

Автоматизация и Современные Технологии

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ МЕЖОТРАСЛЕВОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ИЗДАЁТСЯ С 1947 ГОДА

Главный редактор

В.Л. Белоусов — д.э.н., проф., МГУПИ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Бучаченко А.Л. — д.х.н., проф., ИПХФ РАН

Гусев А.А. — д.т.н., проф., МГТУ "СТАНКИН"

Дегтярев Ю.И. — д.т.н., проф., МАИ

Елисеев В.А. — д.т.н., Ин-т Инновац.-технологич.
менеджмента

Иванов А.П. — д.э.н., проф., МГУПС (МИИТ)

Мальцева С.В. — д.т.н., проф., НИУ ВШЭ

Нефедов Е.И. — д.ф.-м.н., ИРЭ РАН

Шебалин И.Ю. — к.ф.-м.н.,
ООО "Изд-во Машиностроение"
(заместитель главного редактора)

Янович Е.Л. — д.э.н., проф., Кошалинский поли-
технич. ин-т (Польша)

Редактор-организатор — Осипова В.Г.

Компьютерная вёрстка — Жиркина С.А.

Адрес редакции:

107076, Москва,

Стромынский пер., 4

Тел.: (499) 748 0290,

E-mail: ast@mashin.ru; <http://www.mashin.ru>

8

2014

УЧРЕДИТЕЛИ:

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РЕСПУБЛИКАНСКИЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
НАУЧНО-КОНСУЛЬТАЦИОННЫЙ
ЦЕНТР ЭКСПЕРТИЗЫ

Журнал зарегистрирован 9 апреля 1999 г.
за № 018684 в Комитете
Российской Федерации по печати

Журнал входит в перечень
утверждённых ВАК РФ изданий
для публикации трудов соискателей
учёных степеней

ООО "Издательство Машиностроение"

Адрес издательства:

107076, Москва,

Стромынский пер., 4

Тел.: (499) 268 3858,

факс: (499) 269 4897

СОДЕРЖАНИЕ

АВТОМАТИЗАЦИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Вартанов М.В., Савин Н.О., Смолов Ю.А.,
Шкурко Л.С. Автоматизированные испытания герме-
тичности изделий с применением термоэлектронно-
го преобразователя 3

Жигалов К.Ю. Основные сложности, возникающие при
реализации задач автоматизированного управления
строительной техникой и варианты их решения . . . 7

Пегушин С.Л., Шумихин А.Г. Управление процессами
технического обслуживания систем автоматической
противоаварийной защиты пожаро-взрывоопасных
нефтеперерабатывающих производств на основе
анализа их надёжности и критичности отказов . . . 9

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Мирошникова В.Д., Шугалов А.В., Мирошни-
кова Т.Д. Модульные конструкции подложкодержате-
лей с позиционно-трансформируемыми подложконе-
сущими поверхностями 13

Тарасов Е.М. Разработка математических моделей ин-
вариантного классификатора состояний рельсовых
линий 19

Прокофьев Г.И., Щемелёв М.В. Синтез траекторий
армирования анизотропных конструкций из компози-
тов 22

Гамзаев Х.М. О методе моделирования лазерного
сверления отверстий 30

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНОЙ И ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Иванов А.П., Михалёв А.С. Формирование достаточ-
ного капитала кредитных организаций 33

Гусакова Е.Н., Терещенко А.Г. Электронный докумен-
тооборот в лабораторных информационных систе-
мах 37

ВЫСТАВКИ И ПРЕЗЕНТАЦИИ

СВЯЗЬ-ЭКСПОКОММ-2014: курс на инновационное
развитие 42

Открыт тест-драйв коммуникационных решений от CTI
в Центре технологий Cisco в Сколково 44

ОБЗОР ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПЕЧАТИ

По страницам журналов 46

CONTENTS

AUTOMATION OF SCIENTIFIC-RESEARCH AND PRODUCTION

Vartanov M.V., Savin N.O., Smolov Yu.A., Shcurco L.S.
The automatic tightness tests of products with using the
thermionic converter 3

Zhigalov K.Yu. The main difficulties arising at problems
realization of the automatic control by construction
equipment and their decision versions 7

Pegushin S.L., Shumikhin A.G. Maintenance processes
management of the automatic emergency protection
system for fire and explosion dangerous oil processing
production from an analysis of their reliability and
refusals criticality 9

MODERN TECHNOLOGIES

Miroshnikova V.D., Shugalov A.V., Miroshnikova T.D.
Modular designs of the bottom layer holder with position
transformed bottom layer bearing surfaces 13

Tarasov E.M. Mathematical models development of the
invariant classifier for the rail lines conditions 19

Prokofev G.I., Shchemelev M.V. Reinforcement
trajectories synthesis of the anisotropic designs from
composites 22

Gamzaev Kh.M. About simulation method of laser drilling
holes 30

ECONOMIC AND ORGANIZATION OF SCIENTIFIC AND ECONOMIC ACTIVITY

Ivanov A.P., Mikhalev A.S. Capital functions of the credit
organization are described, the main sources of the
bank own 33

Gusakova E.N., Tereshchenko A.G. Electronic
document flow in laboratory information systems 37

EXHIBITIONS AND PRESENTATIONS

SVIAZ-EXPOCOMM-2014: the policy of innovative
development 42

The test drive of communications solutions from CTI is
opened in technology Center Cisco in Skolkovo 44

SURVEY OF PERIODICALS

Periodicals review 46

Журнал распространяется по подписке, которую можно оформить в любом почтовом отделении
(индекс по каталогу "Роспечать" — 70537, по каталогу "Пресса России" — 27838, по "Каталогу российской прессы
"Почта России" — 60267) или непосредственно в издательстве по факсу: (499) 269 4897, по e-mail: realiz@mashin.ru,
на сайте www.mashin.ru (без почтовых наценок, с любого месяца, со своего рабочего места);
телефоны для справок: (499) 269 6600, 269 5298

Сдано в набор 02.06.14. Подписано в печать 27.07.14.
Формат 60×88 1/8. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 5,88. Цена свободная

Отпечатано в ООО "Канцлер".
150008, г. Ярославль, ул. Клубная, д. 4, кв. 49

Перепечатка материалов из журнала "Автоматизация и современные технологии" возможна при обязатель-
ном письменном согласии редакции журнала. При перепечатке материалов ссылка на журнал "Автоматизация и
современные технологии" обязательна. За содержание рекламных материалов ответственность несёт рекламо-
датель



УДК 537.32

М.В. Вартанов, докт. техн. наук,

Н.О. Савин, стар. преп. (Московский государственный машиностроительный университет "МАМИ"),

Ю.А. Смолов, инженер, Л.С. Шкурко, канд. техн. наук (АМО "ЗиЛ")

iptm@mami.ru

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ИЗДЕЛИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕРМОЭЛЕКТРОННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Описана конструкция автоматизированного нестандартного оборудования для проведения ускоренных испытаний на герметичность неподвижных разъёмных соединений, собранных с прокладками различной природы. Описаны ключевые отличия разработанного оборудования от аналогичных систем. Приведено описание применяющегося при регистрации утечек термоэлектронного преобразователя, который выполняет функцию датчика утечек.

Ключевые слова: герметичность, утечка, термоэлектронный преобразователь, датчик.

The design of the automatic non-standard equipment for carrying out the accelerated tightness tests of the motionless demountable connections collected with various nature gasket is described. Key differences of the developed equipment from similar systems are described. The description of the thermionic converter used to leakages registration which carries out function of the leaks sensor is adduced.

Key words: tightness, leakage, thermionic converter, sensor.

В настоящее время всё большее значение придается вопросам обеспечения качества изделий. Герметичность является одним из проблемных вопросов в отечественном машиностроении.

Проведение испытаний на герметичность неподвижных разъёмных соединений (далее НРС) и их ускорение является актуальной задачей, поскольку ресурс работы агрегатов автомобилей, собранных с полимерными прокладками, исчисляется годами и сотнями тысяч километров пробега. Методики применения "жидких прокладок" до настоящего времени недостаточно отработаны, не учтена взаимосвязь качества поверхностей деталей, свойств герметиков и режимов сборки.

Авторами статьи была поставлена задача разработать оборудование, которое позволит в автоматизированном режиме проводить ускоренные испытания НРС, собранных с прокладками, на герметичность.

В рамках ГК № 16.740.11.0556 в Университете машиностроения был разработан автоматизированный стенд для проведения ускоренных испытаний на герметичность (рис. 1) [1].

Согласно классификации [2], стенд реализует жидкостную группу методов контроля на герметичность. В качестве наиболее близких по сущности можно указать на электрический метод, а так-

же на капиллярные и компрессионные способы реализации данных методов.

На рис. 2 представлена принципиальная схема стенда, который включает в себя:

объект испытаний 1 с рабочей средой (жидкостью или газом) и размещённой на нём группой датчиков (температуры 2, давления 3 и утечки 4);

масляный насос 5 с асинхронным многоскоростным двигателем 6;

золотниковое устройство 7, редуктор 8 и асинхронный двигатель 9, которые создают пульсацию давления рабочей среды;

кран 10 для ручной регулировки расхода; регулятор расхода рабочей среды 11, управляемый генератором 12, задающим частоту и амплитуду пульсации давления рабочей среды в объекте испытаний 1;

бак 13 с нагревательным элементом 14 и датчиками: уровня 15 и температуры 16;

озонатор 17, который осуществляет подачу воздуха с заданной концентрацией озона с наружной стороны испытываемого изделия;

оптический газоанализатор озон 18 для контроля концентрации озона.

