. ООО «КраМЗ» : офиц. сайт [Электронный ресурс]. URL: <http://kramz-trade.ru/> (дата обращения: 18.03.2014).
2. Эконометрика : учебник. 2-е изд. / под ред. И. И. Елисеевой. М. : Финансы и статистика, 2007. 576 с.
3. Шишов В. В., Кириченко Н. И. Принятие оптимальных экономических решений : учеб. пособие ; КГТЭИ. Красноярск, 2008. 80 с.

УДК 004.771

М. В. Токмачева
 Научный руководитель – *Т. Г. Долгова*
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

УДАЛЕННОЕ АДМИНИСТРИРОВАНИЕ В БАНКОВСКОЙ СФЕРЕ

Удаленное администрирование является одним из составляющих полноценного банковского цикла. Удаленное администрирование проявляется в экономическом росте банка. Работодатели и сотрудники заинтересованы, чтоб компьютерная техника, платежные терминалы и банкоматы работали в усиленном режиме и чтоб поломка техники не отображалась на клиентопотоке и сбоях в единой системе.

Удаленное администрирование – это один из самых быстрых и эффективных способов помощи и решение возникших проблем в работе компьютера. Программы удаленного администрирования – программы или функции операционных систем, позволяющие получить удаленный доступ к компьютеру через Интернет или ЛВС и производить управление и администрирование удаленного компьютера в реальном времени [1; 2].

Суть удаленного администрирования заключается в том что, компания, предоставляющая данные услуги, имеет доступ к необходимым сетям, компьютерам, системам, банкоматом и платежным терминалам через локальную сеть или сеть Интернет и может следить за состоянием определенных сегментов управляемой IT-сети, принимать меры по устранению неполадок, диагностировать состояние системы и терминалов [3; 4].

Удаленное администрирование имеет ряд преимуществ использования в банковской сфере: проведения постоянного мониторинга состояния сети; оперативное нахождения и устранения проблем, если их источником не стало физическое повреждение компонентов сети; проведения интерактивного обучения сотрудников банка. Платежные терминалы и банкоматы имеют также удаленное администрирование, которое позволяет без недовольств клиентов и финансовых потерь работать на благо банка. И все же имеется недостаток в том, что IT-специалист удаленно не сможет отремонтировать компьютер, заменить неисправные комплектующие.

Существует множество программ для удаленного администрирования, такие как Mikogo, Webmin, TeamViewer и Radmin. Radmin – безопасное и надежное ПО в банковской сфере, отвечающее высочайшим требованиям IT-департаментов крупнейших банков, таких как Росбанк, Сбербанк, Альфа Банк, ВТБ.

Благодаря расширенным возможностям поддержки обмена данными между управляющим и управляемым компьютерами и надежным средствам обеспечения безопасности происходит удаленное администрирование не только компьютеров, но, и платежных терминалов и банкоматов, а также поддерживает техническую поддержку пользователей и мониторинг действий сотрудников.

Библиографические ссылки

1. Softkey.info : онлайн-журнал [Электронный ресурс]. URL: <http://www.softkey.info/> (дата обращения: 10.12.2013).
2. Удаленное администрирование. 911 Computers [Электронный ресурс]. URL: <http://www.911-comp.ru/> (дата обращения: 10.12.2013).
3. Удаленное управление компьютерами: банковская сфера [Электронный ресурс]. URL: <http://www.radmin.ru/> (дата обращения: 10.12.2013).
4. Удаленное администрирование. Квадро-IT-решения [Электронный ресурс]. URL: <http://www.itkvadro.ru/> (дата обращения: 10.12.2013).

© Токмачева М. В., 2014

УДК 330.77

Ю. А. Трезубович
 Научный руководитель – *Е. В. Филюшина*
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ОБЪЕМА ПРОДАЖ В ООО «ADIDAS» В ПЕРИОД С 01.01.2012 ПО 25.12.2012 гг.

Проведён анализ объема продаж в ООО «ADIDAS», на основе представленных данных рассчитываются основные статистические показатели, которые позволяют сделать прогноз на перспективу.

На протяжении уже более 80 лет компания «Ади-дас» является символом успеха в мире спорта. История компании началась в 1920 году, когда молодой

сапожник из Херцогенауэрах (Германия) Адольф Дасслер сшил свою первую пару спортивной обуви. Он хотел, чтобы у каждого атлета была такая экипи-

ровка, которая помогала бы ему добиваться лучших результатов. Идея оказалась настолько жизнеспособной, что к сегодняшнему дню компания добилась серьезных успехов, как в спорте, так и в бизнесе, и представляет широкий ассортимент товаров, начиная с баскетбольных кроссовок и футбольных бутс и заканчивая спортивной одеждой и обувью для туризма.

Название «Адидас» (сочетание первых слогов имени и фамилии основателя компании) появилось в 1948 г. В 1949 г. название было зарегистрировано в качестве торговой марки, тогда же был зарегистрирован и символ «Адидас» – знаменитые три полоски. В 1989 г. компания была преобразована в открытое акционерное общество после практически семидесятилетнего существования в форме «семейного бизнеса».

В 1997 г. «Адидас» приобрел группу Salomon, и имя компании было изменено на Adidas-Salomon AG. Сегодня Adidas-Salomon AG владеет брендом «Адидас», группами брендов Salomon и Taylor Made.

«Адидас» – это спортивная обувь, одежда и аксессуары. Основная концепция брэнда состоит в том, чтобы предлагать потребителям такую обувь и экипировку, которая помогает им улучшать спортивные результаты. Существует 3 подразделения «Адидас»: Forever Sport, Originals и Adidas Equipment, которые обеспечивают компании около 79 % всего объема продаж [1].

Организация ведет ежегодный учет продажи товаров, именно эта информация и подлежала моему анализу.

Статистический анализ проводился на основании временного ряда, включающего 360 значений.

Рассмотрим основные статистические показатели для данной выборки значений.

Среднее количество проданных товаров за период – 506 единицы, при этом минимальное количество – 136 товаров, а максимальное – 1 410 продано наименований за день.

Длительная тенденция изменения экономических показателей называется трендом. Тренд является основной составляющей прогнозируемого временного ряда, на которую уже накладываются другие составляющие (как например, сезонные колебания) [2].

По результатам анализа, коэффициенты a и b оказались равны 479,67 и 0,15. Функция тренда приняла вид

$$y_t = 479,67 + 0,15t,$$

где y_t – прогнозируемый объем продаж; t – номер дня.

После того, как уравнение тренда составлено, осуществляется проверка его адекватности. Для этого необходимо сравнить коэффициенты F и F -таблич-

ное: $F(0,91) < F_{\text{табл}}(3,87)$, следовательно, полученное уравнение не адекватно опытными данным.

По результатам регрессионной статистики можно сформулировать следующий вывод: R^2 это отношение устранимой ошибки к неустраняемой, его также называют коэффициентом качества ошибки: $R^2 = 0,0037 = 3,7\%$ – только 3,7 % опытных данных описано уравнением. Отсюда следует, что такая оценка не является допустимой и не корректно отражает действительность.

Итак, на основании сделанного анализа можно сделать вывод, что линейное уравнение регрессии не полностью удовлетворяет критериям адекватного описания данных.

Следующий этап статистического анализа заключался в нахождении коррелирующих данных, которые, впоследствии, будут подвергнуты дисперсионному анализу и дадут представление о сезонной зависимости объема продаж. Анализ показал, что наибольшие значения корреляция принимает в 8 и 15 столбцах – $R = 0,79$ и $0,73$. Не трудно заметить, что шаг между коррелирующими столбцами 7 дней – недельный цикл, что вполне соответствует реальной ситуации, при которой пик игровой активности, и, соответственно, пик продаж, наблюдается в выходные дни, то есть с промежутком в 1 неделю.

Дисперсионный анализ помог составить более точное уравнение авторегрессии:

$$Y_t = 63,95 + 0,269Y_{t-7} + 0,592Y_t - 14.$$

Следовательно, зная недельных и двухнедельные данные о продажах, можно предсказать значение сегодняшних показателей. Из уравнения авторегрессии следует, что значения позапрошлой недели имеют вдвое большее влияние на прогнозируемый результат, чем данные прошлой недели (коэффициент 0,59 против 0,27).

Подводя общий итог анализа, отметим, что для корректного прогнозирования объема сбыта для компании ООО «Adidas» недостаточно знаний о временном распределении, необходимо вводить фиктивные переменные, учитывать другие факторы, такие как, например, популярность брэнда, уровень конкуренции, наличие рекламы и продвижения, что выходит за рамки данной работы.

Библиографические ссылки

1. ООО Adidas : офиц. сайт [Электронный ресурс]. URL: <http://www.adidas.ru> (дата обращения: 12.03.2014).
2. Айвазян С. А. Основы эконометрики. М. : Юнити, 2001. 432 с.

© Трегубович Ю. А., 2014

Ю. В. Федорова
 Научный руководитель – С. И. Сенашов
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

АНАЛИЗ ПОСЕЩАЕМОСТИ САЙТА ПО ПРОДАЖЕ КОСМЕТИКИ И БИЖУТЕРИИ «MAKE UP AND ACCESSORIES STORE» В ПЕРИОД С ОКТЯБРЯ 2012 ПО СЕНТЯБРЬ 2013 г.

Представлен анализ динамики ежедневной посещаемости сайта по продаже косметики и бижутерии для выявления закономерностей и возможности дальнейшего прогнозирования. В результате получено уравнение, позволяющее осуществлять кратковременный прогноз с ошибкой, не превышающей 5 %.

Интернет-магазин «Make up and Accessories Store» – это удобная платформа для совершения покупок, не выходя из дома. Продукция, которая реализуется в данном магазине – это бижутерия и профессиональная косметика из Китая. Несмотря на то, что традиционно все, что произведено в Китае, считается продуктами невысокого качества, данная продукция пользуется спросом, так как опробована уже многими потребителями и зарекомендовала себя как хорошая и соответствующая отношению «Цена-качество» [1–4].

Магазин является посредником, и осуществляет помощь в приобретении товаров, которые недоступны большинству населения в силу определенных барьеров: иностранный язык, безличный расчет, нежелание рисковать, покупая в интернет-магазинах. Магазин берет на себя решение этих проблем, и взаимодействовать с ним намного проще, тем более на уже подготовленной для эффективных коммуникаций платформе – в социальной сети.

Магазин открылся в январе 2012 г., активно стал продвигаться в июле того же года. Тогда стали появляться первые клиенты. Приток клиентов в группу обеспечивался личными приглашениями, также осенью 2012 г. прошли 2 конкурса, которые увеличили количество клиентов.

Данные по ежедневной посещаемости сайта и информация о компании, используемые в работе, предоставлены владельцам интернет-магазина «Make up and Accessories Store».

Целью работы является построение уравнения, описывающего данные, с целью осуществления дальнейшего прогнозирования исследуемых величин с наименьшей ошибкой прогноза.

При анализе основных статистических показателей исследуемой выборки данных было выявлено, что среднее количество посещений сайта составляет 464 посещения за день, при этом наименьшее количество посещений составляет 6, а наибольшее – 1922 посещения за день. Мода исследуемых данных равна 22, медиана – 366,5. Так как медиана меньше среднего значения, то данные распространены со сдвигом влево, то есть в общем количестве посещений сайта за исследуемый период преобладают те значения, которые меньше среднего.

Поскольку значение коэффициента вариации исследуемых данных (87,3 %) больше 33 %, то можно утверждать, что данные являются неоднородными (об этом так же свидетельствует большое значение дисперсии выборки), в связи с чем значительно снижает-

ся надежность и адекватность статистический обработки данных. Но в данном случае неоднородность данных обусловлена наличием довольно четкой тенденции развития, а так же, наличием аномально высоких значений посещаемости сайта, вызванныхведением рекламных акций.

Проверка данных на стационарность (F -тест и T -тест) показала, что исследуемый временной ряд не является стационарным, что так же говорит о том, что данные имеют основную тенденцию развития.

Построение различных типов линий тренда и их анализ показали, что наилучшей линией тренда относительно значения коэффициента корреляции является полиномиальная, так как ее R^2 наибольший и равен 0,961. Но с экономической точки зрения наилучшей линией тренда будет линейная. Исходя из этого, уравнение линии тренда имеет вид:

$$\hat{y}_t = 3,75t - 212,67, \quad (1)$$

где t – номер дня.

Проведенный анализ построенной линии тренда показал, что при помощи данного уравнения регрессии описывается 92,68 % данных (согласно значению, R -квадрат), при этом уровень значимости F подтверждает, что уравнение адекватно опытным данным. Большую степень зависимость количества посещений сайта от времени также показывает множественный R , значение которого больше 0,7 ($R = 96,27$).

Из данных дисперсионного анализа следует, что уравнение адекватно опытным данным; оба коэффициента уравнения линии тренда являются значимыми. Также значимость коэффициентов уравнению подтверждают соответствующие им P -значения, каждое из которых меньше 0,05.

После оценки адекватности полученного уравнения регрессии (1), был проведен анализ ошибки прогноза (остатков), который показал наличие автокорреляции между остатками.

По данным регрессионного анализа, в соответствии данными P -значений для полученных коэффициентов уравнения авторегрессии, были найдены коэффициенты для построения уравнения зависимости остатков, которое можно записать следующим образом:

$$e_t = 0,187e_{t-1} + 0,476e_{t-2} - 0,245e_{t-5}, \quad (2)$$

где e_t – ошибки прогноза

В результате прогнозное уравнение можно записать следующим образом:

$$y_t = 3,75t - 212,67 + 0,187e_{t-1} + 0,476e_{t-2} - 0,245e_{t-5}, \quad (3)$$

Полученное уравнение адекватно опытными данными, а автокорреляция между остатками, полученными в результате, отсутствует.

Прогноз, построенный с помощью уравнения (3), был сопоставлен с практическими данными. При помощи данного уравнения удалось составить прогноз количества посещений сайта на 11 дней, при условии, что ошибка прогноза не должна составлять более 5 %. Таким образом, используя полученное уравнение можно осуществлять прогноз посещаемости сайта по продаже косметики и бижутерии на 11 дней с точностью до 95 %.

Библиографические ссылки

1. Эконометрика : учебник. 2-е изд. / под ред. И. И. Елисеевой. М. : Финансы и статистика, 2007. 576 с.
2. Шишов, В. В., Кириченко Н. И. Принятие оптимальных экономических решений : учеб. пособие ; КГТЭИ. Красноярск, 2008. 80 с.
3. Международные резервы Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: http://www.cbr.ru/hd_base/default.aspx?Prtid=mrif_7d (дата обращения: 20.03.2014).
4. Инфляция доллара США по отношению к золоту [Электронный ресурс]. URL: <http://www.dollar-usd.ru/inflation.htm> (дата обращения: 20.03.2014).

© Федорова Ю. В., 2014

УДК 676.064.2

И. А. Хобяков

Научный руководитель – *Т. Г. Долгова*

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

ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ ДЕНЬГИ BITCOIN

Экономика уже не возможна без быстрого перевода денежных средств и оплаты услуг через большие расстояния. Электронные деньги вошли в повседневную жизнь каждого современного человека.

Bitcoin-пиринговая электронная платёжная система, использующая одноимённые единицы для учёта (BTC). На собственном сайте Bitcoin характеризуются как «цифровая валюта». В официальных отчётах Всемирного банка, ЕЦБ и ФБР – «виртуальная валюта». По классификации комиссии по финансовым преступлениям при министерстве финансов США Bitcoin относят к «децентрализованным виртуальным валютам». Часто bitcoin называют «криптовалютой». Министерство финансов ФРГ считает bitcoin вариантом частных денег, которые могут быть использованы для «многосторонних клиринговых операций». Bitcoin был изобретен в 2008 году Сатоши Накамото (предположительно псевдоним) для того, чтобы подтвердить выдвинутую десятью годами ранее идею пиринговой платёжной системы.

Bitcoin имеет целый ряд особенностей, которые принципиально отличают его от других электронных валют. Децентрализованность – нет единого центра выпускающего и контролирующего эту валюту, который мог бы влиять на ее курс, количество монет в сети, блокировать счета или транзакции, сеть построена по принципу p2p из равноправных узлов-участников [1]. Эмиссия осуществляется автоматически: новые bitcoin-монеты в качестве вознаграждения получают относительно случайным образом те, кто использует вычислительные мощности своего оборудования для поддержания работы системы Bitcoin (для создания новых блоков базы). Объём эмиссии алгоритмически ограничен так, чтобы общее количество эмитированных Bitcoin не превысило 21 миллион [3]. Деятельность по созданию новых блоков с возможностью получить вознаграждение в форме

эмитированных Bitcoin и комиссионных сборов получила название «майнинг» (от англ. mining – добыча полезных ископаемых). Производимые вычисления требуются для обеспечения защиты от повторного расходования одних и тех же Bitcoin, а связь майнинга с эмиссией стимулирует людей предоставлять вычислительные мощности и поддерживать работу сети. Адреса не содержат никакой информации об их владельце и в общем случае являются анонимными. Адреса в текстовой форме представляют собой строки длиной около 34 символов, состоящие из букв латинского алфавита и цифр, например, 1BQ9qza7fn9snSCyJQB3ZcN46biBtk4ee [2].

Одно из главных отличий Bitcoin от традиционных электронных денег и безналичных расчётов заключается в том, что Bitcoin не является долговым обязательством эмитента. Bitcoin-монеты нематериальны и являются всего лишь числом, связанным с набором условий. Воспользоваться данной суммой может тот, кто выполнит все условия. Стандартным условием является использование bitcoin-адреса, но условия могут быть и другими. Bitcoin-монеты могут быть использованы только для передачи внутри этой платёжной системы. Их стоимость не привязана к какой-либо валюте или другому активу. Курс обмена на разные валюты сейчас определяется исключительно балансом спроса и предложения.

Мнение мира относительно Bitcoin разделилось, некоторые страны например Китай, Сингапур, Тайланд запретили любые операции с Bitcoin на территории своих стран. Европейские страны в свою очередь приняли Bitcoin на различном правовом статусе, и стремятся ввести налогообложение относительно операций с участием Bitcoin.

Есть мнение, что как в свое время электронная почта лишила традиционную доли заработка и упростила жизнь людям, также и Skype и другие VoIP технологии заставили подвинуться телефонные компании, так же и Bitcoin может занять свою нишу в платежных системах, заставив подвинуться традиционные валюты, которые в большей своей массе уже давно ничем не обеспечены и печатаются в любых нужных количествах.

Библиографические ссылки

1. Bitcoin. Как это работает [Электронный ресурс] // Habrahabr. URL: <http://habrahabr.ru/post/114642/> (дата обращения: 23.03.2014).
2. Биткоин – энтузиастам [Электронный ресурс] // bitcoin. URL: <http://bitcoin.org/ru/> (дата обращения: 23.03.2014).
3. Что такое bitcoin? [Электронный ресурс] // BitcoinSecurity. URL: <http://btcsec.com/> (дата обращения: 23.03.2014).

© Хобяков И. А., 2014

УДК 004.056.5

Е. А. Худкина

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

ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННО-ЦИФРОВОЙ ПОДПИСИ НА ЭЛЕКТРОННЫХ ТОРГАХ

Данная статья посвящена такой быстроразвивающейся технологии как электронно-цифровая подпись. Все больше фирм отдают предпочтение электронно-цифровой подписи, так как эта технология является надежной, документы подписанные таким образом можно доставить в течение нескольких секунд, что немало важно для современного мира, но, несмотря на все положительные черты, ЭЦП также имеет и существенные минусы. Рассмотрены плюсы и минусы использования этой технологии, и ее применение на электронных торгах.

Для многих интернет давно стал неотъемлемой частью жизни. Современный человек все больше времени проводит за компьютером. Сегодня с помощью компьютеров, ноутбуков, планшетов мы имеем неограниченные возможности во всех сферах деятельности. Люди покупают в интернете машины, оформляют кредиты и страховки, проводят сделки с ценными бумагами, участвуют в торгах. Быстроразвивающиеся технологии все больше занимают сферы деятельности человека. Одной из таких сфер являются электронные торги. Государство нацелено на развитие электронной коммерции, в особенности такой ее сферы как поставка товаров, выполнение работ и оказание услуг для государственных и муниципальных нужд.

Такие торги имеют ряд особенностей. А так же ряд преимуществ и недостатков. Нормативно-правовое регулирование, которое бы непосредственно касалось проведения торгов на коммерческих площадках, на данный момент отсутствует. Деятельность коммерческих электронных площадок урегулирована их собственными регламентами. Регламенты одновременно являются договорами присоединения для лиц, желающих зарегистрироваться в данной системе электронных торгов. А юридическую значимость электронных торгов обеспечивает электронно-цифровая подпись.

Участие в электронных торгах является случаем использования электронно-цифровой подписи. На данный момент электронная подпись одно из самых быстроразвивающихся средств удостоверения личности человека, заключающего сделку. Регламенты электронных торговых площадок для заказчиков ус-

танавливают необходимость получения электронно-цифровой подписи как обязательное условие для регистрации в электронной системе и проведения торгов. Оформление такой подписи является необходимым условием для участия в электронных торгах на федеральном уровне. Использование электронно-цифровой подписи оправдано рядом существенных преимуществ [1].

Одним из главных преимуществ является то, что такую подпись гораздо сложнее подделать, нежели собственноручную, подлинность которой можно установить только проведя специальную экспертизу. Такие подписи оснащены пин-кодом, защитой от взлома, защитой от несанкционированного копирования изнутри. В практике еще не встречалось случая подделки электронно-цифровой подписи, что, несомненно, оберегает участников торгов от разного рода злоупотреблений недобросовестных поставщиков.

Следующим преимуществом электронно-цифровой подписи является то, что документы, подписанные таким образом, могут быть получены в течение нескольких секунд, что, безусловно, ценится в современных условиях. Таким образом, такой обмен позволяет усовершенствовать и удешевить процедуру подготовки, доставки, учета и хранения документов, минимизировать риск финансовых потерь за счет повышения конфиденциальности информационного обмена документами значительно сократить время движения документов.

Несмотря на достаточно весомые преимущества электронных цифровых подписей, так же выделяются и недостатки. В каждой системе, к сожалению, есть

свои минусы и от них никуда не деться. Первым, пожалуй, достаточно убедительным минусом будет являться то, что многие руководители получают электронно-цифровую подпись на свое имя, но, как правило, сами не работают на электронных площадках, вследствие чего копируют ее своим сотрудникам. Соответственно, документы подписанные подписью руководителя обладает полной юридической силой, то есть именно руководитель несет полную ответственность за документ и действия, которые совершаются с помощью этой подписи [2].

Вторым, и наиболее важным минусом является правовая проблема использования электронно-цифровой подписи. К недостаткам закона относят не соответствие основным принципам, реализуемым в иностранном законодательстве и международном праве при осуществлении правового регулирования электронных подписей, таким как «технологическая нейтральность» законодательства, правовое признание различных видов электронной подписи, недостаточна сфера регулирования закона, из нее исключены отношения, не являющиеся гражданско-правовыми сделками, не допускается ЭЦП юридических лиц. Приходится делать вывод, что законодательная и юридическая стороны лишь на пути к становлению.

Также еще одним весомым по нашему мнению недостатком является дороговизна электронно-цифровой подписи. Как уже было оговорено выше, в торгах могут принимать участие юридические лица, ИП, негосударственные юридические лица, ИП, а также физические лица, при этом обязательным условием является владение подписью. Но не каждый может позволить себе подпись. Обычно цена на ЭЦП варьирует от 2–10 тысяч рублей. Это достаточно большой минус.

Указанные выше недостатки, при всем преимуществе электронно-цифровых подписей, бесспорно, тормозят процесс широкого внедрения и использования их в условиях бурного экономического развития, в частности в электронных торгах.

Впрочем, как мне кажется, мы находимся на пороге того, когда электронная цифровая подпись полностью заменит нам обычную ручную подпись. Многие специалисты сходятся к мнению, что у ЭЦП есть большие перспективы в будущем. А технологии электронного аукциона будут использоваться во всех областях, где продавец и покупатель взаимодействуют под контролем государства. Дальнейшее развитие электронной коммерции делает актуальным изучение системы электронных торгов, являющихся распространенным способом заключения договоров в сети Интернет, определения тенденций ее развития и основных направлений модернизации. Соответственно, особое значение приобретает технологических и законодательных основ использования электронной подписи, наличие которой необходимо для участия в электронных торгах, а также перспектив ее практического применения.

Библиографические ссылки

1. Ассоциация электронных торговых площадок [Электронный ресурс]. URL: <http://aetp.ru/> (дата обращения: 20.03.2014).
2. Единый портал ЭЦП в РФ [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iecp.ru/> (дата обращения: 20.03.2014).

© Худкина Е. А., 2014

УДК 519.866

М. Г. Шиверская

Научный руководитель – *И. Л. Савостьянова*

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

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗАКЛЮЧЕННЫХ ДОГОВОРОВ БЮДЖЕТНЫМ УЧРЕЖДЕНИЕМ

Рассматриваются интеллектуальные методы анализа заключенных договоров бюджетным учреждением в период с 12.01.2012 по 01.10.2013 г. Построены уравнения на основе регрессионного, авторегрессионного анализа.

Прогнозирование заключенных государственных контрактов является действенным инструментом экономической и финансовой деятельности государства. Прогноз можно осуществить при помощи реестра заключенных государственных контрактов размещенных на сайте <http://zakupki.gov.ru>. Федеральный орган исполнительной власти осуществляет ведение реестра государственных контрактов, заключенных от имени Российской Федерации, а также гражданско-правовых договоров федеральных бюджетных учреждений [1], а заказчик (бюджетное учреждение) в течение 3 рабочих дней со дня заключения контракта (его изменения) направляет через официальный сайт сведения о контракте для включения их в реестр контрактов.

Объектом анализа являются показатели цены контрактов заключенных бюджетным учреждением за период с 12.01.2012 по 01.10.2013 г. Временной ряд состоит из 154 значений. Данные представлены ежемесячно и охватывают указанный период. Всего за период было заключено 356 государственных контрактов. При анализе данных можно выявить следующие тенденции: в начале года и в конце наблюдается повышение общих сумм заключенных договоров. Пик заключенных договоров приходится на январь–февраль, минимальное количество прибывших в основном приходится на май. Это указывает на то, что активность совпадает с началом и окончанием финансового года.

Стационарным процессом в узком смысле называется такой случайный процесс, вероятностные свойства которого с течением времени не изменяются. Он протекает в приблизительно однородных условиях и имеет вид непрерывных случайных колебаний вокруг некоторого среднего значения. При проведении t -тест и f -тест, получили равные значения средней и дисперсии, это означает, что данные стационарные [2].

Однородность данных означает отсутствие сильных изломов тенденций, а также аномальных, нетипичных для данного ряда, наблюдений. В рассматриваемой ситуации, наблюдаются аномальные скачки, которые необходимо исключить из временного ряда. Однородность данных равна 3,403 762, соответственно делается вывод, о том, что данные однородные [2]. Устойчивость характеризуется преобладанием закономерности над случайностью в изменении уровней ряда. При проверке данных на корреляцию нами установлено, что процесс устойчивый [5].

Использование описательных статистик дает нам возможность оценить характер распределения данных в изучаемой выборке.

Асимметричность (равная 7,1) характеризует смещение вправо. Мода – не определена, т. е. наиболее часто встречающееся значение переменной не найдено. Наименьшее и наибольшее значение изучаемой переменной определяется в следующих пределах: минимум выборки равен 5 100, максимум – 64 522 404,72. Центр выборки находится в 364 994,96. Коэффициент эксцесса (равный 61,7) показывает, что основная масса данных группируется около центра [3].

По методу наименьших квадратов построим уравнение регрессии для данных по сумме заключенных договоров: $Y_t = 0,28Y_{t-6} + u$, где t – номер месяца от 1 до 154. Коэффициенты уравнения регрессии статистически не значимы, следовательно, данный ряд не имеет тренда.

При проведении регрессионной статистике было выявлено, следующее:

1. Коэффициент корреляции (множественный R) выявляет линейную зависимость между двумя переменными. Множественный $R = 0,295$, соответственно вероятность предсказаний равна 0,295 %.

2. Коэффициент детерминации (R -квадрат) показывает, в скольких случаях изменчивость $Y(t)$ можно объяснить с помощью прогнозного значения $Y(t-1)$. Достоверность уравнения равна 0,087 [3].

3. Нормированный R -квадрат (скорректированный коэффициент детерминации) показывает влияние

корректировка R -квадрата на величину коэффициента детерминации. В рассматриваемой модели нормированный нормированный R -квадрат = 0,080 848, а R -квадрат = 0,087 101, следовательно, можно сделать вывод о хорошем качестве модели.

4. Как видно из показателя стандартной ошибки (64145333), оценка является не достоверной, так как стандартное отклонение оценок, которые получены при многократной случайной выборке данного размера из одной и той же совокупности достаточно большое.

5. F и значимость F проверяют, соответствует ли построенное уравнение регрессии экспериментальным данным. В данном случае $F = 13,929 99$, значимость $F = 0,000 271$, следовательно, результат высоко значим.

6. С помощью t -статистики проверяется статистическая значимость параметров уравнения регрессии. В данном случае p -значение для независимой переменной = 0,82, следовательно, результат значимым не является [6].

Результаты исследования интеллектуальных методов анализа данных показали их эффективность при прогнозировании. Кроме того, их реализация в виде программного продукта позволяет получать итоговый прогноз за несколько минут. В то же время статистические модели позволяют получить дополнительную информацию о данных, выявить скрытые закономерности в них, повысить качество анализа.

Библиографические ссылки

1. О размещении заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных и муниципальных нужд : федер. закон от 21.07.2005 № 94-ФЗ.
2. Гомонова О. В., Сенашов С. И. и др. Эконометрика : учеб. пособие ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2011. 106 с.
3. Эконометрика : учебник. 2-е изд. / под ред. И. И. Елисеевой. М. : Финансы и статистика, 2007. 576 с.
4. Ефимова М. Р., Петрова Е. В., Румянцев В. Н. Общая теория статистики : учебник. М. : Инфра-М, 1998. 416 с.
5. Магнус Я. Р., Катышев П. К., Пересецкий А. А. Эконометрика. Начальный курс. М. : Дело, 1997. 248 с.
6. Бабенко Т. И., Барабаш С. Б. Методы принятия управленческих решений (в среде Excel) : учебник. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2006.

© Шиверская М. Г., 2014

УДК 669.713.7

А. Г. Юзаева, Л. М. Савченко
 Научный руководитель – Д. В. Тихоненко
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА

Представлен обзор систем электронного документа оборота как средства организации документооборота на предприятии. Показано, что СЭД вносит качественные улучшения в деятельность компаний и способствуют ускорению работы с документами. Одной из главных черт рассмотренной темы является актуальность для современного бизнеса.

Еще пару лет назад даже профессионалы говорили о системах электронного документооборота как о «светлом будущем». А уже сейчас они активно используются на крупных и средних предприятиях, в государственных структурах и интерес к ним не перестает расти.

Согласно общедоступным источникам: система электронного документооборота (СЭД) – организационно-техническая система, обеспечивающая процесс создания, управления доступом и распространения электронных документов в компьютерных сетях, а также обеспечивающая контроль над потоками документов в организации.

В современной организации системы электронного документооборота становятся обязательным элементом ИТ-инфраструктуры. С их помощью повышают эффективность деятельности коммерческие компании и промышленные предприятия, а в государственных учреждениях на базе технологий электронного документооборота решаются задачи внутреннего управления, межведомственного взаимодействия и взаимодействия с населением.

Изначально системы этого класса рассматривались лишь как инструмент автоматизации задач классического делопроизводства, но со временем стали охватывать все более широкий спектр задач. Сегодня разработчики СЭД ориентируют свои продукты на работу также и с различными внутренними документами (договорами, нормативной, справочной и проектной документацией и др.). К тому же СЭД используются для решения прикладных задач, в которых важной составляющей является работа с электронными документами: управление взаимодействием с клиентами, обработка обращений граждан, автоматизация работы сервисной службы, организация проектного документооборота и др. [1].