Способ испытания на герметичность осуществляется следующим образом. Объект испытаний 1



Рис. 1. Автоматизированный стенд для проведения ускоренных испытаний на герметичность

(испытуемое изделие) наполняется рабочей средой (жидкостью или газом), рабочая среда нагружается знакопеременным давлением по специальному циклу. При этом происходит попеременное вакуумирование испытуемого объекта и подача рабочей среды под давлением. Разогрев рабочей среды осуществляется с помощью специального нагревателя 14, размещённого в баке 13. Снаружи к испытуемому изделию подаётся воздух с определённой концентрацией озона.

Схема разработанного стендового оборудования, реализующего описанный способ, работает следующим образом. Испытуемое изделие 1 заполняют рабочей средой (жидкостью или газом) с помощью масляного насоса 5, приводимого в движение посредством асинхронного многоскоростного электродвигателя 6 через клиноременную передачу. Для контроля температуры, давления и утечки рабочей среды на испытуемом изделии 1 установлена группа датчиков температуры 2, давления 3 и утечки 4.

Максимальное давление рабочей среды устанавливают краном 10. Рабочая среда из испытуемого изделия 1 самотёком по трубопроводу попадает в бак 13, в котором установлен нагревательный элемент 14, который обеспечивает нагрев рабочей среды до заданной температуры (75–90 °С), а уровень и температуру рабочей среды в заданных пределах контролируют с помощью датчиков уровня 15 и температуры 16.

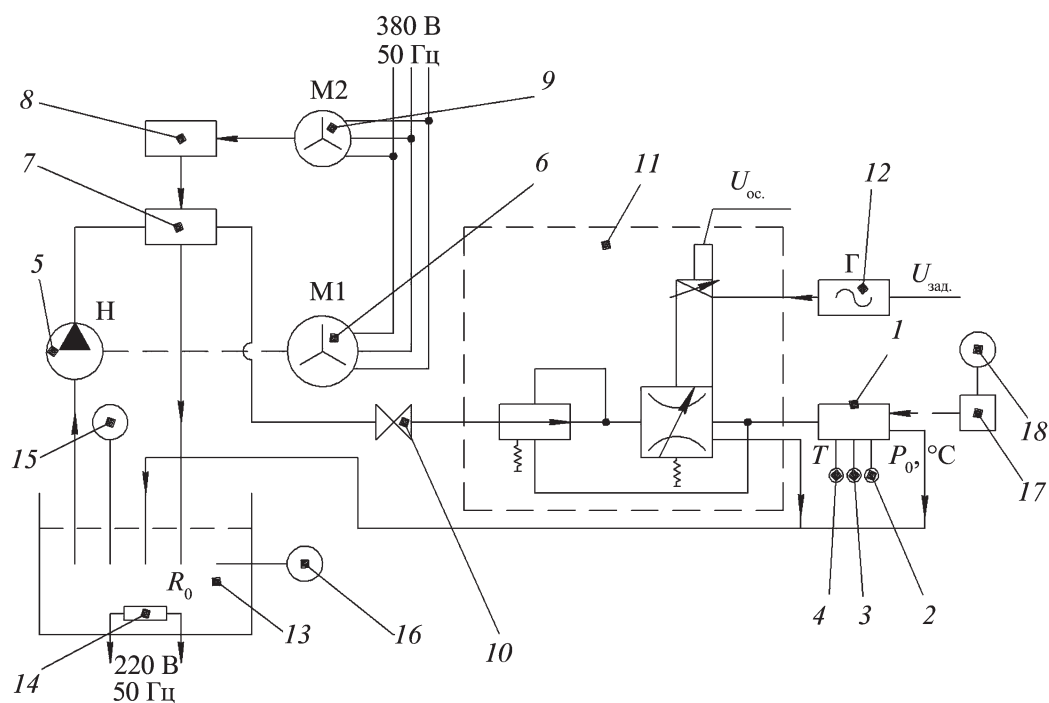


Рис. 2. Принципиальная схема стенда

Пульсацию давления рабочей среды в испытуемом изделии *1* обеспечивают механизмом, состоящим из золотникового устройства *7*, редуктора *8* и асинхронного электродвигателя *9*. Контроль величины давления в объекте испытаний *1* осуществляют датчиком давления *3*.

При работе в режиме пульсирующего нагружения верхнее давление задают краном *10*, а нижнее — регулятором расхода *11*. Пульсацию давления осуществляют электродвигателем *9*, редуктором *8* с эксцентриком на валу и регулятором расхода жидкости *11*, управляемым задающим генератором *12*.

Подачу воздуха с заданной концентрацией озона с наружной стороны испытуемого изделия осуществляют с помощью озонной установки *17*, а для постоянного контроля концентрации озона используют оптический газоанализатор озона *18*.

Как показывает практика, температура моторного масла в автомобильном двигателе (нижнем картере) не превышает 95 °С, а температура в районе уплотняющей прокладки может достигать 80–100 °С.

Замкнутый объём испытываемого агрегата заполняется рабочей средой и подключается к источнику пульсирующего знакопеременного давления. Знакопеременное давление создаётся с помощью регулятора расхода. Вакуумирование и избыточное давление создаются по чередующемуся циклу, при этом частота гармонических пульсаций во время предварительных испытаний составляла от 1/30 до 1/60 Гц. Использование знакопеременного пульсирующего давления при испытаниях на герметичность является первой особенностью разработанного оборудования.

Второй отличительной особенностью является реализация способа ускоренных испытаний путём подачи к испытуемому изделию воздуха с заданной концентрацией озона. Данный способ ускорения является достаточно удобным, поскольку позволяет имитировать долговременное нахождение изделия на воздухе и, таким образом, форсировать его старение и растрескивание. Однако применение озонатора требует дополнительных экспериментов для выявления коэффициентов ускорения испытаний для различных материалов.

Третьей отличительной особенностью разработанного оборудования является введение в конструкцию нагревательного элемента для нагрева рабочей среды. Нагрев среды также призван ускорить процесс испытаний за счёт форсированного старения уплотнительного материала. Повышение температуры эксплуатации приводит к эрозии проклад-

очного материала. При этом нагревательный элемент размещён в баке.

Кроме этого, уровень и температура рабочей среды в баке контролируются с помощью датчиков уровня и температуры. При понижении уровня рабочей среды в баке до определённого уровня срабатывает защита нагревательного элемента и нагреватель отключается. Температура внутри масляного бака измеряется с помощью термопары. Вторая термопара установлена внутри испытуемого объекта и таким образом позволяет измерить динамику нагрева рабочей среды на пути от масляного бака до изделия.

В самом изделии установлен датчик давления, соединённый с усилителем. Благодаря этому возможно измерение изменений давления в очень малых диапазонах. При этом диагностировать появление течей удобно по повышению давления вакуума, поскольку при избыточном давлении в изделии возможно возникновение эффекта облитерации и течь будет "забиваться" за счёт высокой вязкости масла.

На способ испытаний изделий со знакопеременным давлением получен патент [3]. Кроме этого, в данном стенде был применён датчик утечки, также ранее не применявшийся в течеискании. Его конструкция приведена на рис. 3.

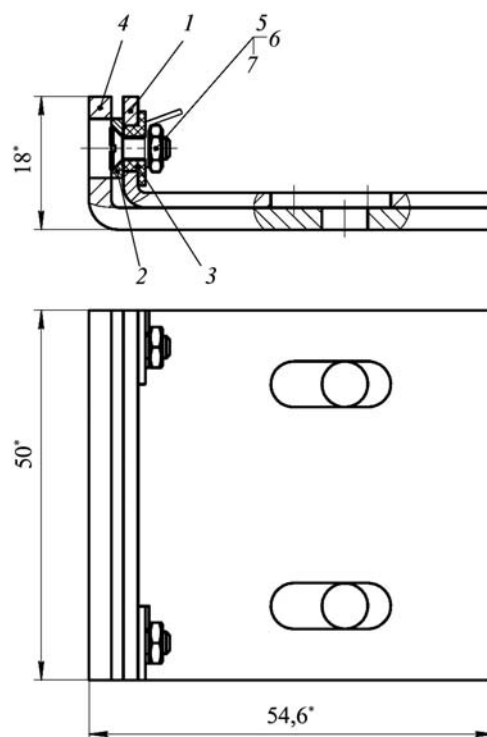


Рис. 3. Датчик утечки:

1 — корпус; 2 — пластина; 3 — втулка; 4 — уголок; 5 — винт; 6 — гайка; 7 — шайба



Рис. 4. Рабочая позиция испытательного стенда

Термоэлектронный преобразователь состоит из двух слоёв металла (корпус 1 и уголок 4) с различной концентрацией и активностью свободных электронов (золото, окись алюминия, алюминий), изолированных друг от друга пористым слоем диэлектрика, толщина которого менее 0,01 мм. Благодаря разной концентрации и активности электронов в слоях металлов, а также малого зазора, между ними течёт туннельный диффузионный ток, который приводит к появлению начального напряжения U .