На сегодняшний момент СЭД классифицируется:

- универсальные «коробочные» СЭД;
- индивидуально разрабатываемые СЭД;
- комбинированные СЭД [2].

Основные задачи системы электронного документооборота:

1. Весь внутренний документооборот регистрируется в системе, которая позволяет контролировать движение и исполнение документов.

2. Система позволяет хранить разные редакции документов.

3. СЭД позволяет автоматизировать бизнес-процессы обработки и исполнения документов.

4. Исключается возможность дублирования документов.

5. Поддерживается обмен данными, и интегрируются с другими учетными системами.

Использование СЭД приводит к сокращению времени на обработку документов, упрощению системы поиска и организации папок СЭД, что обеспечивает быстрый доступ к нужным данным. Внедрение СЭД, как правило, приводит к качественным новым изменениям на уровне исполнения управленческих решений, повышению производительности труда [3].

На российском рынке наибольшее доверие заслужили следующие поставщики и их программные системы: БОСС-Референт (АйТи), Кодекс: Документооборот (Консорциум «Кодекс»), Гран-док (Гранит), Евфрат (Cognitive Technologies), Крон (Анкей); OfficeMedia (InterTrust), Effect Office (Гарант Интернэйшл), 1С:Документооборот и 1С:Архив (1С), Циркуляр и VisualDOC (ЦентрИнвест Софт) [4].

Тенденциями развития российского рынка СЭД являются:

- Разработка стандартизации протоколов взаимодействия СЭД (Компании НТИЦ ИРМ, ИнтерТраст и ЭОС создали «Рабочую группу по стандартизации протоколов»).

- Разработка интегрированных решений (Компания АйТи выпустила XML-шлюз в своей СЭД БОСС-Референт, который позволил объединить в единое информационное пространство СЭД, построенных на различных платформах).

- Совместное продвижение интегрированных систем (Компании АйТи и Инел-Дата предлагают свои клиентам OEM-версию СЭД БОСС-Референт, которая предустановлена на ПК Эксимер) [4].

Мировой рынок СЭД сильно насыщен как многопрофильными известными ИТ-компаниями, так и малоизвестными фирмами. Наиболее известными фирмами по производству приложений в рассматриваемой области являются: ACS Software, Action Technologies, Adobe, Artesia, AXS-One, Gauss Enterprise, IBM, Interlucent Internet Solutions, Interwoven, InterTech и другие. К тенденциям развития мирового рынка можно отнести:

- Консолидация участников рынка.
- Дифференциация предложения или совершенствование предыдущих собственных компонентов.
- Интеграция с другими корпоративными приложениями.

- Изменение предпочтения потребителей (Большая функциональность СЭД часто не востребована потребителями, по причине не надобности на «обычном предприятии». Поэтому недорогая базовая функциональность управления документами становится наиболее привлекательной для потребителя).

- Интернет-ориентированность (С развитием мобильных устройств, и ростом популярности мобильного доступа в интернет, появляется потребность в системах управления Web-содержимым).

- Разработка отраслевых стандартов (Ведутся работы по созданию открытого протокола синхронизации данных, в которых принимают участие такие компании как IBM, Lotus Development, Motorola, Nokia, Palm, Psion и Starfish Software) [4].

В заключение отметим, что создание и внедрение СЭД в свое время открыло огромные перспективы для развития бизнеса, для ускорения и качественного улучшения работы с документами. Выбор системы

документооборота зависит от размера компании, набора возможностей СЭД. Мировой рынок предлагает разнообразие прикладных программ, как зарубежного, так и российского производства. Поэтому выбор стоит только за вами.

Библиографические ссылки

1. Ixht.com. URL: <http://www.ixht.com/soft/sed.shtml> (дата обращения: 20.03.2014).
2. Википедия. URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Система_автоматизации_документооборота (дата обращения: 20.03.2014).
3. 1С-Вектро. URL: http://www.vectro.ru/automation/integrated_automation/sad/ (дата обращения: 20.03.2014).
4. Forum cit. URL: <http://citforum.ru/consulting/docflow/market/article1.8.2002265.html> (дата обращения: 20.03.2014).

© Юзаева А. Г., Савченко Л. М., 2014

УДК 004.5

М. С. Яковлева

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

НЕЙРОИНТЕРФЕЙСЫ: ПОНЯТИЕ, НАПРАВЛЕНИЯ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ

Рассматриваются области науки, которые связаны с разработкой нейроинтерфейсов, пути и проблемы их развития.

Ученые изучают мозг по показателям его электрической активности, так как нервные клетки общаются между собой, передавая информацию друг другу с помощью импульсов тока. Около пятнадцати лет назад появились первые идеи преобразовать электрический сигнал в цифровые команды для управления внешними устройствами, т. е. создать нейро-компьютерный интерфейс.

Нейро-компьютерный интерфейс или нейроинтерфейс – это физический интерфейс приема или передачи сигналов между живыми нейронами биологического организма (например, мозгом животного) с одной стороны, и электронным устройством (например, компьютером) с другой стороны [1].

Идея использования электрического сигнала мозга в качестве канала для коммуникации возникла давно, но исследователи не сразу поняли потенциал такой инициативы. Чтобы чем-то управлять, нужно совершать действия сразу же после возникновения мысли. Сделать такой быстрый канал для коммуникации раньше не представлялось возможным. А запрос на подобные технологии сформировался давно – больше всего они требуются в клинической области, когда у пациента работает мозг, но нарушена моторика.

Во всех технологиях интерфейс-мозг-компьютер ключевыми областями науки является психофизиология и нейрофизиология. Они объясняют, как работает мозг, как устроены нервные клетки, как они порождают электрические сигналы.

К этим двум областям примыкают специалисты примерно трех дисциплин: биоинженерии, математики, программировании.

Специалисты в биоинженерии конструируют приборы, например регистрирующие биопотенциал. Математики расшифровывают сигналы, которые регистрируются приборами. Специалисты в программировании выполняют инженерную часть: разрабатывают программы, которые проводят необходимые расчеты на вычислительном средстве.

Примером нейроинтерфейса может быть Emotiv Insight – свободная разработка ученых из Австралии. Данное устройство оснащено специальным датчиком движений и электроэнцефалографом. Устройство способно фиксировать все движения головы и электроимпульсы, исходящие из головного мозга. Emotiv Insight может особенно пригодиться людям с ограниченными физическими возможностями. Например, такие люди смогут беспрепятственно и без особых усилий управлять инвалидной коляской. Также устройство может быть использовано в медицине для проверки мозговой активности пациентов. Emotiv Insight способно найти весьма оригинальное применение в сфере развлечений. С его помощью можно будет играть не обычным джойстиком, а мысленно задавать все необходимые команды персонажу игры. Или управлять гаджетом не с помощью специального пульта, а с помощью своих мыслей [3].

В будущем у технологии нейроинтерфейса есть две ветви развития, которые могут пересекаться. Пер-

вое направление – медицинское. Данная технология нужна людям, которые физически не могут работать или не могут поддерживать здоровое взаимодействие с обществом. Важно в этой области найти специалистов, способных заниматься настройкой, установкой и обслуживанием этих сложных устройств.

Второе направление – нейрокибернетика реальных устройств, т. е. тесное взаимодействие мозга с вычислительной техникой.

Все чаще люди сталкиваются с ситуацией, когда мозг умирает вследствие выхода из строя обслуживающих его органов. Но если нездорово тело (например, полный его паралич), человек может управлять манипулятором. Например в США, в нескольких лабораториях сделаны манипуляторы, которыми управляет полностью обездвиженный человек с нарушением моторной системы. При помощи мыслей, преобразуемых в цифровые команды, человек управляет манипуляторами и взаимодействует с их помощью с различными предметами.

Второе направление развития нейроинтерфейса несет в себе философско-гуманистическую проблему, а именно проблему жизни мозга. Бывают случаи, когда у человека вышла из строя не моторная система, а внутренние органы, которые невозможно заменить. Можно сделать полный протез тела, который обеспечит мозг жизнью, но он будет не биологическим. Тогда взаимодействовать с внешним миром человек сможет с помощью нейроинтерфейса. Но данная про-

блема требует этического, философского и гуманистического осмысления [2].

Создание устройств, способных считывать информацию с мозга человека и передавать ее на различные устройства может стать новым словом в развитии лечения различных неврологических заболеваний, таких как, например, паралич. Уже сейчас с помощью таких устройств полностью парализованный человек может выходить в интернет, писать письма, управлять бытовыми приборами и т. д. Но не стоит забывать, что человек – существо биосоциальное и применение нейрокомпьютерных интерфейсов необходимо не только для продления жизни человека, но и для существования его личности.

Библиографические ссылки

1. Нейро-компьютерный интерфейс // Академик – Словари и энциклопедии [Электронный ресурс]. URL: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/515202> (дата обращения: 7.12.2013).
2. Нейроинтерфейсы // Хабрахабр [Электронный ресурс]. URL: <http://habrahabr.ru/company/postnauka/blog/203858/> (дата обращения: 17.12.2013).
3. Emotiv Insight – уникальный нейрошлем будущего // Инвестиционный портфель – журнал успешного инвестора [Электронный ресурс]. URL: <http://investbag.com/tehnologii/emotiv-insight-unikalnyj-nejroshlem-budushhego.htm> (дата обращения: 27.12.2013).

© Яковлева М. С., 2014

УДК 519.866

Я. А. Яркова

Научный руководитель – С. И. Сенашов

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

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ВРЕМЕНИ ЗАХОДА СОЛНЦА В ГОРОДЕ КРАСНОЯРСК С 01.01.2013 ПО 31.12.2013 г.

Сделан анализ изменения времени захода Солнца, построено уравнение регрессии, описывающее его динамику.

Закат или заход Солнца – исчезновение светила под горизонтом. Заход Солнца часто более яркий, чем восход и с более яркими красными и оранжевыми оттенками. В течение дня Солнце нагревает поверхность Земли, уменьшается относительная влажность и повышается скорость ветра, пыль поднимается в воздух. Тем не менее, различия между восходом и заходом Солнца могут в некоторых случаях зависеть от географической позиции наблюдателя [1].

Вследствие рефракции наблюдаемые моменты восхода и заката светила не совпадают с действительными моментами нахождения его на горизонте.

Для места земной поверхности, северная или южная широта которого равна φ , оба явления имеют место лишь для тех светил, северное или южное склонение которых меньше $90^\circ - \varphi$. Так, например, для Петербурга, широта которого около 60° , восходят и заходят лишь те светила, склонение которых меньше 30° : светила, северное склонение которых больше 30° ,

всегда находятся над горизонтом Петербурга, светила, южное склонение которых больше 30° , остаются всегда под горизонтом его.

Звёзды, склонение которых удовлетворяет вышеприведенному условию, восходят и заходят под данной широтой ежедневно в один и тот же момент по звездному времени, так как прямое восхождение и склонение их, рассматривая небольшие промежутки времени, почти постоянны; не меняется для них также и положение точек горизонта, в которых они восходят и заходят.

Звёздные времена восхода и заката других светил, а также и положение упомянутых точек горизонта для них, изменяются изо дня в день; так, например, точки восхода и заката Солнца весной и летом, когда склонение Солнца северное, уклоняются к северу от точек востока и запада, осенью же и зимой, когда склонение Солнца южное, уклонение происходит к югу.

Данное явление было рассмотрено в городе Красноярск. Время захода Солнца было переведено в минуты [2].

Рассмотрим основные статистические показатели для данной выборки значений времени захода Солнца:

Мода – 1359.

Среднее значение – 1200,3.

Значение медианы – 1203.

Дисперсия для данной выборки равна 11 908,9, соответственно коэффициент вариации равен 9,1 %, что говорит об относительной однородности данных.

Экссесс равен – 1,38, так как эксцесс отрицательный, то данные разбросаны.

Асимметрия, показывающая смещение данных, равна –0,05, что указывает на то, что значения выше среднего имеют больший вес в выборке.

В наших данных не наблюдается значительных изменений и скачков во времени, следовательно, тренд отсутствует.

Необходимо проанализировать данные на наличие автокорреляции.

Производится анализ остатков на наличие автокорреляции, так как данное явление широко распространено среди ценовых показателей. При этом наблюдается относительно сильная корреляция.

Для корректировки метода наименьших квадратов требуется также проверка остатков на гомоскедастичность. Тест Голдфелда-Квандта показал, что среди остатков наблюдается примерная однородность рассеивания, то есть гомоскедастичность. Тест Глейзера

и Уайта показал наличие гетероскедастичности. Тест Дарбина-Уотсона подтвердил нам, что существует автокорреляция первого порядка [3].

Проводим анализ автокорреляции, из регрессии по Р-значению мы выбираем коэффициенты, которые больше значения 0,05. И проделываем эту функцию до тех пор, пока останутся коэффициенты все, что меньше значения 0,05. Таким образом, мы получаем четыре коэффициента, которые описываются следующим уравнением автокорреляции:

$$Y_t = 51,5 + 0,8 \cdot Y_{t-1} + 0,37 \cdot Y_{t-2} - 0,4 \cdot Y_{t-12} + 0,23 \cdot Y_{t-15}. \quad (1)$$

Таким образом, уравнение адекватно опытному данным и на его основании можно сделать прогноз.

Уравнение (1) дает возможность прогнозировать время захода Солнца на 6 дней (ошибка менее 5 %). В целом исходя из уравнения (1), наблюдается тенденция к росту, что соответствует действительности.

Библиографические ссылки

1. Свободная энциклопедия Википедия [Электронный ресурс]. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Закат> (дата обращения: 20.03.2014).
2. Восход и заход Солнца в г. Красноярске [Электронный ресурс]. URL: http://www.lifekod.ru/spravca/item/39-sun_krasnojarsk (дата обращения: 20.03.2014).
3. Айвазян С. А. Основы эконометрики. М. : Юнити, 2001. 432 с.

УДК 669.713.7

С. С. Бацаев, Р. Ю. Маркин, К. С. Никифоров
Научные руководители – Т. В. Кузнецова, О. Д. Рядовская
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск
Аэрокосмический колледж, Красноярск

ПРОБЛЕМА УТИЛИЗАЦИИ БАТАРЕЕК В КРАСНОЯРСКЕ

Актуальность темы: все бытовые элементы питания (батарейки и аккумуляторы) нуждаются в специальной утилизации; на сегодня в Красноярске заводов по переработке элементов питания нет; жители города выбрасывают батарейки вместе с остальными бытовыми отходами.

Цель работы: выяснить уровень информированности и отношение жителей Красноярска к проблеме утилизации батареек.

Новизна исследования в том, что мы попытались изучить влияние батареек на окружающую среду. Кроме того решили объективно выяснить отношение студентов колледжа к данному вопросу и организовать сбор использованных батареек.

Данный проект состоит из трех этапов:

1 этап – сбор теоретического материала (октябрь 2013 года – февраль 2014 года);

2 этап – организация экологического ликбеза в колледже (февраль–март 2014 года);

3 этап – сбор и утилизация батареек в колледже (с апреля 2014 года).

Мало кто вообще задумывается над тем, что батарейки содержат различные тяжелые металлы, которые даже в небольших количествах могут причинить вред здоровью человека.

Ситуация с утилизацией на текущий момент:

Вообще батарейки нужно перерабатывать на специальных заводах. Проблема в том, что переработка стоит дороже, чем последующая продажа полученного сырья. В Европе этим занимаются, и пункты приёма отработанных батареек встречаются на каждом шагу [1–6].

В России таких заводов пока нет, но они появятся – так как ЕС жёстко требует от вступающих стран качественной системы сбора и утилизации отходов, в том числе и аккумуляторов.

В качестве промежуточной меры в России есть несколько полигонов, куда свозятся эти самые отрабо-

танные аккумуляторы/батарейки и захороняются, т. е. изолируются.

На втором этапе проекта мы опросили 149 студентов колледжа. Опрос показал, что студенты знают о данной проблеме очень мало. Около 30 % респондентов никогда не интересовались вопросами утилизации

На данном этапе проводим экологические классные часы в группах первого, второго и третьего курса. Планируем проведение экологической акции в колледже с привлечением школьников, обучающихся на подготовительных курсах. Организовали сбор батареек в колледже.

Библиографические ссылки

1. URL: <http://www.my-zozh.ru/utilizatsiya-batareek/> (дата обращения: 8.03.2014).
2. URL: http://www.eraworld.ru/ru/batteries_util/ (дата обращения: 8.03.2014).
3. URL: [http://www.battery.dn.ua/http://www.battery.dn.ua/](http://www.battery.dn.ua/http://www.battery.dn.ua/http://www.battery.dn.ua/) (дата обращения: 8.03.2014).
4. URL: <http://ecosfera.com.ua/?p=840http://ecosfera.com.ua/?p=840http://ecosfera.com.ua/?p=840> (дата обращения: 8.03.2014).
5. URL: <http://ladniymir.com/forum/utilizatsiya-batareekhttp://ladniymir.com/forum/utilizatsiya-batareek> (дата обращения: 8.03.2014).
6. URL: http://ria.ru/science_video/20131106/974909601.html (дата обращения: 8.03.2014).

© Бацаев С. С., Маркин Р. Ю., Никифоров К. С.,
2014

УДК 669.713.7

Д. Д. Васильев

Научные руководители – Г. И. Кашко, Н. И. Высоцкий
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ МЕЛКОСЕРИЙНОГО И ШТУЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

На основе имеющейся технологии разработана технология изготовления печатных плат ручным способом с применением обычного бытового утюга и офисной оргтехники. Автором выявлены недостатки этой технологии и приведено решений о ее усовершенствовании и доработке.

Существуют 2 основных способа изготовления печатных плат: использование фоторезиста для крупносерийного производства и ручной способ нанесения рисунка плат.

Целью работы являлось усовершенствование ручного способа изготовления плат с использованием вычислительной и множительной техники и создание по усовершенствованной технологии печатной платы таймера на процессоре Atmega 8, характерной особенностью которой являются малые размеры элементной базы.

Описание способа изготовления с помощью компьютерной технологии было опубликовано в журнале «Радио» в середине 90-х годов. Технология идеально подходит под штучное производство, но нуждается в усовершенствовании.

Суть усовершенствования сводится к созданию условий при которых рисунок платы с основного носителя легко переходил бы на поверхность фольги стеклотекстолита или гетинакса. Преимущество способа заключается в том, что может быть использовано любое подходящие программное обеспечение. Полученный рисунок выводится через принтер на бумажный носитель, особенностью которого является использование мелованной бумаги потребительских форматов. Бумажный лист с изображением рисунка платы накладывается лицевой стороной на подготовленную поверхность стеклотекстолита. Для подготовки поверхности требуются простые и нетрудоемкие операции зачистки и обезжиривания. Для проверки технологии была взята схема таймера на процессоре.

Особый интерес эта схема вызывает тем, что процессор имеет миниатюрные размеры (6x6 мм). Размеры между проводниками, а также ножками процессора настолько малы, что нанесение их вручную практически невозможно. Компьютерная технология нанесения рисунка позволяют управлять масштабом, а это в свою очередь, делает возможным внесение любых корректировок в плату в процессе ее изготовления.

Монтаж процессора и сопутствующих радиоэлементов может производиться вручную слабопаяемым паяльником с использованием низкоплавкого припоя. Пайка элементов производится быстро, недопуская сильного нагрева элементов. Следует учитывать, что процессор имеет высокую чувствительность к перепаду температур, поэтому для отвода тепла можно использовать любую медную или алюминиевую пластинку. В данном случае для уменьшения размеров

изделия использован блочно-модульный способ монтажа. Процессорный блок и блок индикации представляют собой единое устройство, связанное между собой минимальным количеством проводников. Платы в модуле закрепляются между собой с помощью стоек, которые жестко фиксируют платы одну относительно другой. В качестве индикаторов использованы далеко не современное индикаторное устройство ИН-12, но оно идеально подходит для данного изделия.



Вид готового процессорного таймера

Используемая технология имеет существенный недостаток который нуждается в доработке. Для нанесения рисунка требуется плоский нагревательный прибор с отполированной поверхностью. Для этих целей идеально подходит электрический утюг бытового назначения, однако получаемая при этом температура недостаточна для прогрева бумажного носителя с первого раза. Проблема заключается в том, что рисунок на бумажном носителе выходит из ксерокса или принтера в фиксированном виде. Это значит, что частички тонера хорошо спекаются во фьюжене принтера, поэтому для разогрева при переносе рисунка требуются большая температура чем при фиксации. Проблема решается просто, если при прохождении носителя через фьюжен принтера понизить температуру нагревателя, то спекаться будет верхний слой тонера, середина же остается сырой. В этом случае рисунок будет быстро переходить на фольгу стеклотекстолита и затрачиваться меньше тепловой энергии переноса. конструкции по размерам индикаторно-

го дисплея а также по энерготехническим показателям. Вышеизложенная технология будет иметь перспективы и найдёт массовое применение среди предпринимателей, если используемое офисное оборудование подвергнуть частичной доработке. Доработка сводится к простым операциям: у нагревателя фьюжена отключается провод силового питания и в разрыв включается любой регулятор мощности (например диммер) с помощью которого методом подбора выбирается оптимальный режим нагрева. Такая доработка не снижает потребительских свойств принтера так как после завершения технологического процесса, режим фьюжена возвращается в исходное состояние.

Слабым местом данной технологии является использование бытового прибора. Его температурный

режим не рассчитан на такие температурные нагрузки, однако его режим можно изменить путем использования внутренних регулировок, но в этом случае его потребительские качества нарушаются. Однако тем, кто будет заниматься или развивать эту технологию, использование модифицированного бытового прибора не по его назначению, не вносит никаких существенных проблем.

Библиографическая ссылка

1. URL: <http://www.diagram.com.ua> // Радио. 1994 (дата обращения: 10.04.2014).

© Васильев Д. Д., 2014

УДК 624

К. П. Воронченко, В. Р. Катилаускас, В. И. Софьин, М. С. Чернин
 Научный руководитель – *И. Н. Чукунова*
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева,
 Аэрокосмический колледж, Красноярск

БЕСТРАНШЕЙНАЯ ПРОКЛАДКА ТРУБОПРОВОДА

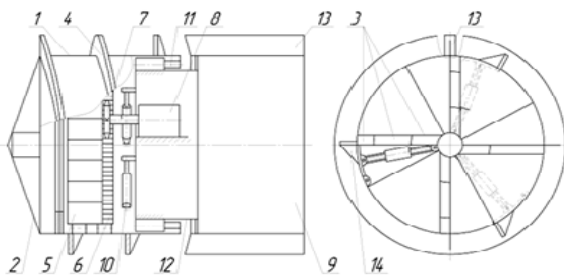
Прокладка трубопровода бестраншейным способом, достоинство и перспектива геовинчестерной технологии, применение геохода.

На ближайшие 5–10 лет планируется наращивание добычи нефти и газа за счет вводимых крупных месторождений, которые расположены на Дальнем Востоке, в Западной Сибири, т. е. географически месторождения значительно удалены от большинства потребителей. Удаленность месторождений обуславливает развитие трубопроводного транспорта, а также необходимость замены уже имеющихся магистралей. При прокладке трубопроводов приходится преодолевать различные горно-геологические и природно-климатические условия, что влечет за собой развитие новых технологий прокладки трубопроводов. В настоящее время разработаны различные технологии прокладки трубопроводов как траншейным, так и бестраншейным способом. Сравнивая траншейный и бестраншейный способы необходимо отметить, что при прокладке, например коллекторных тоннелей, по техническим и экономическим факторам глубина, с которой эффективным является бестраншейный по сравнению с траншейным, составляет 6...8 м, поэтому выбор того или иного способа прокладки трубопровода зависит от конкретных горно-геологических и природно-климатических условий. Следует отметить также, что существуют условия, при которых затруднительно найти альтернативу бестраншейному способу прокладки, например при преодолении искусственных и естественных препятствий (дорожные насыпи, здания, холмы, водные преграды и т. п.).

Изучив и анализируя существующие способы прокладки трубопроводов под естественными и искусственными препятствиями, такие как: микрощитовая проходка, наклонно-направленное бурение, тран-

шейная укладка трубопровода, вибропрокол и т. д., пришли к выводу, что данные технологии имеют как очевидные преимущества, так и недостатки, связанные с ограниченностью диаметра и длины выработки, ограниченностью по грунтовым условиям, а также сравнительно небольшие скорости проходки. Ограничение по диаметру является существенным сдерживающим фактором развития способа прокладки трубопроводов в футляре, так как диаметр футляра больше диаметра основного трубопровода в среднем в 1,5–2,5 раза и составляет около 2–3 м. Однако применение вышеперечисленных методов при прокладке трубопроводов большого диаметра ведет к повышению стоимости проходки, поэтому есть необходимость применения новых более производительных способов, таких как геовинчестерная технология (ГВТ) проведения горных выработок. Геовинчестерная технология является сравнительно новым способом проведения горных выработок, теоретические основы ГВТ разработаны в 80-х годах прошлого столетия. При данной технологии операции по разработке забоя, уборке горной массы, креплению выработанного пространства, а также перемещению всей проходческой системы на забой осуществляются в совмещенном режиме, т.е. одновременно и непрерывно. Основным элементом геовинчестерной технологии является щитовой проходческий агрегат – геоход (винтоповоротный проходческий агрегат (ВПА)). Геоход – новый класс горнопроходческой техники, данный агрегат проводит горную выработку круглого сечения с возможностью крепления пройденной выработки различными способами. Геоход и ГВТ при

соответствующей доработке можно применить для бестраншейной прокладки трубопроводов, к тому же технологически ГВТ имеет сходства с технологией микротоннелирования микрощитами и с технологией щитовой проходки. Данная технология имеет целый ряд преимуществ по сравнению с микротоннелированием: повышается скорость проходки за счет совмещения операций, высокая предрасположенность к автоматизации операций, имеется возможность проведения выработок с любым расположением в пространстве и управление направлением проходки, агрегат работает без упора в постоянную крепь, незагроможденность призабойной зоны станиной исполнительного органа.



Внешний движитель представляет собой основной отличительный элемент геохода – винтовую поверхность на головной секции. Совмещение операций должно быть реализовано за счет конструктивной увязки всех элементов геохода. Разработка породы может осуществляться сменными ножевыми, фрезерными либо любым другим видом исполнительного органа, в зависимости от крепости породы, маневренность геохода обеспечивается копир-ножами. Функциональные элементы проходческой машины: исполнительный орган, погрузочный механизм, привод размещаются в головной секции, в концевой секции размещаются элементы управления и устройство крепления трубопровода к геоходу. Головная и концевая секции конструктивно объединяются с возможностью взаимного проворота. Величина усилий, передаваемых на исполнительный орган, зависит от типа трансмиссии привода.

© Воронченко К. П., Катиллаускас В. Р., Софьин В. И., Чернин М. С., 2014

УДК 669

Е. А. Ганеева, Е. С. Петренко
 Научный руководитель – *И. К. Табаченко*
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ГОРОДА

Целью работы является исследования радиоактивного фона города Красноярска и анализ благоприятных и менее благоприятных зон проживания.

За последние годы возрос процент людей, заболевших раком. Статистика по России дает неутешительные данные: «За последние 10 лет прирост заболевших онкологическими заболеваниями, по разным данным составил около 15 %» [1]. Мы выдвинули предположение, что одной из причин роста онкологических заболеваний может стать увеличение радиоактивного фона местности и жилища, в котором проживают люди. Радиация имеет место быть абсолютно в любом предмете и абсолютно на любой территории. «Радиация» – в общепринятом смысле слова – это поток α , β и γ – частиц, которые способны причинить вред здоровью человека, а в больших дозах они способны погубить его. Выделяют «естественную» и «техногенную» радиацию. Большую проблему может вызывать последняя, так как чаще всего является итогом деятельности человека. Обнаружить радиацию без специальных приборов до появления проблем со здоровьем практически невозможно. В этом и заключается главная опасность радиации – она невидима! Только специальные приборы способны распознать ее. Для измерения уровня радиации используют дозиметр, представляющий собой модификацию счетчика Гейгера.

Наши исследования были направлены на выявление в нашем родном городе зон с повышенным радиоактивным фоном и благоприятные зоны проживания. Красноярск – высокоиндустриальный город, в котором активно возводятся новые микрорайоны, и промышленные зоны, реконструируются старые дома и офисы. Использование новых строительных материалов и нанотехнологий может не только улучшить быт и инфраструктуру города, но и навредить. Высокотехнологичные материалы могут содержать вещества с повышенным радиоактивным излучением. Используя дозиметр модели «QUARTEX» были произведены замеры уровня радиации нескольких районов г. Красноярска (рис. 1).

Анализ исследований и сравнение с допустимыми нормами в соответствии с нормы радиоактивности, установленными САНПИНОм (15–19 мкР/ч (микрорентген в час) – безопасно; 20–60 мкР/ч – относительно безопасно; 61–120 мкР/ч – зона повышенного внимания; 121 мкР/ч и более – опасная зона) [2] представлен в таблице.

Изучая радиационный фон Аэрокосмического колледжа СибГАУ, выяснилось, что в женской раздевалке спортзала наблюдается менее благоприятный

уровень радиации в сравнении с другими аудиториями колледжа – дозиметр показал 21 мкР/ч. Это послужило толчком для измерения радиации в каждом кабинете Аэрокосмического колледжа СибГАУ. Измерив, большинство аудиторий АК были выявлены кабинеты с разным радиационным фоном. На рис. 2, 3, 4 фотографии аудиторий колледжа № 408, № 403, № 508, в которых наблюдается наиболее благоприятный радиационный фон. Некоторые аудитории показали тревожные данные (ауд. № 220 – 21 мкР/ч, № 509 – 25 мкР/ч). В результате исследований наблюдались кабинеты, в которых радиационный фон постоянно менялся от 9–21 мкР/ч.



Рис. 1. Измерение радиационного фона в микрорайоне «Зеленая роща»

№ п/п	Район исследования	Уровень радиоактивного фона, мкР/ч	Благоприятность
1	Район моста 777	12–14	Безопасно
2	Район КрасТЭЦ	17	Безопасно
3	Вторая проходная Красмашзавода	20	Относительно безопасно
4	Помещение Аэрокосмического колледжа СибГАУ	20	Относительно безопасно
5	Железнодорожная ветка по улице 60 лет Октября	19	Безопасно
6	Театральная площадь	11	Безопасно
7	Место запланированного строительства одной из станций метро (ул. Высотная)	13	Безопасно
8	Микрорайон Ветлужанка	13	Безопасно
9	Микрорайон Покровский	14	Безопасно
10	ТРЦ «Планета»	15	Безопасно
11	Микрорайон Зеленая Роща	7	безопасно



Рис. 2. Изучение радиационного фона в аудиториях

Были выдвинуты несколько возможных гипотез появления таких изменений радиоактивного фона. На сегодняшний день данные гипотезы проверяются. Предположительно, к осени 2014 г. будут представлены итоги первичных исследований в данном направлении.

Исследования в данной области планируется продолжить и окончательной целью проекта ставится нанесение на карту г. Красноярска благоприятных и менее благоприятных зон с учетом радиоактивного

фона, а также исследование причин, вызвавших появление тревожных зон.

Библиографические ссылки

1. URL: <http://oncofact.info/> (дата обращения: 10.04.2014).
2. URL: <http://nfactors.ru/page/normy-radioaktivnosti> (дата обращения: 10.04.2014).

© Гапеева Е. А., Петренко Е. С., 2014

Е. В. Гордиенко, В. С. Полянин
 Научный руководитель – В. С. Матерняк
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск

ЭЛЕКТРОННЫЕ ЧАСЫ НА АТМЕГА ПРОЦЕССОРЕ

Данные часы разработаны и используются в Аэрокосмическом колледже.