При попадании масла или другого вещества в зазор между слоями металла молекулы вещества разрываются электрическим полем, среда ионизируется и ток резко увеличивается, что может служить сигналом о величине и наличии утечки.

Устройство для измерения утечки вещества (рис. 4) содержит несколько идентичных датчиков утечки (число датчиков может измеряться от 2 до 16), размещённых вблизи торцевой поверхности контролируемого образца. Датчики размещают вблизи торцевой поверхности контролируемого образца с зазором 5–10 мкм. На электроды датчиков подаётся переменное электрическое поле. Напряжённость электрического поля определяется величиной зазора между электродами датчика и корпусом испытуемого объекта.

При попадании жидкости на пористый слой диэлектрика, в силу высокой напряжённости электрического поля, между корпусом 1 и уголком 4 происходит разрыв химических связей молекулы жидкости и, как следствие этого, появление сво-

бодных зарядов (ионов), что приводит к резкому увеличению электрической ёмкости датчика в 2–3 раза и служит признаком появления утечки в испытуемом объекте.

Проверка работы датчика суммарной утечки и датчиков утечки осуществлялась непосредственно нанесением рабочей среды на рабочую поверхность датчика в количестве 25 мл. Проверка показала, что датчики утечки работают в стабильном режиме и с их помощью возможно фиксировать место возникновения утечки.

В дальнейшем предполагается отработать на стенде методику испытаний на герметичность промышленных изделий. Необходимо рассмотреть два основных случая: со штампованной и с литой крышкой. Также предполагается аналитически решить задачу расчёта усилий (моментов) затяжки резьбовых соединений стыка, обеспечивающих условия герметичности.

Предложенный способ ускоренных испытаний на герметичность позволяет проверять долговечность различных уплотнительных материалов в условиях, близких к эксплуатационным. При этом использование озона в качестве среды, повышающей скорость проведения испытаний, является сравнительно удобным и безопасным. Разработанный датчик утечки позволяет осуществлять оперативный контроль уровня и места утечки элементов уплотнений транспортных средств, строительных машин, станков и другого промышленного оборудования. На стенде могут проводиться испытания герметичности промышленных изделий, отрабатывать технологию герметизации технологии сборки.

Библиографические ссылки

1. Смолов Ю.А., Шкурко Л.С., Варганов М.В., Савин Н.О. *Materialy IX mezinarodni vedecko-prakticka conference "Veda a technoloie: krok do budoucnosti–2013". Dil 27. Technice vedy: Praga. Publishing House "Edication and Science". Str. 42–46.*
2. ГОСТ 24054–80. Изделия машиностроения и приборостроения. Методы испытаний на герметичность. Общие требования.
3. Шкурко Л.С., Смолов Ю.А., Варганов М.В., Корх Н.О., Ярцев И.В., Бочарова Г.В. Способ испытания изделия на герметичность. Патент России № 2501984. 2013. Бюл. № 35.
4. Фано У., Фано А. Физика атомов и молекул: пер. с англ. под ред. Л.И. Пономарёва. М.: Наука, 1980. 656 с.

УДК 528

К.Ю. Жигалов, канд. техн. наук
(Институт проблем управления РАН, г. Москва)

kshakalov@mail.ru

ОСНОВНЫЕ СЛОЖНОСТИ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ЗАДАЧ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКОЙ И ВАРИАНТЫ ИХ РЕШЕНИЯ

Описываются основные трудности, возникающие в процессе автоматизированного управления строительной техникой на стройплощадках автомагистралей. Основное внимание уделено поиску простых и не затратных решений преодоления или минимизации описанных затруднений на этапе подготовки строительной площадки. Реализация описанных алгоритмов существенно упростит внедрение процессов автоматизированного управления на строительных объектах и поможет избежать простоев в работе.

Ключевые слова: автоматизированное управление, автоматизация дорожного строительства, точка доступа, управление объектами на стройплощадках.

The main difficulties arising in the course of automatic control by construction equipment on the highways building sites are described. The main attention is paid to search simple and not expensive solutions for the described difficulties overcoming or minimization at a stage of a building site preparation. Described algorithms realization will significantly simplify implementation of the automatic control processes on construction objects and will help to avoid idle times in work.

Key words: automatic control, road construction automation, access point, management of objects on building sites.

В настоящее время автоматическое или автоматизированное управление используется во всех областях человеческой деятельности. Внедрение систем управления позволяет выполнять определённые задачи более эффективно и снижает отрицательное влияние такого рода внешних воздействий, как человеческий фактор [1]. Всё это справедливо и для процессов строительства на площадных объектах. Тем не менее, несмотря на все очевидные положительные стороны автоматизированного управления, его внедрение продвигается очень медленно. Это связано не только и не столько с первоначальными значительными затратами на внедрение, но и с такими сложностями, возникающими при его реализации, как:

обеспечение устойчивой и "быстрой" линии связи как с объектами управления, так и со станциями мониторинга;

наличие и действие на площадках техники, находящейся вне автоматизированного управления;

отсутствие опробованных систем централизованного автоматизированного управления;

сложность моделирования процессов управления.

Рассмотрим их более подробно.

Обеспечение устойчивой и "быстрой" линии связи как с объектами управления, так и со станциями мониторинга. Следует сразу отметить, что прокладка кабельных линий связи на строительной площадке крайне затруднительна. Если с помощью кабелей возможно соединить стационарные объекты между собой, то использовать их как линии связи с движущимися объектами невозможно. В связи с этим остаётся только использование беспроводных технологий. На данный момент такую линию связи может обеспечить технология WiFi. На качество и устойчивость сигналов (IEEE 802.11 b/g/n) влияют следующие факторы [2]:

1. Наличие в радиусе действия других WiFi-устройств, использующих тот же частотный диапазон. На строительных объектах посторонних точек доступа, беспроводных камер и прочего "домашнего" оборудования, работающего на частоте 2,4 и 5 ГГц, быть не должно в принципе, тем не менее подавляющее большинство современных коммуникационных устройств оборудованы приемником и передатчиком WiFi-сигнала. Рекомендуется проводить разъяснительную работу среди персонала о необходимости отключения данных функций их коммуникаторов при нахождении на строительной площадке.

В полосе частот 2,4 ГГц беспроводные сети могут использовать 13 каналов шириной 20 МГц (для стандартов 802.11 b/g/n) или 40 МГц (802.11 n) с интервалами 5 МГц между ними. Точка доступа, использующая частотный канал WiFi, создаёт достаточно сильные помехи на соседних каналах. Например, при использовании беспроводным устройством третьего канала сильные помехи появляются на втором и четвёртом и в меньшей степени на первом и пятом каналах. При построении сети беспроводных точек доступа на строительном объекте рекомендуется принимать этот факт во внимание и для исключения взаимных помех между каналами соблюдать разницу в несущих частотах отдельных точек доступа в 25 МГц. Другими словами, менять несущую частоту на пять канальных интервалов в шахматном порядке.

2. Наличие Bluetooth-устройств, находящихся в зонах покрытия точек доступа. Эти устройства работают в частотном диапазоне 2,4 ГГц и, соответственно, оказывают влияние на работу WiFi-устройств. Bluetooth-устройства также широко применяются в современных коммуникаторах, что требует выключения данной функции на строительных площадках.

3. Большие расстояния между приемниками и передатчиками. Стандартные точки доступа на открытых пространствах имеют радиус действия не более 400 м. При применении специализированных антенн этот показатель можно увеличить до 1–2 км. Устройства связи следует ставить с перекрытием не менее 15–20 % для обеспечения непрерывного качественного сигнала, принимаемого перемещающимися между ними объектами.

4. Препятствия различного рода, которые могут снижать радиус действия WiFi устройств. В связи с этим рекомендуется поднимать приёмопередающие антенны над всеми движущимися объектами на площадке и проверить "слепые" зоны, появляющиеся в "тени" крупных объектов.

5. Ограниченная скорость приёма/передачи данных. Современные устройства WiFi могут уверенно передавать данные на скоростях до 300–400 Мбит/с. Следует отметить, что при появлении второго устройства, работающего с точкой доступа, общая скорость будет разделена на два устройства. При добавлении третьего – на три. Для нормальной работы станций геоинформационных систем необходимо наличие постоянного канала связи на скорости не менее двух Мбит/с (один Мбит/с для передачи данных и ещё один на компенсацию возможной "просадки" канала связи). Соответственно, при двойном запасе скорости ка-

нала в радиусе действия одной точки одновременно должно находиться не более 70 объектов. Для станций мониторинга необходимо обеспечить канал связи со скоростью не менее 100 Мбит/с. Соответственно при расчётах линий связи для станций мониторинга отводится место либо в той же точке доступа (при наличии такой возможности, учитывая количество других движущихся объектов), либо строятся отдельные линии связи между станциями мониторинга.

Наличие и действие на площадках техники, находящейся вне автоматизированного управления. Эту ситуацию можно воспринимать как внешнее возмущение автоматизированной системы управления. Так как человек не всегда придерживается чёткого алгоритма действий с выверенным обоснованием каждого шага, его действия могут носить непредсказуемый для системы характер. В данном случае предлагается свести наличие такой техники к минимуму.

Отсутствие опробованных систем централизованного автоматизированного управления. К сожалению, автоматизация дорожного строительства только входит в стадию внедрения. Уже широко применяются отдельные элементы данной системы. Тем не менее, собранных воедино систем до сих пор в эксплуатации нет. Соответственно нет и наработанных баз поведения системы в тех или иных ситуациях, что не исключает нелёгкий путь проб и ошибок при её внедрении.

Сложность моделирования процессов управления. Во-первых, система автоматизированного управления многомерна, в связи с чем её моделирование вырастает в достаточно сложную задачу. Это можно постараться обойти путём представления автоматизированной системы как совокупности нескольких отдельных одномерных.

Во-вторых, системы управления непрерывно-дискретные, соответственно в них часть элементов описываются дифференциальными уравнениями, а часть разностными. С математической точки зрения это представляет большую сложность для исследования, поэтому рекомендуется свести всю систему к упрощённой чисто дискретной [3]. В-третьих, система нестационарная, что существенно затрудняет её применение на практике. В этом случае систему целесообразно разбить на временные отрезки, в рамках которых она будет представлять собою стационарную, что существенно упростит работу с ней.

Подготовка автоматики на каждой отдельной единице техники индивидуальна и требует отдельных юстировочных мероприятий. Каждая единица тех-

ники имеет свои специфические особенности (другие холостые обороты двигателя, подгоревшие диски сцепления, большой ход у педалей, наличие люфта в рулевой рейке). Всё это затрудняет простое копирование систем даже в рамках одинаковых моделей и увеличивает время, затрачиваемое на ввод в эксплуатацию той или иной единицы техники.

Из вышесказанного видно, что при реализации автоматизированного управления строительной техникой возникает достаточное количество задач, большинство из которых сравнительно легко решается на этапе проектирования, а также за счёт разъяснительных мероприятий среди сотрудников при проведении работ. Некоторые сложности преодолеваются с течением времени при опытной эксплуатации. Решение имеющихся проблем не

представляет принципиальных трудностей и создаёт предпосылки для увеличения производительности труда, сокращения времени строительства, повышения качества работ и снижения их сметной стоимости.

Библиографические ссылки

1. **Информационные** технологии и снижение влияния человеческого фактора на результаты бизнеса // Сайт компании TopS Business Integrator. URL: <http://www.topsbi.ru/default.asp?artID=1699> (дата обращения: 01.02.2014).

2. **Что** влияет на работу беспроводных сетей Wi-Fi? Что может являться источником помех и каковы их возможные причины? // сайт компании Zyxel в России. URL: <http://zyxel.ru/kb/2082> (дата обращения: 01.02.2014).

3. **Ротач В.Я.** Теория автоматического управления. 2 изд. СПб.: Издательский дом МЭИ, 2008. 396 с.

УДК 681.5.09

С.Л. Пегушин, А.Г. Шумихин, д-р техн. наук, проф.
(Пермский национальный исследовательский политехнический университет)

atp@pstu.ru

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ ЗАЩИТЫ ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНЫХ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ИХ НАДЁЖНОСТИ И КРИТИЧНОСТИ ОТКАЗОВ

Рассмотрена методика управления процессами технического обслуживания систем автоматической противоаварийной защиты на основе ведения единой базы данных по отказам её элементов, анализа последствий и критичности отказов, выполнения контрольных последовательных испытаний на надёжность.

Ключевые слова: нефтепереработка, противоаварийная защита, автоматическая система, надёжность, FMEA.

The maintenance processes management methodology of the automatic emergency protection systems from the creature of the uniform database over their elements refusals, the analysis of the refusals consequences and criticality, the performance of the consecutive control reliability tests is considered.

Key words: oil processing, emergency protection, automatic system, reliability, FMEA.

Экономическая эффективность и конкурентоспособность предприятия в значительной степени определяются состоянием производственного оборудования, которое, в свою очередь, зависит от эффективности функционирования системы технического обслуживания. Рациональная организация технического обслуживания (ТО) является основным фактором улучшения использования оборудования, повышения качества и снижения

себестоимости производимой продукции, что способствует повышению конкурентоспособности предприятия.

При ТО оборудования автоматической противоаварийной защиты (ПАЗ) необходимо контролировать его работоспособность и диагностировать отказы, происходящие в условиях эксплуатации. Непрерывный мониторинг и анализ отказов с учётом условий эксплуатации оборудования



Рис. 1. Управление процессами технического обслуживания оборудования противоаварийной защиты

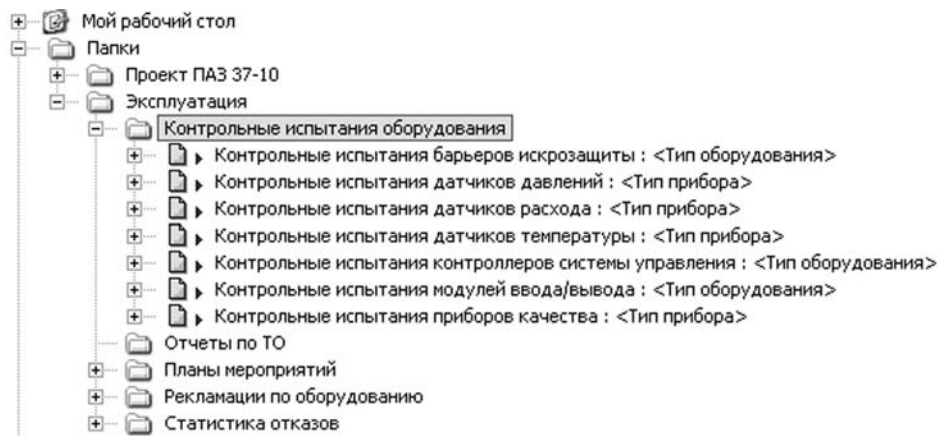


Рис. 2. Фрагмент PDM-системы

позволяет разрабатывать корректирующие мероприятия и включать их в регламент ТО для снижения количества отказов (рис. 1).

Для ведения непрерывного мониторинга и анализа отказов возможно использовать PDM-систему в роли сервера единой базы данных и средства управления ими при взаимодействии с прикладными системами. Пример рабочего стола в PDM-системе представлен на рис. 2.

Для анализа отказов при эксплуатации необходимо провести априорный проектный расчёт надёжности комплекса технических средств автоматической ПАЭ с учётом следующих характеристик надёжности и ремонтпригодности её элементов: средняя наработка на отказ T ; интенсивность отказов $\lambda = 1/T$; среднее время восстановления $T_{\text{в}}$; интенсивность восстановления $\mu = 1/T_{\text{в}}$. Расчёт выполняется в соответствии с методикой, представленной в работе [1]. На основании рассчитанных

априорных показателей надёжности определяются в соответствии с методикой [1] штат необходимого персонала и количество элементов замены, хранящихся в комплекте запасных частей, инструментов и принадлежностей (ЗИП).

После проектной оценки надёжности на основе статистических методов определяются эксплуатационные показатели.

В табл. 1 приведены типовые причины, приводящие к отказам элементов системы ПАЭ в период эксплуатации.

Выражения для вычисления вероятностей отказа и безотказной работы элементов, представленных в табл. 1, полученные на основе логических функций работоспособности (надёжности), рассмотрим на примере модуля ввода/вывода:

$$Q_{I/O} = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 - q_1q_2 - q_1q_3 - q_1q_4 - q_2q_3 - q_2q_4 - q_3q_4 + q_1q_2q_3 + q_1q_2q_4 + q_1q_3q_4 + q_2q_3q_4 - q_1q_2q_3q_4;$$

$$P_{I/O} = 1 - Q_{I/O} = 1 - q_1 - q_2 - q_3 - q_4 + q_1q_2 + q_1q_3 + q_1q_4 + q_2q_3 + q_2q_4 + q_3q_4 - q_1q_2q_3 - q_1q_2q_4 - q_1q_3q_4 - q_2q_3q_4 + q_1q_2q_3q_4,$$

Таблица 1

Причины отказов элементов систем ПАЗ

Причины отказа Элемент системы	Причины отказа				
	отказ электроники	обрыв линии связи	метрологический отказ	заклинивание штока	потеря электро- и пневмопитания
Датчик измерения	+	+	+		+
Барьер	+	+	+		+
Клапан	+	+	+	+	+
Модуль ввода/вывода	+	+	+		+
Контроллер	+	+	+		+
Блок питания	+				+

где q_1, q_2, q_3, q_4 – вероятности отказов электроники, линии связи, метрологического отказа, отказа в результате потери питания соответственно; P – вероятность безотказной работы; Q – вероятность отказа.

Для оценки надёжности по статистическим данным относительная частота отказов за каждый месяц определяется по формуле [2]:

$$q_i = \frac{n_i}{N},$$

где n_i – количество отказавших элементов по i -му виду отказов; N – общее количество эксплуатируемых на установке элементов.

Вероятность отказа элементов за год можно оценить на основе формулы для интенсивности отказов:

$$\lambda_i = \frac{N_1 - N_2}{N_{\text{ср}} \Delta t},$$

где λ_i – интенсивность отказов для i -го элемента; N_1 – количество работающих элементов в момент времени t_1 ; N_2 – количество работающих элементов в момент времени t_2 ; $\Delta t = t_1 - t_2$; $N_{\text{ср}}$ – среднее количество работающих элементов; i – индекс, соответствующий типу элемента.