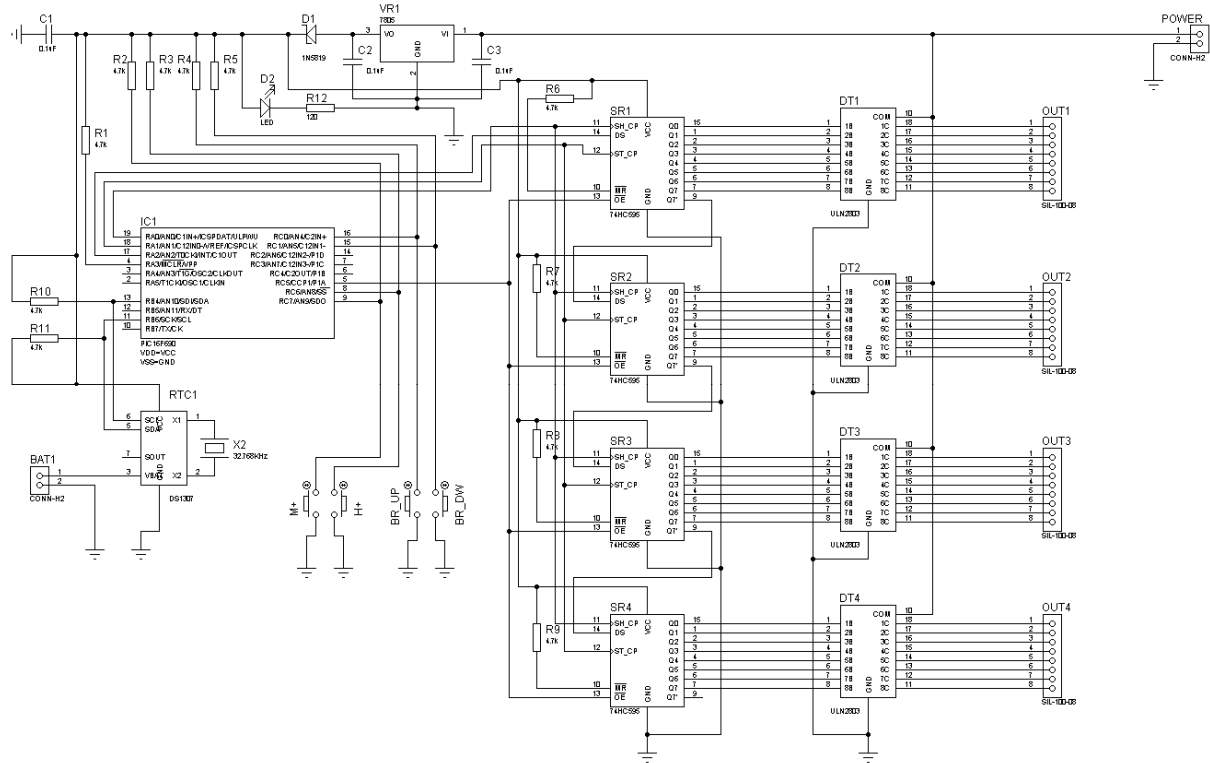


Рис. 1. Схема электрическая принципиальная



Рис. 2. Электронные часы

Преимущества нашей работы:

- низкая стоимость;
- возможность использования в различных условиях;
- возможность регулировки яркости;
- компактность конструкции;
- высокая контрастность;

– возможность подключения дополнительной периферии к свободным ножкам микроконтроллера.

Область применения: в образовательных учреждениях, для удобства работающих и учащихся.

© Гордиенко Е. В., Полянин В. С., 2014

УДК 669

Н. С. Кирченко

Научные руководители – С. Н. Путинцева, Н. И. Высоцкий
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск
Аэрокосмический колледж, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДИСТАНЦИОННОГО ВКЛЮЧЕНИЯ ПРИБОРОВ ПРИ ПОМОЩИ СОТОВОГО ТЕЛЕФОНА

В настоящее время спектр возможностей мобильных телефонов достаточно широк (от переговоров до выхода в интернет). Однако возможно использовать сотовые телефоны и не по прямому назначению, например, для дистанционного управления электроприборами посредством SMS, либо при помощи принятого голосового вызова – по примеру использования стационарного телефона [1]. Такие устройства представлены на рынке товаров.

Цель: разработать устройство для дистанционного включения приборов при помощи сотового телефона, взяв за основу устройство, разработанное С. С. Якименко для дистанционного включения приборов при помощи стационарного телефона [1].

Гипотеза: приборы можно включать и выключать по звонку на сотовый телефон.

Описание методик: анализ рынка возможных аналогов, разработка устройства, апробирование.

Результаты: разработано и собрано на обычной печатной плате устройство для включения при помощи светодиода приборов – по звонку на расположенный рядом с устройством сотовый телефон. Функционально устройство состоит из датчика электромагнитного поля сотового телефона, микроконтроллера, осуществляющего фильтрацию технологических проверок оператора и реле для включения нагрузки,

светодиода. Общая стоимость деталей не превышает 300 рублей. Устройство апробировано – работоспособно. Однако обнаружено, что во время работы устройства, нагревается стабилизатор, датчик реагирует на входящий вызов только с очень близкого расстояния.

Решаются задачи по устранению существующих недостатков и дальнейшего совершенствования устройства.

Библиографическая ссылка

1. Якименко С. Устройство 16 канального дистанционного управления бытовыми приборами через телефонную линию [Электронный ресурс]. URL: <http://ut2hi.qrz.ru/> (дата обращения: 8.04.2014).

© Кирченко Н. С., 2014

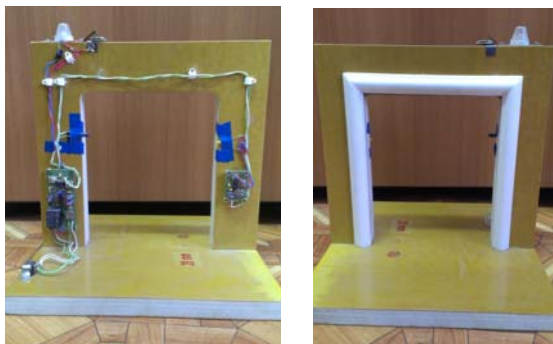
УДК 699.713.7

А. В. Опёнышева, А. В. Мартышина

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

ИНФРАКРАСНАЯ БАРЬЕРНАЯ РАМКА

Инфракрасный барьер предназначен для обнаружения движения предметов или человека как в помещении, так и вне помещения. Барьер состоит из двух частей: передатчика и приемника.



На данный момент имеется макет, который в дальнейшем модернизировав, можно запустить в производство.

Область применения данного устройства в следующем: в образовательных учреждениях, в частных владениях, защита проемов окон и входных дверей и т. п.

Готовый макет можно использовать в практических целях, как образец, в школах, колледжах.

Биографические ссылки

1. Гершунский Б. С. Основы электроники : учебник.
2. URL: http://radio-kit.com/index.php?page=shop.product_details&category_id=2&product_id=5Itemid=0&option=com_virtuemart&Itemid=2 (дата обращения: 5.04.2014).

© Кирченко Н. С., 2014

А. Д. Павлов
 Научный руководитель – С. А. Безруких
 Сибирский государственный аэрокосмический университет
 имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск
 Аэрокосмический колледж, Красноярск

ФИНАНСОВЫЕ ПИРАМИДЫ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ ЭКОНОМИКИ РОССИИ

Исследованы теоретические и исторические аспекты деятельности финансовых пирамид. Выделены причины распространения финансовых пирамид в России, их особенности и последствия. Проанализирована правовая основа противодействия финансовым пирамидам в России. Предложены мероприятия для повышения эффективности противодействия финансовым пирамидам.

Цель работы – исследовать сущность, историю и причины распространения финансовых пирамид, проанализировать последствия пирамидостроительства для экономики России.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- 1) привести теоретические и исторические аспекты деятельности финансовых пирамид;
- 2) рассмотреть причины их распространения в России;
- 3) выявить, какой финансовый и экономический ущерб для экономики приносит деятельность пирамидальных структур;
- 4) оценить правовую основу противодействия финансовым пирамидам в России.
- 5) предложить мероприятия для повышения эффективности противодействия структурам, действующим по принципу финансовых пирамид.

Финансовая пирамида – специфическое явление в экономике. История существования финансовых пирамид может быть прослежена, начиная с XVII–XVIII вв. Период массового пирамидостроения в России пришелся на 1994–1995 гг., именно тогда была создана первая в стране финансовая пирамида под названием «МММ» [5].

В последние годы в связи с неустойчивой экономической ситуацией в стране, нестабильностью финансовых рынков и высоким уровнем инфляции, финансовые пирамиды вновь приобрели актуальность, что свидетельствует о необходимости более глубокого изучения данного явления.

Ущерб от финансовых пирамид составляет многие миллионы долларов [2]. По официальным данным за последние 10 лет на территории РФ появилось около 2000 пирамидальных структур, их количество продолжает расти [2]. Деятельность подобных организаций носит массовый характер и приносит не только экономический, но и социальный ущерб стране.

Существуют десятки понятий и признаков финансовых пирамид, основные из них звучат так:

«Под финансовой пирамидой понимается способ деятельности на финансовом рынке, предполагающий осуществление выплат инвесторам за счет привлечения средств от новых вкладчиков».

«Финансовые пирамиды – мошеннические схемы, в которых доход первым участникам выплачивается за счет вкладов последующих участников» [5].

Финансовые пирамиды имеют различные организационные структуры, виды деятельности и способы

привлечения новых участников, тем не менее можно выделить основные признаки, позволяющие сделать вывод о том, что перед вами финансовая пирамида:

1. Отсутствие лицензии ФКЦБ/ФСФР России или ЦБ России на осуществление деятельности по привлечению денежных средств.
2. Отсутствие продукции или продажа ненужного товара по чрезмерно завышенной цене.
3. Обещание высокой доходности, в несколько раз превышающей рыночный уровень.
4. Раскрученная реклама в средствах массовой информации и сети Интернет с обещанием сверхприбылей.
5. Получение прибыли за счёт привлечения других участников.
6. Высокий риск.

Все финансовые пирамиды в России можно разделить по месту деятельности, в Интернете или в оффлайне (в реальном мире) [1]. Особую популярность за последние 5 лет обрели финансовые пирамиды в Интернете, благодаря свойствам: полной анонимности, простотой раскрутки рекламной компании и легким способом обмана.

Финансовые пирамиды можно разделить на 3 основных вида:

- 1) Кассы взаимопомощи – эти пирамиды, созданы для оказания материальной помощи. К подобным проектам относятся: СГВ Витязи, GoldLineInternational, Деревня Выручаловка, MobiusLine, Свитозар и другие.
- 2) Матричный сетевой маркетинг – еще один тип финансовых пирамид, в которых по завершению определенных этапов маркетинг плана (матриц) получают не только деньги, но и материальные ценности (квартиры, машины, золото, драгоценности и т. д.). Представителями матричного сетевого маркетинга являются – AllTogether, HarikaEv, Emgoldex, CityEmerald, CDT.
- 3) Замаскированные финансовые пирамиды или компании с ненужной продукцией - очень часто встречаемый тип финансовых пирамид. К ним относятся Gnetwork, Space Enterprise, Magic System Biz, Империя Разума, Profit Clicking, World GMN, Vampaid, Welide, Адвокард, Inetglobal, Banners Broker и многие другие [3].

По оценкам специалистов, с 2008 по 2013 года убытки от финансовых пирамид понесли более 400 тысяч россиян на сумму более 40 млрд рублей.

Федеральная служба по финансовым рынкам (ФСФР) регулярно приводит список российских ком-

паний, деятельность которых имеет признаки «финансовых пирамид».

Финансовые пирамиды нелегалы и прямо запрещены во многих странах: Великобритания, Германия, Италия, Канада, Китай, Польша, США, Франция, Япония [4].

Несмотря на значительную угрозу, которую финансовые пирамиды несут экономической и социальной стабильности в России, законодательного запрета их деятельности нет, рассматривается лишь законопроект.

В связи с этим, считаю необходимым развивать правоприменительную практику:

– Принять специальный Федеральный закон «О финансовых пирамидах», и внести в него все понятия и признаки, которые касаются финансовых пирамид.

– Внести изменения в Федеральный закон о рекламе от 13.03.2006 № 38-ФЗ «О рекламе» в части запрета на рекламу финансовых услуг без соответствующей лицензии, поскольку в настоящее время в законе содержатся только требования к содержанию подобной рекламы.

– Внести в Уголовный кодекс специальную статью за создание финансовых пирамид, которая бы предусматривала повышенную финансовую ответственность создателю пирамиды, включая запрет на определенное время быть учредителем в коммерческих организациях.

Пирамиды неизбежно причиняют финансовый ущерб большинству своих вкладчиков и отвлекают

сбережения от продуктивного инвестирования. Если они являются неподконтрольными, они начинают разрастаться в геометрической прогрессии и приводят к еще большему экономическому ущербу, подрывая доверие к финансовым учреждениям и органам регулирования и требуя бюджетных затрат при необходимости оказания финансовой помощи.

Пирамиды находятся вокруг нас, и мы находимся внутри различных пирамид. Организационная структура государства, банка, коммерческой фирмы имеют форму пирамиды. Суть не в слове, а в законе, который может превратить любую нормальную пирамиду в финансовую [5].

Библиографические ссылки

1. Алабердеев Р. Р., Латов Ю. В. Финансовые пирамиды как форманепроизводительного предпринимательства // Terra Economicus. 2010. Т. 8. № 2. С. 35–43.
2. URL: http://mlm-planet.net.ua/katalog_company/obzor_rynka_setevyh_kompaniy_mlm_biznes/o_finansovyh_piramidah_obzor_2012_g.html (дата обращения: 15.03.2014).
3. URL: <http://besuccess.ru/setevoj-marketing/finansovye-piramidy> (дата обращения: 15.03.2014).
4. URL: <http://zakoniporyadok.org/draft/5/> (дата обращения: 15.03.2014).
5. URL: <http://www.newsru.com/finance/26jun2013/mmmavrody.html> (дата обращения: 15.03.2014).

© Павлов А. Д., 2014

УДК 669.713.7

Р. Е. Чернова

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

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОНДЕНСАТОРА (РАМКИ) БИФЕЛЬДА–БРАУНА НА ПРЕОДОЛЕНИЕ ЗЕМНОГО ПРИТЯЖЕНИЯ

На примере эффекта Бифельда–Брауна определить зависимость влияния геометрических параметров конденсатора на преодоление земного притяжения. Экспериментально были определены оптимальные геометрические параметры рамки Бифельда–Брауна и создана рабочая модель для демонстрации данного эффекта. Рассмотрен эффект Бифельда–Брауна, который может лечь в основу двигателей будущего. Эти двигатели будут отличаться экологичностью, бесшумностью и хорошим КПД.

Эффект Бифельда–Брауна заключался в том, что в заряженном конденсаторе под высоким напряжением возникает сила, стремящаяся переместить его в сторону положительно заряженного электрода. Создается поток воздуха от тонкого электрода к широкому, которого оказывается достаточно, чтобы поднять в воздух лёгкую летающую модель, которую иногда называют «лифтером» или «ионолётом».

Целью работы являлось исследовать зависимость влияния геометрических параметров конденсатора в эффекте Бифельда–Брауна на преодоление земного притяжения. Экспериментально были определены оптимальные геометрические параметры рамки Бифельда–Брауна и создана рабочая модель для демонстрации данного эффекта.

В данной работе была создана действующая модель конденсатора (рамки) Бифельда–Брауна для демонстрации данного эффекта. При подаче напряжения на рамку можно было зафиксировать эффект Бифельда–Брауна (отклонение рамки за счет ионного ветра). По двум методам были установлены зависимости:

- подъемной силы, действующей на конденсатор (рамку) от расстояния между электродами;
- подъемной силы, действующей на рамку от большего электрода;
- подъемной силы, действующей на рамку от её периметра.

На начальном этапе экспериментов, для установки зависимости, использовался источник с напряжением 25 кВ.