Сравнительный анализ проектных и эксплуатационных показателей надёжности позволяет при-

нять обоснованное решение об изменении регламентов технического обслуживания средств автоматизации, например, о сокращении или увеличении количества элементов замены, уменьшении или увеличении времени между проверками оборудования автоматической ПАЗ.

Для детального анализа причин и последствий каждого отказа и выработки мероприятий по устранению используется методика FMEA (анализ причин и последствий отказов) [3]. В табл. 2 представлен фрагмент методики FMEA.

Для принятия решения о дальнейшем использовании оборудования проводятся последовательные контрольные испытания на надёжность по методике [4]. Если по результатам контрольных испытаний принимается решение о несоответствии оборудования требованиям нормативно-технической документации, то оборудование снимается с эксплуатации, поставщику оборудования может быть направлен акт рекламации.

Пример графика контрольных последовательных испытаний датчиков температуры для экспоненциального закона распределения времени безотказной работы, построенный в соответствии с работой [4], представлен на рис. 3.

Таким образом, показана целесообразность управления процессами технического обслуживания элементов систем автоматической противоаварийной защиты с учётом результатов анализа их надёжности и ремонтпригодности в период экс-

Таблица 2

Пример таблицы FMEA

Виды оборудования	Вид потенциального отказа	Последствия отказа	Значимость отказа	Потенциальные причины отказа	Возникновение отказа	Меры по обнаружению отказа	Обнаружение отказа	Рекомендательные меры	Параметр риска потребителя
Отказ датчика температуры	Неисправность чувствительного элемента измерения	Отсутствие данных на мониторе оператора	4	Обрыв термопары, термометра сопротивления	2	Визуальный осмотр термопары, "прозвонка" термопары, измерение сопротивления	1	Изучение причины обрыва. Возможно, причины обрыва связаны с монтажными работами на технологическом объекте	8
Отказ датчика температуры	Неисправность HART преобразователя	Отсутствие данных на мониторе оператора	10	Отказ преобразователя	3	Визуальный осмотр, диагностика HART-коммуникатором или AMS	2	Наличие резервного датчика	60

плуатации, приводящего к увеличению средней наработки между отказами и уменьшению среднего времени восстановления, повышению экономической эффективности и качества выпускаемой

продукции на предприятии. Это, в свою очередь, делает актуальной задачу интеграции данных об оборудовании и его состоянии в PDM-системе.

Библиографические ссылки

1. Пегушин С.Л., Шумихин А.Г. Планирование технического обслуживания автоматических систем противоаварийной защиты производственных объектов с учётом оценки надёжности и ремонтпригодности // Вестник ПНИПУ. Химическая технология и биотехнология. 2012. № 14. С. 13–21.
2. Острейковский В.А. Теория надёжности. М.: Высшая школа, 2003. 463 с.
3. Пегушин С.Л., Шумихин А.Г. Анализ причин и последствий отказов систем автоматизации в условиях эксплуатации на нефтеперерабатывающих предприятиях с применением единой базы эксплуатационных данных. // Сб. науч. тр. Sworld. 2013. Т. 9. № 1. С. 3–7.
4. ГОСТ 27.410–87. "Надёжность в технике. Методы контроля показателей надёжности и планы контрольных испытаний на надёжность".

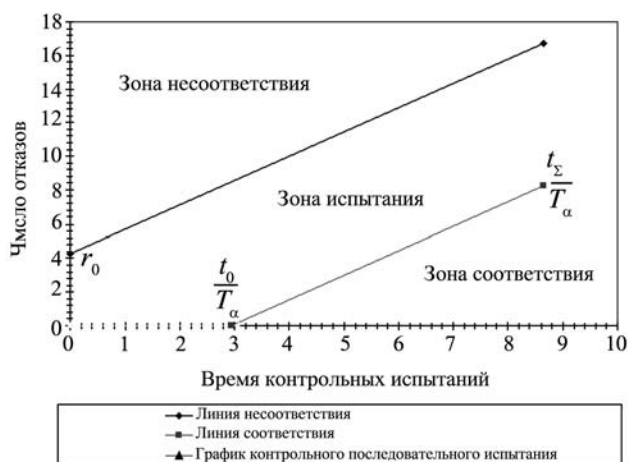


Рис. 3. График последовательных контрольных испытаний для датчиков давления



УДК 621.793.7

В.Д. Мирошникова, канд. техн. наук, доц., **А.В. Шугалов**, **Т.Д. Мирошникова**, канд. экон. наук, доц.
(Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых)

vera.miroschnikowa@yandex.ru

МОДУЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПОДЛОЖКОДЕРЖАТЕЛЕЙ С ПОЗИЦИОННО-ТРАНСФОРМИРУЕМЫМИ ПОДЛОЖКОНЕСУЩИМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ

Представлено решение задачи повышения эффективности технологической среды магнетронных установок на основе разработки модульных конструкций подложкодержателей с позиционно-трансформируемыми подложконесущими поверхностями (ПНП).

Ключевые слова: подложконесущая поверхность, раскрывающаяся, поворотная, позиция обработки, позиция ожидания, гибкость, вместимость, производительность.

The problem solution of the technological environment efficiency increase for the magnetron facilities on the basis of bottom layer holders modular designs development with position transformed bottom layer bearing surfaces (BLBS) is submitted.

Key words: bottom layer bearing surfaces, opening, rotary treatment position, an expectation position, flexibility, capacity, productivity.

Производство нанопокровов — одна из наиболее перспективных и проблемных индустрий, генерирующая множество сложных задач как научного плана, так и практического использования. В производстве нанопокровов сформировался комплекс противоречивых факторов, создающий уникальный по своему содержанию состав требований к технологической среде.

С одной стороны, расширение предложений, индивидуализация требований, с другой — длительный технологический цикл в условиях вакуума с высокой себестоимостью основного и вспомогательного процессов и одинаковым покрытием всех размещённых в магнетронной установке подложек. Не всегда обеспечивается загрузка вакуумной камеры заказами на одинаковое покрытие. В условиях нарастающей конкуренции снижение загрузки и рост времени ожидания обслуживания заявок неизбежны. Кроме того, опытные производства, исследовательские лаборатории заинтересованы в возможно большем количестве различных экспериментов при одной загрузке камеры. Решение — в создании индивидуальных и групповых маршрутов перемещения подложек.

Создана база для получения в условиях одной загрузки камеры покрытий с различными комбинациями осаждаемых материалов. Так, количество

магнетронных распылительных систем (МРС), размещаемых в установке, ограничивается только их конструктивными размерами и используемой вакуумной камеры [1]. Состав мишеней по распыляемому материалу может быть разным. Зоны распыления магнетронов разделены экранами. При использовании двух, трёх, четырёх МРС осаждают многофазные покрытия superlattice за счёт получения двуслойных, трёхслойных и квадрослойных нанометрических периодических структур, например, TiN/NbN, TiN/AlN/NbN или CrN/AlN/TiN/NbN. Однако данные возможности не были реализованы для построения множества вариантов маршрутов подложек с различными требованиями к покрытиям.

В 2010 г. в технологическую среду магнетронного распыления был введён компонент гибкой маршрутизации [2]. В качестве основного принципа, позволяющего реализовать гибкие технологические маршруты, введены дополнительные позиции ожидания для выхода из них подложек только в те позиции обработки, в которых распыляется требуемый материал. В основе реализации данного принципа лежит модульная конструкция подложкодержателя. Модуль состоит из насадки, соединённой с приводом. Насадка представляет собой подложконесущую поверхность с элементами фиксации подложек и неподвижно соединённой с державкой. На-

садка установлена с помощью державки на опоре с возможностью автономной поштучной, а также групповой передачи подложек в одну из позиций: ожидания или обработки. Обрабатываемые поверхности всех подложек размещены по нормали к вектору потока распыляемого материала. Для работы подложкодержателя характерен ряд отличий:

размещённые на нём подложки находятся во время обработки в стационарном состоянии, перемещения модулей из одной позиции в другую — установочные;

перевод одного и того же модуля из позиции ожидания в позицию обработки при необходимости осуществляется неоднократно;

в позицию обработки могут передаваться несколько модулей подложкодержателя в различной последовательности, либо все модули одновременно;

при одновременном выходе модулей в позицию обработки их возврат может быть осуществлен после истечения различного времени выдержки.

Для различных условий эксплуатации предусмотрен ряд конструкций подложкодержателя. Основные его разновидности — роторный и рамочный. Во втором варианте модули подложкодержателя выполнены в виде насадок-рамок, подвижно установленных на направляющих в обойме. Форма и размеры ПНП насадки позволяют простым конструктивным решением занимать пространство для размещения подложек в зоне распыления материалов. Решение предназначено для создания благоприятных условий для получения покрытий на изделиях с односторонней рабочей поверхностью (штампы, литейные формы, штемпели).

Следующий этап повышения эффективности магнетронных установок — реализация гибкой маршрутизации для подложек с различным количеством поверхностей покрытия.

Задачи этапа:

1. Конструирование признаков ПНП, обеспечивающих доступ рабочей среды ко всем поверхностям покрытия подложки за один установ без снижения вместимости. Повышение производительности и удобства обслуживания;

2. Разработка конструкций подложкодержателей с позиционно-трансформируемыми ПНП;

3. Раскрытие кинематики процесса получения покрытия с помощью держателей с позиционно-трансформируемыми ПНП.

В решении поставленных задач использованы основные положения теории строения грузонесущих поверхностей [3], модели формирования их потребительских свойств (гибкости, вместимости, производительности) [4].

Результаты решения задач представлены тремя компонентами (К).

К-1. Конструирование признаков ПНП с требуемым составом свойств. Процедура основана на последовательном принятии решений P_i по удовлетворению требований T_i к размещению подложек.

T_1 — необходимо обеспечить доступ рабочей среды ко всем поверхностям покрытия подложки за один установ.

P_1 — для обеспечения доступа рабочей среды ко всем поверхностям покрытия подложки за один установ используется стандартное решение — вращательное перемещение подложкодержателя \vec{W}_y .

T_2 — для исключения перекрытия поверхностей подложек должны использоваться схемы рассредоточения шага мест для установки и фиксации подложек в заданном положении.

T_3 — использование схем рассредоточения шага потребует увеличения габаритных размеров ПНП.

$P_{2,3}$ — эффект расширения исключается введением схемы свёртки ПНП.

Наиболее подходящим вариантом свёртки является профиль ПНП, образованный набором интегрирующих перемещений образующих первого, второго и, соответственно, третьего уровней интеграции: $\langle \vec{X}, \vec{Y}, \vec{W}_X(\varphi) \rangle$. Выбор прямолинейных интегрирующих перемещений обеспечивает не только компактное размещение модулей в позиции ожидания, но и максимальное использование рабочего пространства перед мишенью.

Структурно-кинематическая формула ПНП подложкодержателя:

$$YRI = III;$$

$$(O_{YRI=I})[E\vec{X}] \rightarrow (O_{YRI=II})[F\vec{Y}] \rightarrow \\ \rightarrow (O_{YRI=III})[R\vec{W}_X(\varphi)].$$

В круглых скобках указана геометрическая часть определителя поверхности (образующая), в квадратных скобках — алгоритмическая часть, включающая перемещения образующей на уровне интеграции. При представлении компонентов ПНП введены следующие сокращения: $YRI = j$ (j -й уровень интеграции), $O_{YRI=j}$ — образующая j -го уровня интеграции, $\vec{X}, \vec{Y}, \vec{W}_X$ — векторы перемещения образующей на каждом уровне интеграции, E, F, R — количество дискретных перемещений образующей в выбранном направлении.

T_4 — требования к размещению подложек в рабочей позиции и позиции ожидания прямо противоположные. В рабочей позиции максимальное рассредоточение во избежание перекрытия по-

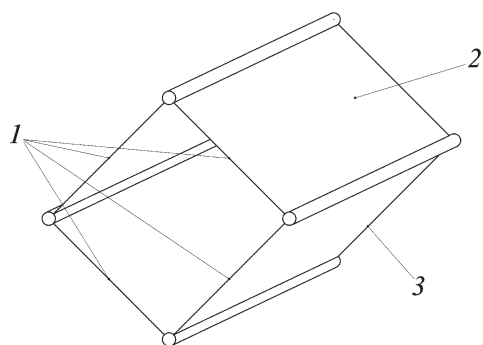


Рис. 1. Шарнирная рама:

1 – грани подложконесущей поверхности; 2 – звено контура; 3 – насадка-рама

верхностей подложек. В позиции ожидания ПНП должна занимать минимальное пространство.

P_4 – при переходе подложкодержателя в позицию ожидания его ПНП должна складываться. Грани ПНП необходимо установить друг относительно друга подвижно.

К-2. Разработка конструкций подложкодержателей с позиционно-трансформируемыми ПНП. Принципиальная схема ПНП, представляющая собой шарнирную раму, приведена на рис. 1.

Наличие сопрягаемых граней ПНП предполагает взаимозависимое размещение на них мест для подложек для исключения перекрытия поверхностей покрытия. Схемы рассредоточения шага их размещения на сопрягаемых гранях могут быть различны. Старший признак их градации учитывает необходимость взаимозависимого размещения мест для подложек в пределах грани, на сопрягаемых гранях, а также комбинации – в пределах грани и на сопрягаемых гранях ПНП. Выбор варианта определяется составом поверхностей покрытия,

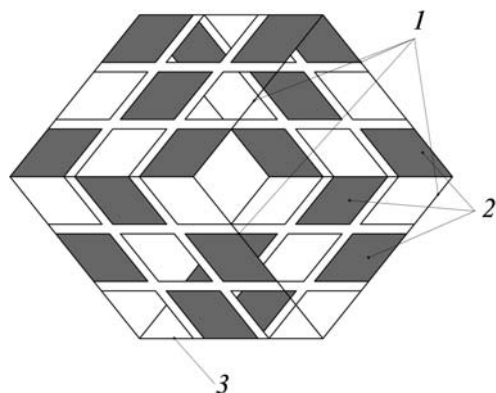


Рис. 2. Точечная схема рассредоточения шага подложконесущих элементов:

1 – грани подложконесущей поверхности; 2 – подложконесущие элементы; 3 – насадка-рама

геометрической формой и размерами подложек. На рис. 2 и 3 показаны варианты рассредоточения шага подложконесущих элементов (ПНЭ), учитывающие их взаимозависимое размещение в пределах граней и на сопрягаемых гранях ПНП.

Конструкция держателя подложек с раскрывающимися и поворотными в горизонтальной плоскости насадками-рамами показан на рис. 4–8.

Держатель грузов включает модули, каждый из которых выполнен в виде насадки-рамы, установленной с возможностью возвратно-поступательного перемещения по вертикальным направляющим в обойме в одну из фиксированных позиций ожидания или обработки в направлении по нормали к вектору потока распыляемого материала.

Насадка-рама выполнена шарнирной в виде замкнутого четырехзвенного контура, каждое звено которого представляет собой одну из граней

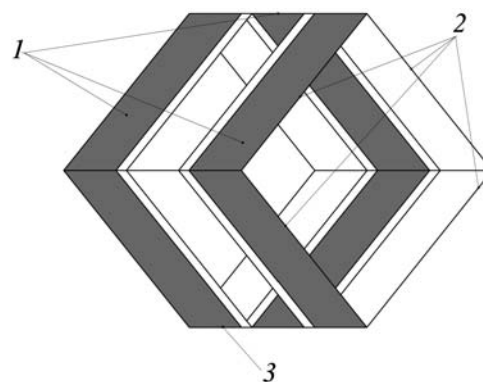


Рис. 3. Линейная схема рассредоточения шага подложконесущих элементов:

1 – подложконесущие элементы; 2 – грани подложконесущей поверхности; 3 – насадка-рама

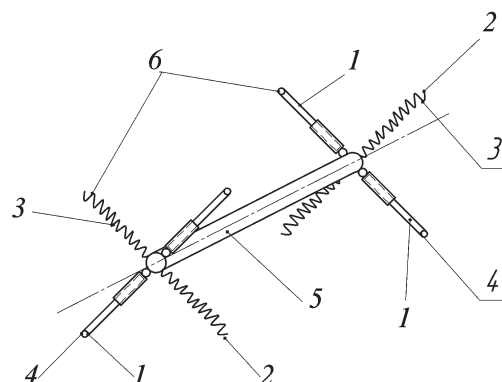


Рис. 4. Распорное устройство шарнирной рамы:

1 – телескопические рейки; 2 – линия упругости контура; 3 – пружина; 4 – линия стабилизации контура; 5 – распорное устройство; 6 – блоки распорного устройства

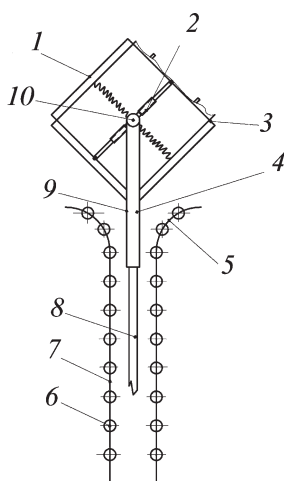


Рис. 5. Шарнирная рама в момент выхода из направляющих (раскрытие подложконесущей поверхности):

1 – грани подложконесущей поверхности; 2 – распорное устройство; 3 – насадка-рама; 4 – схваты тяги; 5 – отогнутые усики; 6 – опорные ролики; 7 – вертикальная направляющая; 8 – шлицевой вал; 9 – тяга; 10 – втулка

ПНП. На звеньях контура монтируются ПНЭ. При размещении ПНЭ используют точечную или линейную схемы их рассредоточения. Четырёхзвенный контур имеет возможность раскрытия и

складывания в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

Механизм раскрытия ПНП включает установленное внутри контура распорное устройство. Её плавное раскрытие при выходе в позицию обработки и сворачивание при передаче в позицию ожидания обеспечивают опорные ролики, смонтированные на вертикальных направляющих державок обоймы, а также профиль направляющих, выходящих из верхней части обоймы отогнутым усиками. Насадка-рама с помощью распорного устройства установлена на валу с возможностью поворота в горизонтальной плоскости. Распорное устройство состоит из двух блоков, смонтированных в поперечном сечении насадки-рамы и разнесённых по её боковым сторонам. Каждый из блоков включает две, расположенные на одной прямой, телескопические рейки и две, расположенные на одной прямой, пружины. Каждая из реек и пружин одним концом связана с валом, а другим – с серединой границы звена контура соединением петлевого типа. Телескопические рейки образуют линию стабилизации четырёхзвенного контура в заданном положении и передачи ему крутящего момента. Пружины образуют линию