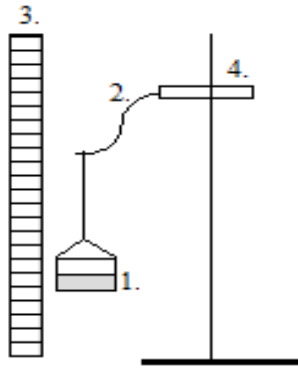


Рис. 1

1 – конденсатор; 2 – пружина; 3 – линейка;
4 – штатив; 5 – измеряемый угол наклона φ

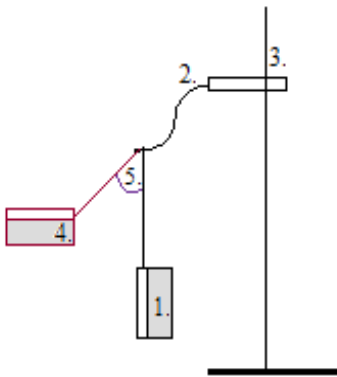


Рис. 2

1 – конденсатор в обычном состоянии; 2 – пружина;
3 – штатив; 4 – конденсатор при подаче напряжения;
5 – измеряемый угол наклона φ

В первом способе (рис. 1) собиралась рамка и подвешивалась на пружину. При подаче напряжения на рамку измерялась величина сжатия пружины. Во втором способе (рис.2) рамка подвешивалась на нити так, чтобы вектор тяги располагался горизонтально. При подаче напряжения на рамку измерялся угол отклонения. Сила тяги вычислялась по формуле: $F = \frac{mg}{\operatorname{tg}\varphi}$,

где m – масса рамки, g – ускорение свободного падения, $\operatorname{tg}\varphi$ – тангенс измеряемого угла. Масса рамки Бифельда–Брауна измерялась на электронных весах.



Рис. 3

Вначале с ростом периметра сила тяги растет (по нашему мнению из-за увеличения емкости конденсатора) до величины периметра 75 см. Затем сила тяги

уменьшалась из-за значительного увеличения веса рамки. Ширина большего электрода составила 5 см, а расстояние между электродами 4 см.

Как видно из рисунка при измерении расстояния между электродами подъемная сила менялась. Максимальная сила тяги зафиксирована при расстоянии от 3 до 4,5 см. При расстоянии меньше 3 см начинается «пробой» между электродами.



Рис. 4

Максимальная подъемная сила зафиксирована при ширине от 3,5 до 5 см. При большей ширине электрода сила тяги уменьшалась из-за того, что рамка приобретала.

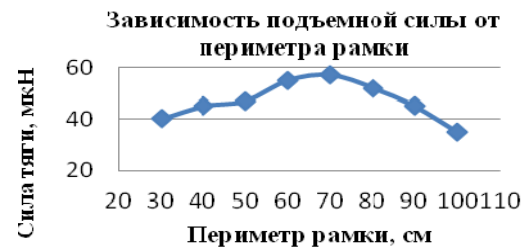


Рис. 5

В последующих экспериментах, для демонстрации эффекта, у источника, с постоянным током, увеличилось напряжение до 50 кВ. Геометрические параметры рамки остались неизменными. Но увеличилась площадь самой рамки и количество острых углов, т. е. произошло усовершенствование конденсатора.

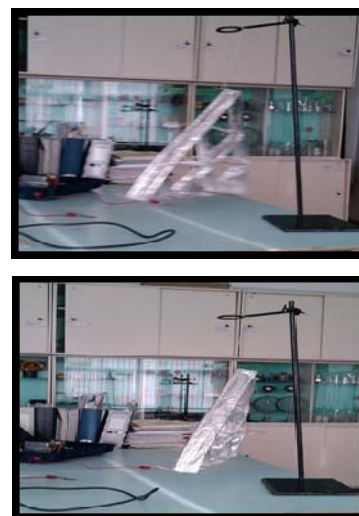


Рис. 6

На данный момент исследования продолжаются. Эффект Бифельда-Брауна может лечь в основу двигателей будущего. Эти двигатели будут отличаться экологичностью, бесшумностью и хорошим КПД.

Библиографические ссылки

1. Эффект Бифельда-Брауна. Википедия. URL: <http://ru.wikipedia.org> (дата обращения: 8.04.2014).

2. Косьев В. Я. Техническая левитация. URL: http://www.leforio.narod.ru/levitation_tech.htm (дата обращения: 8.04.2014).

3. Ионный ветер. URL: http://leforio.ya.ru/replies.xml?item_no=14 (дата обращения: 8.04.2014).

4. Делямуре В. Эффект Брауна: экспериментальное подтверждение // Электронная б-ка «Наука и техника». 2004. Дек.

5. URL: <http://madam-flower.net/ezoterika/3533-effekt-bifelda-brauna.html> (дата обращения: 8.04.2014).

6. URL: <http://freenergy.su/index.php?PHPSESSID=ed10165b7dcee893af7266aba6c9703f&topic=196.0> (дата обращения: 8.04.2014).

© Чернова Р. Е., 2014

СОДЕРЖАНИЕ

От редакционной коллегии	3
--------------------------------	---

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Секция

«ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ»

Андреева И. А., Хомич А. И. Пластические свойства и ЗНОС материалов при низких температурах	5
Буртыль И. В., Крушенко Г. Г. Способы и средства повышения качества рабочих колес ТНА ЖРД	6
Васильева Е. А., Чумакова А. В., Сысоев С. К. Модернизация экспериментальной установки роторно-абразивной обработки	8
Галеева В. А., Саклакова А. Е., Кочкина Г. В. Механическая нанометровая обработка	9
Ермоленко А. И., Теряев Н. С., Володин А. Ю., Сысоева Л. П., Сысоев С. К. Изменение условий сдвига в зависимости от состава рабочей среды для абразивно-экструзионной обработки	10
Зверинцев В. В., Завершинская Ю. С., Тягусева Ю. И., Зверинцева Л. В. Физическая сущность процесса абразивного полирования	11
Коркин А. Н., Мельничук А. Е., Филиппов Ю. А. Анализ конструкций ленточнопильных станков	13
Котов А. В., Чумакова А. В., Филиппов Ю. А. Анализ компонент вибрации холодильной установки в процессе работы	14
Марьясов А. Н., Тарасов Г. Ф. Моделирование изнашивания сталей в абразивной среде	15
Савин Д. И., Макеев В. В., Сысоева Л. П., Сысоев А. С. Термомеханический анализ реологических свойств рабочих сред для абразивно-экструзионной обработки	16
Саклакова А. Е., Колобовникова Д. И., Сысоева Л. П. Исследование вязкоупругих свойств рабочих сред для абразивно-экструзионной обработки	18
Теряев Н. С., Ермоленко А. И., Володин А. Ю., Сысоева Л. П., Сысоев С. К. Исследование влияния зернистости и углов при вершине единичного абразивного зерна на качество поверхности при абразивно-экструзионной обработке	20
Тягусева Ю. И., Завершинская Ю. С., Зверинцев В. В., Зверинцева Л. В. Исследования по удалению каучукодержащих смесей с поверхностей обрабатываемых деталей и металлических поверхностей оборудования	22

Секция

«ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ»

Баляков Д. Ф., Егоров Д. В., Широкова Н. Н. Процесс верификации как неотъемлемая часть создания космического аппарата	24
Брокс А. А., Ильяшевич С. А., Хоменко И. И. Нанесение токопроводящего слоя на волноводы с использованием вакуумных технологий	25
Дмитриев Г. С., Шеметов А. В., Гирн А. В. Усовершенствование конструкции электродугового металлатора и исследование влияния технологических режимов обработки на физико-механические свойства полученных покрытий	26

Егоров Д. В., Баляков Д. Ф., Широкова Н. Н. Особенности конечно-элементного моделирования изделий из композиционных материалов в космической технике	27
Минаков В. А., Лопатин А. В. Определение модуля упругости образцов труб из углепластика	29
Петров А. А., Алякрецкий Р. В., Гирн А. В. Исследование терморadiационных характеристик МДО-покрытий на алюминиевых и титановых сплавах с целью использования их на ЛА и КА	30
Соловьев И. И., Евтифьев М. Д. Исследование вопроса применения космических разгонных блоков с двигательной установкой работающей на компонентах топлива: окислитель – жидкий кислород, горючее – сжиженный природный газ	31
Тимофеев В. В., Евтифьев М. Д. Исследование вопроса разработки космического мусорщика на базе эксплуатируемых отечественных разгонных блоков	32
Чочумаков В. В., Эминов Х. Г., Михайлов Д. В., Тарасов И. А. Разработка технологии нанесения защитных покрытий на детали машин методом холодного газодинамического напыления	33
Шарнин А. Е., Двирный Г. В., Двирный В. В., Рыц О. Р., Двирный Г. В. Повышение технологичности заправки ксеноном баков системы коррекции космических аппаратов	35

Секция

**«ДВИГАТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ И СИСТЕМЫ ТЕРМОРЕГУЛИРОВАНИЯ
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ»**

Бакулин Я. Ю., Ярцев Е. Н., Титов О. О. Разработка и применение технологий программного моделирования при изготовлении трубопроводных систем питания и управления ЖРД	36
Бакулин Я. Ю., Кубриков М. В. Разработка программного обеспечения для расчета бустерного насосного агрегата	37
Баршаев А. В., Бобков А. В. Повышение тепловой мощности системы терморегулирования КА в режиме нештатной ситуации	39
Белобровина М. В., Сенюшкин Н. С. Расчет термогазодинамических параметров ПВРД	40
Блинков Е. В., Шишаев А. М. Применение CALS-технологий в условиях разработки и постановки на производство изделий ракетно-космической техники	42
Буртыль И. В., Крушенко Г. Г. Способы и средства повышения качества дисков турбин ТНА ЖРД	43
Васянина А. Ю., Швецова Д. С., Тонких А. А., Антоновский Т. Н., Чижевская М. В., Назаров В. П. Экологические результаты запуска ракет с жидкостными и твердотопливными ракетными двигателями	44
Васянина П. Ю., Укачиков А. И. Анализ особенностей охлаждения камеры ЖРД жидким кислородом с искусственной «шероховатостью» по дну канала охлаждающего тракта	46
Гайнутдинов А. В., Каменюк О. В., Останина Н. Г., Толстопятов М. И. Особенности газодинамических испытаний осевых турбин	47
Глушкова Э. Е., Бакулин Я. Ю., Журавлев В. Ю. Исследование границ зоны пластического деформирования металлического разделителя топливного бака ракетного двигателя космического аппарата	49
Ерисов А. А., Торгашин А. С., Назаров В. П. Кинематический анализ механизма шарнирного подвеса камеры ЖРД	50
Каменюк О. В., Гайнутдинов А. В., Останина Н. Г., Назаров В. П. Разработка алгоритма программы расчета отклонений энергетических параметров центробежного насоса	51
Коваленко Е. Д., Лебедева А. И., Назаров В. П. Повышение качества формообразования критического сечения камеры ракетного двигателя	52
Ковьяров А. А., Дубынин П. А., Кондратьев А. Н., Назаров В. П. Особенности применения РДТТ в составе двигательных установок КА	53
Кочкина Г. В., Крушенко Г. Г. Способы получения нанопорошков	55

Лукишин А. М., Шогин Н. С., Жуйков Д. А. Режимы течения вязкой жидкости у вращающегося диска в корпусе	56
Орешков М. А., Королева Т. А., Каменюк О. В. Кинематическое моделирование механизмов выдвижения соплового насадка жидкостного ракетного двигателя	58
Резанова М. В., Крушенко Г. Г. Повышение механических свойств алюминиевых сплавов в результате воздействия физическими способами на шихтовые материалы	59
Резанова М. В., Крушенко Г. Г., Решетникова С. Н. Прессование изделий из алюминиевой стружки	60
Савчин Д. А., Злобина Е. А., Репкин М. А., Назаров В. П. Технический анализ параметров и характеристик ракеты-носителя легкого класса «Союз-2.1В», анализ двигателя-33	62
Синицин К. Г., Голиковская К. Ф. Схемы терморегулирования космических аппаратов и их взаимозависимость от энерговооруженности КА	62
Тележенко Д. Р., Назарова Л. П. Расчет изменения скорости потока в охлаждающем тракте камеры ЖРД в процессе поворота камеры в шарнирном подвесе	64
Тимошева М. А., Жуйков Д. А. Имитационная модель гидродинамического радиального уплотнения	65
Чернов А. А., Жуйков Д. А. К расчету осевых сил автомата осевой разгрузки турбонасосного агрегата жидкостного ракетного двигателя	66
Широкова Н. Н., Шарнин А. Е., Двирный Г. В., Двирный В. В. Аномальное поведение ксенона высокого давления на примере аккумулятора давления. Аккумулятор давления 154.7070-000 производства ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнева («ИСС»)	67

Секция

**«МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ И ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ
В МАШИНАХ И АППАРАТАХ»**

Галимов В. С., Жуйков А. А. Расчет течения в полостях вращения турбомашин методом конечных разностей	69
Какоулин А. Е., Череватенко М. К., Черненко Е. В. Бесфреоновые системы СКВ. Особенности использования в Красноярске	70
Колчанов И. П., Михнев М. М., Делков А. В., Кишкин А. А. Технологические особенности снижения критичных газовых нагрузок на этапе тепловакуумной отработки космического аппарата и его составляющих	71
Коньшев В. П., Бобков А. В. Циклограмма теплового состояния космонавта	73
Кулаков Е. В., Хайцен М. Ю., Мелкозеров М. Г. Методика расчета грунтовых низкопотенциальных систем кондиционирования воздуха	74
Мамедли Р. Р., Парфенюк С. И., Делков А. В. Обзор источников низкопотенциальной тепловой энергии и методов их утилизации	75
Мошенец М. В., Черненко Е. В. Особенности проектирования СКВ закрытых спортивных объектов	76
Салтыков А. С., Чан Суан Тхиен. Устройство управления сверхзвуковым воздухозаборником силовой установки истребителя на малых дозвуковых скоростях полета	78
Хайцен М. Ю., Кулаков Е. В., Зуев А. А. Методика расчета низкопотенциальных систем кондиционирования воздуха с использованием грунтовых вод и сравнительный анализ СКВ разных типов	79
Ходенков А. А., Делков А. В., Кишкин А. А. Исследование процессов теплообмена в конденсаторе холодильной установки	80
Череватенко М. К., Какоулин А. Е., Черненко Е. В. Процесс создания ледового покрытия для закрытых ледовых арен	81

Секция

«МОДЕЛИ И МЕТОДЫ АНАЛИЗА ПРОЧНОСТИ ДИНАМИКИ
И НАДЕЖНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ»

Дорофеева Е. С., Мирзаев Р. А., Смирнов Н. А. Механизмы ориентации антенн космических аппаратов	83
Климовский Д. А., Смирнов Н. А. Конструкция гравитационной системы стабилизации наноспутника	84
Нихочин В. И., Шевчугов В. О., Смирнов Н. А. Математические преобразования системы уравнений многозвенного манипулятора	86
Фалькова Е. В., Климовский Д. А., Смирнов Н. А. Особенности выбора геометрических параметров желобчатой ленты актуатора	87
Шевчугов В. О., Нихочин В. И., Смирнов Н. А. Определение биологически опасных зон высокочастотных излучателей	88

Секция

«СВАРКА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ И РОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Болдарев Е. А., Пашкин А. Н., Богданов В. В. Изготовление буровых долот с применением ЭЛС	91
Болдарев Е. А., Пашкин А. Н., Богданов В. В. Результаты металлографических исследований сварных соединений, выполненных ЭЛС	92
Борисенко Е. А., Шахматова В. А., Беляков Н. Н., Козловский С. Н. Расчетное определение температуры при точечной контактной сварке	93
Брот К. А., Сорвачев И. А., Семичева Л. Г. Преимущества и недостатки механизированной сварки порошковой проволокой	95
Брот К. А., Сорвачев И. С., Семичева Л. Г. Технология изготовления порошковой проволоки	96
Брылева О. В., Лецковник А. В., Папуша А. Г., Фролченков И. С., Семичева Л. Г. Исследование процесса диффузии при сварке металлополимерных соединений	97
Ганькин Д. П., Онтужев И. В., Васильев С. А., Козловский С. Н. Предотвращение образования пор, раковин и трещин в точечных сварных соединениях	99
Ерыпалов Л. А., Малахов А. Н., Вервейко Д. С., Козловский С. Н. Непровары при точечной контактной сварке	100
Кириллов В. И., Марченко Е. С., Богданов В. В. Способы неразрушающего контроля при ЭЛС	102
Кириллов В. И., Муниров Д. В., Богданов В. В. Характерные дефекты при ЭЛС	103
Ковалев Д. С., Шахов В. Н., Богданов В. В. Технологические особенности алюминиевых сплавов 1201 и 01570	104
Колесников А. Л., Бусовцев И. А., Токмашова И. А., Козловский С. Н. Точечная сварка закаливающейся арматуры железобетона	106
Лецковник А. В., Брылева О. В., Кабанков А. И., Семичева Л. Г. Методика подготовки микрошлифов для металлографического и микрорентгеноспектрального анализов металлополимерных соединений	107
Марченко Е. С., Муниров Д. В., Успенский Н. В. Природа корневых дефектов при ЭЛС и методы борьбы с ними	109
Моцаренко И. И., Богданов В. В. Износостойкая наплавка в цементной промышленности	110
Муниров Д. В., Марченко Е. С., Успенский Н. В. Новые инверторные энергокомплексы ЭЛС на 30 кВт	111