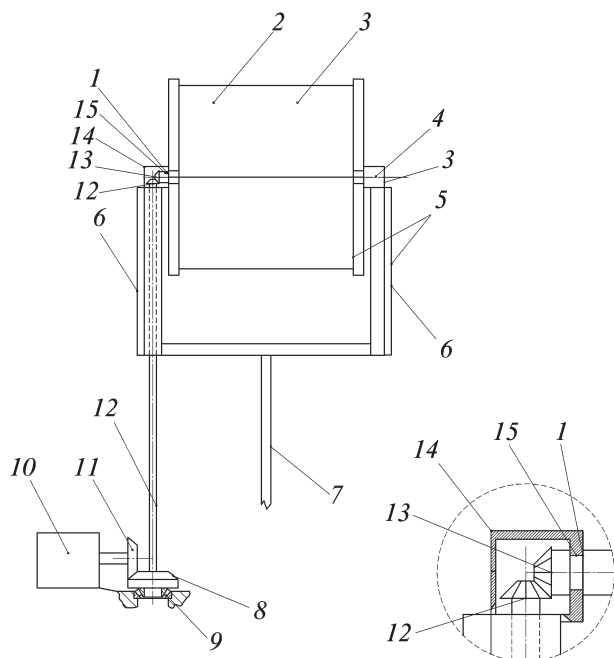


Рис. 6. Механизм поворота шарнирной насадки-рамы в горизонтальной плоскости:

1 – вал; 2 – грань подложконесущей поверхности; 3 – насадка-рама; 4 – втулка; 5 – модули; 6 – схваты тяги; 7 – тяга; 8 – коническая шестерня; 9 – роликовая опора; 10 – привод с шаговым электродвигателем; 11 – выходная коническая шестерня; 12 – шлицевой вал; 13 – коническая шестерня; 14 – откидной затвор; 15 – втулка

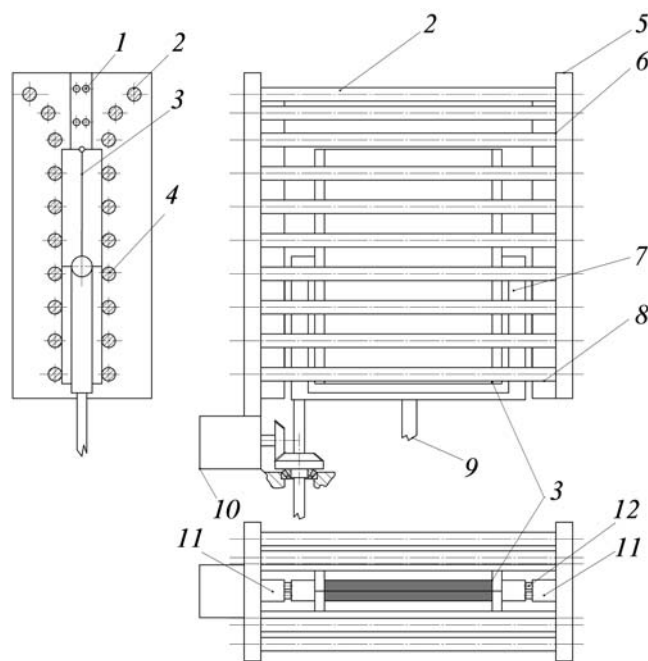


Рис. 7. Модуль рамочного держателя подложек с раскрывающейся подложконесущей поверхностью (насадка-рама в сборе с державкой):

1 – роликовые ряды; 2 – отогнутые усики; 3 – насадка-рама; 4 – опорные ролики; 5 – державка; 6 – вертикальная направляющая; 7 – схваты тяги; 8 – ряд опорных роликов; 9 – тяга; 10 – привод с шаговым электродвигателем; 11 – стабилизатор; 12 – роликовый ряд

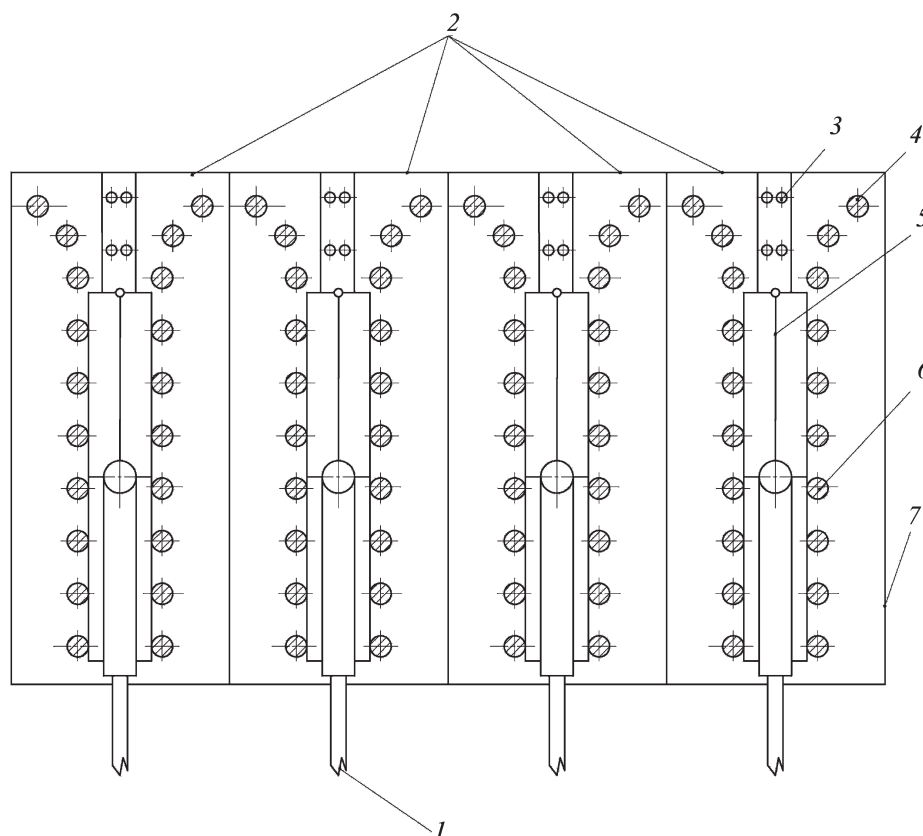


Рис. 8. Общий вид модульного подложкодержателя с насадками-рамами с раскрывающейся и поворотной подложконесущей поверхностью:

1 – тяга; 2 – модули; 3 – роликовые ряды; 4 – отогнутые усики; 5 – насадка-рама; 6 – опорные ролики; 7 – обойма

упругости контура. Линия стабилизации и линия упругости в блоке расположены относительно друг друга под прямым углом. При этом блоки относительно друг друга установлены таким образом, что одноименные линии размещены перпендикулярно друг другу.

Насадка-рама установлена на валу с возможностью поворота относительно горизонтальной оси и соединена тягой с пневмоприводом перемещения. Вал установлен в разнесённых по его концам втулках с возможностью поворота относительно тяги и образует с ними разъёмное соединение. Втулка на приводном конце вала сопрягается с ним по проточке и имеет откидной затвор. Вторая втулка на противоположном конце вала имеет выполненное по его форме полусферическое дно. Два симметричных схвата тяги установлены в стабилизаторах положения тяги. Стабилизаторы выполнены в виде параллельно расположенных роликовых рядов, смонтированных с боковых сторон державки симметрично друг другу.

Для поворота насадки-рамы в модуле обоймы смонтирован привод. Он включает шаговый элект-

родвигатель, шлицевой вал и две конические зубчатые передачи. Шлицевой вал привода поворота проходит внутри одного из схватов тяги, выполненного полым. Нижний конец шлицевого вала заведён в шлицевое отверстие шестерни, по типу ходовой посадки, с возможностью совершения шлицевым валом свободных возвратно-поступательных перемещений. Наличие ходовой посадки обеспечивает возможность совершения шлицевым валом свободных возвратно-поступательных перемещений вслед за передвижениями насадки-рамы. Шестерня со шлицевым отверстием установлена на роликовой опоре. Первая зубчатая передача образована шестерней, установленной на выходном валу электродвигателя, и шестерней, имеющей шлицевое отверстие. Вторая зубчатая передача образована шестерней, неподвижно установленной на верхнем конце шлицевого вала, и конической шестерней, неподвижно установленной на валу насадки-рамы.