Пашкин А. Н., Болдарев Е. А., Богданов В. В. Виды катодов сварочных электронно-лучевых пушек	113
Пашкин А. Н., Болдарев Е. А., Богданов В. В. Конструктивные особенности сварочных электронно-лучевых пушек	114
Сорвачев И. С., Брот К. А., Коновалов Ю. И. Используемые технологии сварки для магистральных трубопроводов	115
Сорвачев И. С., Брот К. А., Коновалов Ю. И. Магистральные трубопроводы: цели, назначения, материалы, диаметры	117
Тимошев П. В., Шеллер В. В., Яковлев А. В., Прокопьев С. В. Особенности диффузионной сварки при изготовлении металлокерамических конструкций с применением порошковых промежуточных слоев	118
Шахов В. Н., Богданов В. В. Оценка балла зерна методом фрактального анализа	120

Секция

«ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

Афонин А. О., Угрюмов А. В., Лексиков А. А. Разработка и исследование микрополосковых диплексеров	121
Верховская А. А., Светлова Т. Г., Потапов И. С., Балашов А. В. Управление показателями точности изготовления нежестких корпусных деталей	122
Двирный Г. В., Сидорова Е. С., Елфимова М. В., Голованова В. В., Двирный В. В. Пустотелые конструкционные материалы на основе порошков	123
Додорин И. С., Матлак И. В., Смирнов Н. А. Методика настройки антенн космического аппарата	124
Древин К. А., Владимиров В. М. Исследование влияния ионосферы на определение псевдодальности НКА СРНС в полярных районах с использованием НАП Глонасс/GPS	126
Есин М. Ю., Тимофеев В. А., Никифоров А. И. Определение критической толщины 2D-3D и Huts-Domes переходов в зависимости от температуры роста Ge на поверхности GESI	127
Заев М. О., Игуменов А. Ю., Александрова Г. А. Исследование проводящих и полупроводниковых образцов методами сканирующей зондовой микроскопии	128
Зеленов Ф. В., Коновалов С. О., Петров М. И. Магнитотранспортные явления в электронно- и дырочнодопированных манганитах лантана	130
Иванов А. Б., Зиновьев В. А., Двуреченский А. В. Моделирование атомистических процессов на поверхности Si(100) при эпитаксии из молекулярных пучков	131
Королев Е. В., Кожухов А. С., Латышев А. В. Исследование процессов формирования наноразмерных структур методом локального анодного окисления с использованием атомно-силового микроскопа	132
Кужанбаев Р. Т., Киселев Д. Ю. Возможности использования активных магнитных подшипников в газотурбинных двигателях	133
Кукушкин И. В., Крушенко Г. Г. Технология изготовления деталей минимальных размеров из проволоочной заготовки	135
Лапухин Е. Г., Границкий Л. В., Владимиров В. М. Программа для расчета орбитальных элементов искусственного спутника земли по трем наземным оптическим наблюдениям	135
Леонтьев П. А., Трунов Д. С., Трифанов И. В. Перспективы применения малых беспилотных летательных аппаратов вертикального взлета в антенных системах	136
Масюгин А. Н., Фрицлер К. Б., Пчеляков О. П. Исследование электрических параметров кремния на различных этапах производства солнечных элементов	137

Мурашева К. С., Кочмарев К. Ю., Воробьев С. А., Сайкова С. В. «Зеленый метод» синтеза концентрированных дисперсий наночастиц меди	139
Рыбакова А. Н., Жигалов В. С. Свойства синтезированных пленок Сорп, полученных с помощью твердофазных реакций	140
Угрюмов А. В., Афонин А. О., Лексиков А. А. Разработка и исследование полосковых диплексеров на подвешенной подложке	141
Филонина Е. А., Лютов А. Г. Система принятия решений по управлению технологическим циклом изготовления искровых свечей зажигания	142

Секция

«ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАШИН И РОБОТОТЕХНИКА»

Бабинова Е. О., Иванченко С. С., Клешнина И. А., Медведев В. И. Анализ антропометрической совместимости системы «человек–машина»	145
Ковалева А. В., Стручков А. В. Устройство для проверки натяжения приводных ремней приводов	146
Кузнецов В. В., Ереско С. П. Совершенствование устройств удержания и освобождения подвижных элементов конструкции космических аппаратов	148
Кукушкин Е. В., Меновщиков В. А., Ереско Т. Т. Вопросы формирования усталостных трещин в материалах игольчатых подшипников карданных шарниров	148
Орлов А. А., Ереско С. П. Совершенствование уплотнительных узлов в турбонасосных агрегатах	150
Павлова О. А., Ереско С. П. Совершенствование антенных приводов космических аппаратов	151
Семенов В. С., Бейльман А. В., Фадеев А. А. Особенности проектирования электромеханических систем «мотор–редуктор–генератор»	152
Сидоров С. В., Ереско Т. Т. Гидродинамические испытания отдельных узлов гидроприводов	153
Сидоров С. В., Ереско Т. Т. К определению параметров газосодержания двухфазного потока	154
Сорокин В. А., Тимохович А. С. Генератор на эффекте Серла, принцип работы и конструкция	155

Секция

«ЭЛЕКТРОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ»

Арсланов Н. М., Шестаков И. Я. Электроактивация воды	157
Беляев Б. А., Ходенков С. А., Бутиков А. С., Ефремова С. В., Храпунова В. В. Микрополосковый фильтр на двухмодовых резонаторах	158
Беляев Б. А., Ходенков С. А., Ефремова С. В., Храпунова В. В. Перестраиваемые фильтры на двумерных микрополосковых структурах	159
Пастушенко О. В., Носенков А. А. О проблеме моделирования тепловакуумных испытаний космических аппаратов связи	161
Смирнова В. И., Носенков А. А. О проблеме обеспечения качества и эффективности сложных телекоммуникационных систем	162
Стрижнев А. С., Худеев В. А., Лелеков А. Т. Разработка привязного летательного аппарата для отработки законов управления по курсу «Проектирование систем управления летательными аппаратами»	163
Ходенков С. А., Беляев Б. А., Ефремова С. В., Храпунова В. В. Фильтр верхних частот на резонаторе в форме прямоугольной рамки	165
Шаймарданов Т. Р., Исмагилов Ф. Р. Средства защиты от электромагнитных импульсов в сети	166

Шокиров В. А., Юшков И. В., Бальва Я. Ф. Полосковый полосно-пропускающий СВЧ-фильтр для LTCC	167
Яровая Я. В., Сухарев Е. Н. Применение технологии виртуальных приборов для обеспечения дисциплин радиотехнического профиля	168

Секция

«АВТОМАТИКА И ЭЛЕКТРОНИКА»

Волочасев М. Н., Мизрах Е. А. Имитатор резистивного датчика температуры аккумуляторной батареи	170
Голованов М. В., Пристинский И. В., Мизрах Е. А. Исследование мощного стабилизатора напряжения с параллельным включением каналов	172
Михеев. И. А., Козлов Р. В. Программно аппаратное управление распределением разрядного тока аккумуляторных батарей космического аппарата	174
Углов А. В., Лукьяненко М. М. Ориентация космических аппаратов с использованием электродинамических тросовых систем	175
Шаймарданов Т. Р., Загитов Р. Р., Исмагилов Ф. Р., Хайруллин И. Х. Помехоподавляющее устройство для противодействия электромагнитным импульсам	177

Секция

«ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРОСИСТЕМ И АВИОНИКА»

Акзигитов А. Р., Акзигитова И. А., Акзигитов Р. А. Анализ современных спутниковых навигационных систем	179
Акзигитов Р. А., Акзигитов А. Р., Кацура А. В. Анализ эксплуатационных показателей вычислительных систем самолетовождения	180
Анисимова А. А., Пашков Р. С., Юрковец Н. В. Обоснование влияния конструкции синхронных машин на их технические характеристики	182
Болотова О. В., Мусонов В. М. Генератор поднесущих колебаний для канала VOR	184
Волчек Д. А., Владимирова К. В., Нартов Е. А. Система управления БПЛА на базе микроконтроллера Atmel	185
Гейман В. Н., Строков Д. Е., Кацура А. В. Влияние малых коррозионных повреждений на усталостную долговечность алюминиевых сплавов	186
Герасев И. В., Золкина Е. С., Юрковец Н. В. Материалы, применяемые в электромашиностроении	187
Герасимова Д. С., Мусонов В. М. Контроль канала тангажа по временным характеристикам в автопилоте «Кремень-40» (АП-40)	189
Григорьевская А. О., Мутовина Е. А., Мусонов В. М. Контроль канала крена по частотным характеристикам в автопилоте «Кремень-40» (АП-40)	190
Казанцев Д. А., Шнайдер М. А., Юрковец Н. В. Исследование работы синхронных машин при различных режимах работы	191
Калинников В. А., Вишнев А. В., Кацура А. В. Влияния затенения рельефом местности на вероятность определения местоположения воздушного судна	192
Кацура А. В., Вишнев А. В., Макаренко Ю. А., Мусонов В. М. Повышение уровня надежности гидравлической системы управления вертолетом Ми-8, Ми-8пс, Ми-8т	194
Кривенко С. А., Акзигитов А. Р. Обеспечения навигации воздушных судов различного назначения в отдаленных и труднодоступных районах России	195
Кривенко С. А., Акзигитов Р. А. Алгоритм решения задачи движения объекта на воздушном участке траектории	196

Ларченко И. А., Шмелев Ю. О., Юрковец Н. В. Авиационные асинхронные машины специального применения. Опыт эксплуатации	198
Лосев Е. А., Полежаев С. В., Юрковец Н. В. Области применения и общая характеристика основных типов авиационных электрических машин. Место авиационных электрических машин в системе современного оборудования воздушных судов	199
Любченко О. И., Акзигитов Р. А. Повышение точности навигационного обеспечения воздушных судов на основе применения методов межсамолетной навигации	200
Любченко О. И., Вишнев А. В., Акзигитов Р. А. Способы устранения обледенения и выполнения противообледенения воздушного судна	201
Савина М. Г., Гейман В. Н., Мусонов В. М. Формирование испытательных сигналов наземного радиомаяка VOR	203
Стапуль Е. И., Гейман В. Н., Акзигитов А. Р. Анализ проблемы измерения высотно-скоростных параметров вертолета	205
Строков Д. Е., Кацура А. В. Определяющие параметры коррозионного повреждения планера летательного аппарата	207
Строков Д. Е., Кацура А. В. Красноярский аэропорт как главный трансполярный авиалиней	207

Секция

«ЭКСПЛУАТАЦИЯ И НАДЕЖНОСТЬ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ»

Хотько К. С. Анализ эксплуатационно-технических характеристик самолета Ту 204-300 в различных условиях полета	209
--	-----

Секция

«ЭКОЛОГИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

Васянина А. Ю., Тонких А. А., Антоновский Т. Н., Швецова Д. С., Чижевская М. В., Назаров В. П. Влияние продуктов сгорания жидкого и твердого ракетного топлива на окружающую среду	211
Гапенко П. С., Иринаева А. О., Миронова В. А., Чижевская М. В. Магнитная обработка железосодержащих вод	212
Горбунов Э. В., Хван А. А., Русакова О. А., Чижевская М. В., Миронова В. А. Применение циано-водородоселевой биомассы для очистки субстратов, загрязненных авиационным керосином	213
Достова А. А., Трухницкая С. М. Экологические последствия XXII Зимних олимпийских игр	214
Елфимова А. В., Герасимова Л. А. Проблемы и перспективы развития лесного комплекса Красноярского края	215
Зырянова К. Е., Бельская Е. Н. Анализ условий труда заливщика компаундами	216
Казакова Ю. В., Гертнер Е. И., Тасейко О. В. Расчет экологической эффективности использования генератора водорода в двигателях внутреннего сгорания	218
Калашников А. А., Никитевич Н. В., Турчанов А. М., Кучкин А. Г., Миронова В. А. Расчет эмиссии авиационных двигателей	219
Кириченко А. И., Герасимова Л. А. Качество воздуха в населенных пунктах Красноярского края	220
Конончук А. Н., Кузнецова Е. А., Юрковец Н. В., Потопаева О. П. Всемирная сеть как источник опасности	221
Корнев А. С., Илькив И. В., Юрковец Н. В., Потопаева О. П. Обеспечение личной безопасности	223

Королев Е. В., Тасейко О. В. Термоядерный синтез как экологически безопасный способ получения энергии	224
Кочергина Д. О., Лебедева П. В., Достова А. А., Герасимова Л. А., Еремина И. Ю. Оценка фитотоксичности твердых осадков отдельных промзон г. Красноярск	226
Макшева Ю. А., Мацук Н. В., Юрковец Н. В., Потопаева О. П. Опасности, возникающие в повседневной жизни и безопасное поведение	227
Мащенко С. Е., Болотова О. В., Тасейко О. В. Мониторинг загрязнения водных объектов на территории Красноярского края	228
Носырева Н. В., Оттева А. М., Тасейко О. В. Влияние климатических условий на здоровье граждан города Красноярск	230
Остапенко С. А., Хеирхабаров А. С., Тасейко О. В. Рекультивация нефтяного месторождения, расположенного в тундровой природной зоне северной части Восточной Сибири	232
Пак М. В., Герасимова Л. А. Проблема сточных вод Красноярского края	234
Парпуц А. А., Менчиков Р. В., Панкеев Е. С., Миронова В. А., Чижевская М. В. Влияние ГМО на экономику России	235
Пучков А. В., Шумков Н. И., Бельская Е. Н. Дорожно-транспортные происшествия: статистика, причины, меры по сокращению	236
Семенов Р. Р., Бабуринов А. А., Миронова В. А., Чижевская М. В. Влияние авиационного шума на человека	238
Слепченко Е. А., Чулкин А. Л., Тасейко О. В. Методы борьбы с космическим мусором	239
Халяк А. С., Тасейко О. В. Влияние Эль-Ниньо на глобальный климат	240
Харитонов Т. А., Саяпин А. В., Герасимова Л. А. Эколого-генетическая оценка популяций на примере животных молочного производства агропромышленного комплекса Красноярского края	242
Хлызова В. А., Герасимова Л. А. Загрязнение почвенного покрова в Красноярском крае	243

Секция

«МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ»

Ардышева А. А., Солдатова С. В., Жирнова Е. А. Проблемы внедрения бережливого производства в России	244
Ардышева А. А., Солдатова С. В., Кривина Т. Е. Необходимые условия достоверности измерений	245
Ардышева А. А., Солдатова С. В., Захарова Н. В. Внедрение TQM в российское производство	246
Белушенко Д. В., Трифанов И. В. Технологическое обеспечение качества изготовления волноводов многосторонним деформированием	248
Бикенева А. И., Малахова Ю. Г. Разработка документации системы менеджмента качества молодежного центра «Новые имена»	249
Боброва А. А., Трифанов И. В. Управление качеством в процессе разработки документации на бурение нефтяных и газовых скважин	251
Брежунова Н. К., Беспалова Е. Д. Метрологическое обеспечение геодезических измерений	251
Виноградов Е. В., Кривина Т. Е. Организация комплексного управления процессами ЖЦП и интегрированной системой менеджмента	253
Гадисов Р. Э., Малахова Ю. Г. Анализ и улучшение процесса управления несоответствующей продукцией	254
Глинин М. А., Малахова Ю. Г. Оценка результативности процесса управления записями	255
Горшкова А. С., Захарова Н. В. Управление записями в интегрированной системе менеджмента	257

Грачева М. А., Захарова Н. В. Проблемы и перспективы становления самообучающихся организаций	258
Дудкина А. А., Ивасев С. С. Повышение энергоэффективности алюминиевых радиаторов	260
Зобнин Р. А., Трифанов И. В. Технологическое обеспечение качества изготовления зеркал лучевода	260
Зубкова К. С., Шабанова Е. Н., Малахова Ю. Г. Формирование критериев проверки интегрированной системы менеджмента	262
Зуева О. В., Жирнова Е. А. Менеджмент риска как часть интегрированной системы менеджмента в соответствии со стандартом ГОСТ ISO 31000–2010	264
Ковалев О. В., Кривина Т. Е. Требования стандарта Ohsas в интегрированной системе менеджмента	265
Корнев О. Г., Сергеева Е. В., Ивасев С. С. Повышение качества деталей за счет применения ультразвуковых колебаний	267
Косинов А. К., Оборин Л. А. Совершенствование технологии производства литых заготовок турбонасосного агрегата. Высокотемпературная газостатическая обработка	268
Коток О. И., Жирнова Е. А. Процедура разработки эксплуатационной документации на технологическую линию «Теплофон»	269
Литвинов Р. С., Малько Л. С. Повышение качества эксплуатации крупномодульных червячных фрез	270
Михель А. В., Жаркова А. В., Малахова Ю. Г. Выбор оптимальных методов контроля сварных соединений топливного бака системы запуска изделий	271
Перфильев П. А., Белоголов А. И., Казьмин Б. Н. Электроснабжение летательных аппаратов на основе плазменно-электронных процессов	273
Пурхало А. Н., Жирнова Е. А. Интеграция как закономерный этап развития систем менеджмента	274
Рожкова А. И., Подшибякина Е. Ю., Копыткова С. А. Исследование и разработка методики выполнения измерений содержания германия в сырье и продуктах переработки лигнитов Нижнего Приангарья	275
Савоста А. А., Оборин Л. А. Совершенствование технологии производства литых заготовок на основе высокотемпературной обработки расплава	276
Тетерина Н. В., Скутина Ю. В., Малько Л. С. Разработка конструкции инструмента для окончательной обработки переходной части зуба крупномодульных зубчатых колес	276
Третьякова Д. В., Трифанов И. В. Модель формирования поверхностного слоя при изготовлении труб волноводов	278
Ултургашева А. В., Трифанов И. В. Технология изготовления рупорной антенны	279
Чуваева Е. Ю., Спиридонов Р. Ю., Малько Л. С. Обеспечение качества боковых поверхностей шпоночных пазов по параметру шероховатости	280
Шевелева А. И., Малахова Ю. Г. Применение внутреннего аудита на предприятии	281

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Секция

«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ, УПРАВЛЕНИЯ И АНАЛИЗА ДАННЫХ»

Бондаренко С. Н., Шестернева О. В. Разработка алгоритма повышения эффективности капитальных вложений в предприятие интернет торговли	284
Борисов Д. В., Лапко В. А. Исследование свойств регрессионной оценки плотности вероятности от методов дискретизации области ее определения	284

Браништи В. В., Медведев А. В. Оптимизация алгоритмов расчета коэффициента размытости для непараметрических оценок	286
Волкова С. С., Липинский Л. В. Отбор информативных признаков с помощью нейронных сетей	287
Живанов А. А., Ступина А. А. Анализ среды функционирования регионов России	289
Камшилова Ю. А., Семёнкин Е. С. Генетические алгоритмы для формирования нейросетевых моделей	289
Козлова Н. С., Шестернева О. В. О задаче определения типа нелинейности в моделях Винера	291
Коромыслова А. А., Семенкина М. Е. Генетический алгоритм для автоматического формирования систем на нечеткой логике	292
Кузьмич Р. И., Ступина А. А. Повышение различности правил в модели классификации путем изменения целевой функции при формировании паттернов	293
Мангалова Е. С., Мангалова М. С., Шестернева О. В. Исследование влияния разнообразия ансамбля моделей на точность в задачах восстановления регрессии	295
Мулюкова А. Р., Ильясов Б. Г. Разработка системы нечеткого логического вывода для анализа качества жизни	295
Полякова А. С., Семёнкин Е. С. О настройке нейронных сетей при помощи генетического алгоритма	297
Семенов М. К., Шестернева О. В. Математическое моделирование химико-технологических процессов на примере растворения серы в многокомпонентных системах	298
Синяев И. Ф., Шестернева О. В. Исследование Bagging подхода при построении ансамбля моделей для повышения точности классификации	300
Суханов Д. А., Шестернева О. В. Адаптивное управление вентилятором в условиях газовой-смесительной нестабильности	300
Фисак А. В., Липинский Л. В. Применение нечеткого контроллера в процедурах адаптации генетического алгоритма	301
Хритonenко Д. И., Семенкин Е. С. Автоматическое генерирование нейросетевых классификаторов эволюционными алгоритмами в задачах идентификации пользователя	302
Щеголькова Д. В., Орешкина Е. И., Липинский Л. В. Аналитический обзор существующего программного обеспечения, решающего задачи формирования нейросетевых моделей	304
Щеголькова Д. В., Орешкина Е. И., Липинский Л. В. О подходах к выбору структуры нейронной сети на примере многослойного персептрона	305

Секция

«ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

Бастрикин Д. А., Тынченко В. В. О подходе к решению проблемы дистанционного сбора данных с приборов учета в сфере ЖКХ	307
Белова Н. В., Томилина А. И., Горошкин А. Н. Автоматизированная виртуализация пространства	308
Болдырев К. М., Лаптева М. А., Фаворская М. Н. Система распознавания регистрационных номеров автомобиля с применением нейронной сети	309
Борисов Ю. В., Зотин А. Г. Проектирование учебной информационной системы «Электронный помощник преподавателя»	310
Достова А. А., Тынченко В. В. Анализ нововведений в объектно-ориентированном языке программирования Java	312
Истомина Ю. А., Тынченко В. В. Особенности процесса проектирования нейросетевых моделей произвольной архитектуры	313

Ковалев Д. И., Туева Е. В., Клименко А. В., Ковалев И. В., Зеленков П. В. Анализ организационно-технологических комплексов предприятий на основе аналитического метода оценки эффективности функционирования сложных систем	314
Кузнецов П. А., Ковалев И. В. Надежность АСУ ТП с учетом ее функциональности	316
Кузнецов И. А., Зеленко Л. С. Разработка подсистемы синхронизации между АИС и системой дистанционного обучения в рамках единой информационной среды «Школа информатики СГАУ»	317
Лаптева М. А., Болдырев К. М., Фаворская М. Н. Система нахождения лица на видеопоследовательности	318
Ничкасов А. В., Дубина С. М. Разработка автоматизированной системы распознавания графических изображений многогранников	320
Плотко К. О., Кукарцев В. В. Развитие и внедрение информационных технологий в почтовую связь	321
Пустовалова А. В., Тынченко В. В. Автоматизация рабочего места куратора студенческой группы вуза	322
Савельев А. С., Фаворская М. Н. Система мониторинга состояния водителя автотранспортного средства	323
Савицкий Р. С., Вдовенко В. В. Разработка программного обеспечения для слежения за перемещениями объектов	324
Степурко К. В., Абдугалимова Е. Г., Фаворская М. Н. Распознавание жестов на основе нейросетевого подхода	326
Тарелов Н. А., Фаворская М. Н. Распознавание ландшафтных текстур на основе нейронных сетей	327
Томилина А. И., Горошкин А. Н. Методы решения задачи матирования изображений	328
Тычков С. А., Тынченко В. В. Особенности внедрения автоматизированной системы управления выполнением плана государственного задания в центре гигиены и эпидемиологии	329
Фомина В. В., Тынченко В. В. Сравнительный анализ программных средств автоматизации туристического бизнеса	330

Секция

«ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ»

Демченко А. А., Молоков В. В. Оlap-технология анализа данных	332
Казаков А. К., Суворов А. Г. Проблемы современной автоматизации	333
Липатов Р. В., Меньщиков Е. Ю., Фомина Н. В., Лаптенков В. Д. Геополитические аспекты применения электронно-лучевой сварки в космосе	334
Меньщиков Е. Ю., Липатов Р. В., Лаптенков В. Д. Автоматизация процессов испытаний	335
Мирзаев Р. А., Смирнов Н. А. Алгоритм и программное обеспечение управления сервоприводом	336
Морозов Е. А., Трифонов С. В., Тихомиров А. А. Оптимизация и автоматизация процесса физико-химической переработки отходов в СЖО	338
Носкова Д. А., Вдовенко В. В. Информационная поддержка образовательного процесса в рамках взаимодействия его участников	339
Попельнюхова Е. С., Лаптенков В. Д. Метод синхронного детектирования для получения информации о положении стыка в системе слежения при электронно-лучевой сварке	341
Тютюник Ю. Н., Лаптенков В. Д. Производство тонкостенных волноводно-распределительных трактов из алюминиевых сплавов	342
Эмилова О. А., Свиридова А. С., Сержантова М. В. Автоматизация документооборота с использованием Openepg	343

Секция

«МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ»

Волошин Б. В., Жуков В. Г. Использование гибридной архитектуры многоагентных систем в задаче обеспечения информационной безопасности автоматизированных систем	346
Золотарева Е. Ю., Золотарев В. В. Моделирование и прогнозирование результатов проектных групп в области информационной безопасности	347
Золотарева Г. И. Факторы риска и угрозы безопасности информации в системе бухгалтерского учета	347
Калачев Д. В., Жуков В. Г. О модельно-алгоритмическом обеспечении системы управления знаниями об инцидентах информационной безопасности	349
Кузнецов М. А., Лубкин И. А. О проблеме построения и мониторинга гетерогенной карты сети	350
Митрашук В. В., Золотарева Е. Ю., Золотарев В. В. Обработка элементов изображения с применением гармонического анализа	352
Панюшкина Л. В., Золотарев В. В. Оптимизация распределения ресурсов в задаче защиты информации	352
Первалова А. Ю., Жуков В. Г. О применении суффиксных деревьев в задаче кластеризации текстовой информации	353
Пятков А. Г., Золотарев В. В. Оценка надежности системы «человек–машина»	354

Секция

«ИНФОРМАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»

Александрова У. А., Сенашов С. И. Анализ статистики посещаемости сайта типичного красноярского кинотеатра	356
Безьязыкова Н. А., Кукарцев В. В. Компьютерные бизнес-симуляторы	357
Борисова Е. С., Долгова Т. Г. Актуальность использования бизнес-модели SecaaS	358
Галицкая Д. А., Сенашов С. И. Анализ среднесуточного количества заказов ООО «Арисуши» в период 15.06.2012–09.06.2013 гг.	359
Галкина Ю. В., Багаева А. П. Рынок электронной коммерции в России	360
Гальцова В. А., Филюшина Е. В. Анализ кредитного портфеля до «Правобережный» КФ КД ЗАО КБ «Кедр» в период с 01.01.2000 по 01.09.2013 гг.	361
Дедюрина О. В., Долгова Т. Г. Назначение программ-шпионов и методы противодействия им	363
Дядечкин С. Н., Кукарцев В. В. Проблема развития корпоративных информационных систем в России	364
Елистратова А. А., Коршакевич И. С., Тихоненко Д. В. Технология радиочастотной идентификации на российском рынке	365
Желткевич П. А., Филюшина Е. В. Анализ изменения индекса «ММВБ – инновации» в период с 08.01.2013 по 19.12.2013 гг.	367
Жмурова Т. Г., Артеменко С. В., Бежитский С. С. Co-ра accelerator sap для обработки данных в режиме реального времени	368
Захарова Е. С., Сенашов С. И. Анализ изменения общей численности населения США в период с 01.11.1983 по 01.10.2013 гг.	369
Зорина Е. В., Бежитская Е. А. Web-дизайн: landing page	370
Кадникова Н. В., Бежитская Е. А. Применение генетического алгоритма в решении задач по формированию инвестиционного портфеля	371
Карабицина Е. Ф., Сенашов С. И. Анализ статистики дорожно-транспортных происшествий в городе Красноярске в период с января по ноябрь 2013 года	372

Киселева Д. С., Долгова Т. Г. Интернет как бизнес-пространство	373
Коломиец Б. Н., Кукарцев В. В. Логистические процессы и их значимость на предприятии	374
Коломиец Б. Н., Филюшина Е. В. Анализ статистических данных по форуму Ahoqus	376
Кондрашова И. А., Бежитская Е. А. Анализ рыночной корзины	377
Кондрин А. В., Сенашов С. И. Нахождение упруго-пластической границы для стержней прямоугольного и треугольного сечения с помощью законов сохранения	378
Лазеева В. И., Долгова Т. Г. Внедрения Saas в производство	379
Лященко Ю. В., Багаева А. П. Преимущества и недостатки облачных технологий	380
Мазитова О. В., Кукарцев В. В. Виртуальная реальность: польза или вред?	382
Мамонова Ю. С., Филюшина Е. В. Анализ изменения объема выпуска холодильников ОАО «КЗХ «Бирюса» в период с 01.10.2013 по 25.09.2013 гг.	383
Морозевич Е. С., Багаева А. П. 3D-печать: что ждет нас в будущем?	384
Никаноров Р. О., Трубинова Т. С., Бежитская Е. А. Облачные технологии: развитие в России	386
Никитина Ю. В., Кукарцев В. В. Развитие информационного бизнеса в России	387
Образцова В. С., Долгова Т. Г. Мобильные приложения для бизнеса	388
Пацук Е. Б., Долгова Т. Г. Российские информационные системы для малого и среднего бизнеса	389
Соболь А. С., Сенашов С. И. Обработка «больших данных» в телекоммуникационных компаниях	391
Тимофеев В. Е., Савостьянова И. Л. Анализ изменения объема выпуска штампованных автомобильных колес ООО «КраМЗ»	392
Токмачева М. В., Долгова Т. Г. Удаленное администрирование в банковской сфере	393
Трегубович Ю. А., Филюшина Е. В. Анализ изменения объема продаж в ООО «Adidas» в период с 01.01.2012 по 25.12.2012 гг.	393
Федорова Ю. В., Сенашов С. И. Анализ посещаемости сайта по продаже косметики и бижутерии «Make up and accessories store» в период с октября 2012 по сентябрь 2013 гг.	395
Хобяков И. А., Долгова Т. Г. Децентрализованные электронные деньги Bitcoin	396
Худкина Е. А., Долгова Т. Г. Проблемы использования электронно-цифровой подписи на электронных торгах	397
Шиверская М. Г., Савостьянова И. Л. Прогнозирование заключенных договоров бюджетным учреждением	398
Юзаева А. Г., Савченко Л. М., Тихоненко Д. В. Системы электронного документооборота	400
Яковлева М. С., Кукарцев В. В. Нейроинтерфейсы: понятие, направления и проблемы развития	401
Яркова Я. А., Сенашов С. И. Анализ изменения времени захода солнца в городе Красноярске с 01.01.2013 по 31.12.2013 гг.	402

Секция
«СООБЩЕНИЯ»

Бацаев С. С., Маркин Р. Ю., Никифоров К. С., Кузнецова Т. В., Рядовская О. Д. Проблема утилизации батареек в Красноярске	404
Васильев Д. Д., Кашко Г. И., Высоцкий Н. И. Технология изготовления печатных плат мелкосерийного и штучного производства	405
Воронченко К. П., Катилаускас В. Р., Софьин В. И., Чернин М. С., Чикунова И. Н. Бестраншейная прокладка трубопровода	406
Гапеева Е. А., Петренко Е. С., Табаченко И. К. Радиационная безопасность города	407

Гордиенко Е. В., Полянин В. С., Матерняк В. С. Электронные часы на Atmega процессоре	409
Кирченко Н. С., Путинцева С. Н. Высоцкий, Н. И. Исследование возможности дистанционного включения приборов при помощи сотового телефона	410
Опёнышева А. В., Мартышина А. В., Дерменжи В. А., Матерняк В. С. Инфракрасная барьерная рамка	410
Павлов А. Д., Безруких С. А. Финансовые пирамиды и их последствия для экономики России	411
Чернова Р. Е., Табаченко И. К. Влияние геометрических параметров конденсатора (рамки) Бифельда–Брауна на преодоление земного притяжения	412