К-3. Кинематика процесса нанесения покрытия с использованием подложкодержателей с позиционно-трансформируемыми ПНП. Держатель подложек с раскрывающимися и поворотными в горизонтальной плоскости ПНП работает следующим образом. При поступлении сигнала управления в распределительную систему из магистрали к приводу поступательного перемещения востребованного модуля поступает сжатый воздух. Поршень перемещается в верхнее положение, толкая тягу. Тяга выдвигает насадку-раму из державки. Насадка-рама, перемещаясь по вертикальным направляющим, занимает позицию обработки в направлении по нормали к вектору потока распыляемого материала. Устойчивое состояние насадке-раме в позиции обработки обеспечивают стабилизаторы положения тяги – параллельно расположенные с боковых сторон державки роликовые ряды, смонтированные симметрично друг другу, для установки в них схвата тяги. В процессе выхода шар-

нирной насадки-рамы срабатывает механизм раскрытия ПНП. В параллельном режиме работают разнесённые по боковым сторонам насадки-рамы блоки распорного устройства. На выходе из державки пружины разжимаются, образуя линию упругости и раздвигая связанные с ними противоположные звенья контура. В зависимом от режима их перемещения разворачиваются остальные два звена контура и выдвигаются телескопические рейки, образуя линию стабилизации контура шарнирной насадки-рамы в заданном положении. Плавное раскрытие и последующее сворачивание насадки-рамы обеспечивают опорные ролики, смонтированные на вертикальных направляющих державок обоймы, и профиль направляющих, выходящих из верхней части обоймы отогнутыми усиками. После завершения выхода насадки-рамы в позицию обработки включается привод её поворота относительно горизонтальной оси. При включении электродвигателя получает вращательное перемещение установленная на его выходном валу коническая шестерня, передающая вращательное перемещение конической шестерне, установленной на роликовой опоре. Вместе с шестерней начинает вращаться шлицевой вал. От шлицевого вала вращение получает неподвижно смонтированная на его верхнем конце шестерня и связанная с ней зубчатым зацеплением шестерня, установленная на валу насадки-рамы. Вращательное перемещение насадки-рамы позволяет получать покрытия на требуемых поверхностях подложек. По истечении установленного для получения покрытия времени отключается привод, подаётся сигнал на вход распределителя, в результате чего перемещается золотник. Сжатый воздух из магистрали через распределитель направляется в штоковую полость пневмоцилиндра и перемещает поршень вниз. Насадка-рама опускается по вертикальным направляющим в державку обоймы в позицию ожидания.

Для смены насадки-рамы на приводном конце вала открывается откидной затвор втулки, имеющей верхнее полукольцо, выходящее из проточки на концевой части. Вал освобождается и с насадкой-рамой снимается с тяги.

Сформированная совокупность конструктивных признаков подложкодержателей создает новый эффект, обеспечивающий возможность воздействия технологической среды на все поверхности покрытия подложек [5]. Выполнение ПНП раскрывающейся и поворотной ведет к активному

рассредоточению подложек в вакуумном пространстве, снижает вероятность перекрытия их поверхностей, способствует повышению результативности использования создаваемого потока, источника плазмы. Раскрывающаяся над другими насадками-рамами ПНП занимает большой объём, формируя рыхлую, пригодную для свободного проникновения атомов среду. Каждая подложка в общем потоке движется либо по своей непересекающейся с другими подложками траектории, либо повторяет траекторию предыдущей подложки с определённым промежутком времени. Съёмные, сменные, вращающиеся насадки-рамы делают процесс размещения и фиксации подложек простым и эффективным.

Закключение. Разработанные конструкции подложкодержателей представляют собой комбинацию перспективных признаков, обеспечивающих подложкам маршрутную гибкость и позволяющих трансформировать ПНП, придавая им динамичные свойства непосредственно в рабочей позиции. Данный состав отличительных признаков повышает эффективность технологической среды магнетронных установок.

Библиографические ссылки

1. Агабеков Ю.В., Сутырин А.М., Федотов А.В. Установка для нанесения покрытий с периодической структурой методом магнетронного распыления // Патент России № 2308538. 2006. Бюл. № 30.
2. Мирошникова В.Д., Жданов А.В., Мирошникова Т.Д., Лизюков Е.В., Смолин П.В. Подложкодержатель и установка для нанесения покрытий методом магнетронного распыления на его основе // Патент России № 2437964. 2010. Бюл. № 36.
3. Мирошникова В.Д., Мирошникова Т.Д. Концепция элементарных признаков как основа теории строения складских и накопительных систем с ячеистой структурой // Вестник машиностроения. 2012. № 10. С. 76–81.
4. Мирошникова В.Д., Мирошникова Т.Д. Модели формирования потребительских свойств устройств хранения (накопления) штучных грузов // Производственные технологии и качество продукции: матер. V Междунар. науч.-техн. конф. Владимир, 2003. С. 267–272.
5. Мирошникова В.Д., Шугалов А.В., Мирошникова Т.Д. Основы гибкой маршрутизации подложек в ионно-плазменных технологиях // Электромагнитное поле и материалы: матер. XX Междунар. конф. Национально-исследовательский университет МЭИ. М.: ООО "Альянсинвест", 2012. С. 623–629.

УДК 656.259.12

Е.М. Тарасов, д-р техн. наук, проф.

(Самарская академия государственного и муниципального управления)

smimnauka@yandex.ru

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ИНВАРИАНТНОГО КЛАССИФИКАТОРА СОСТОЯНИЙ РЕЛЬСОВЫХ ЛИНИЙ

Рассмотрены вопросы компенсации возмущений, воздействующих на рельсовые линии, используемые в качестве тракта передачи информации автоматических систем интервального управления движением поездов. Приведены математические модели инвариантного классификатора состояний рельсовых линий в трёх основных классах состояний с использованием матриц A (параметров четырёхполюсников).

Ключевые слова: классификатор состояний, рельсовые линии, проводимость изоляции, инвариантность, основной канал, компенсационный канал, математическая модель, частота, оптимизация параметров.

Questions of the disturbance compensation influencing on the rail lines, which are used in the capacity of section for the information transfers automatic systems of the interval train dispatching are considered. Mathematical models of the invariant classifier for the rail lines conditions in three main state classes through the use of matrixes A (two-port networks parameters) are given.

Key words: state classifier, rail lines, conductivity of isolation, invariance, main channel, compensation channel, mathematical model, frequency, parameters optimization.

Основным устройством систем интервального управления движением поездов является классификатор состояний рельсовой линии, которая является первичным информативным датчиком.

Традиционно отечественные и зарубежные классификаторы состояний рельсовых линий (КСРЛ) [1] строятся с одним источником питания в начале участка контроля и одним приёмником информации на конце контролируемой рельсовой линии (РЛ), т.е. они являются одноканальными системами. Диапазон изменения дестабилизирующих возмущающих воздействий на РЛ (тракт передачи информации) весьма широк. Так один из основных видов возмущений (проводимость изоляции) должен изменяться согласно нормативам в диапазоне 0,02–1,0 См/км. Однако на некоторых участках из-за неудовлетворительного состояния изоляции рельсовых линий этот параметр изменяется в пределах 0,02–10,0 См/км.

Одноканальность существующих систем контроля состояний РЛ и, соответственно, использование информации только одного информативного признака в классификаторе, в условиях высокого уровня возмущений, воздействующих на РЛ участка контроля, может привести к тому, что приёмник принимает неправильное решение и фиксирует состояние "ложной" занятости при фактическом свободном, или "ложной" свободности, при фактически занятом поездом участке контроля.

Поэтому необходимо совершенствование алгоритмов функционирования существующих КСРЛ, когда классификатор должен обеспечивать инвариантность к внешним возмущениям, надёжно фиксировать занятость РЛ, а также их излом.

Успешное решение задачи достижения полной или частичной инвариантности классификации состояния РЛ от возмущений (помехи в РЛ, изменение проводимости изоляции, изменение сопротивлений рельсовых нитей, сопротивления изолирующих стыков и т.д.) возможно с позиций принципов многоканальности, которая предполагает достижение полной или частичной инвариантности полезного сигнала от действующих на него возмущений [2, 3]. Для этого, согласно условиям инвариантности, необходимо организовать как минимум один дополнительный (компенсационный) канал в РЛ.

Использование принципов инвариантности для совершенствования алгоритмов функционирования существующих КСРЛ предполагает применение пространственной многоканальности, т.е., если имеется естественный канал (рельсовая линия с передаточной функцией $W_{ij}^1(p)$), по которому внешнее возмущение $g_i(t)$ действует на выходной сигнал U_2 , то должен существовать другой канал с передаточной функцией $W_{ij}^2(p)$, через который поступало бы компенсирующее воздействие такого же значения, но другого знака [4].

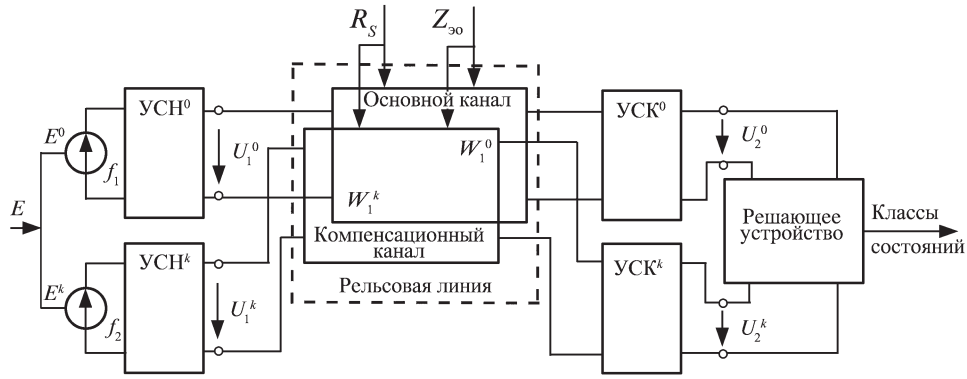


Рис. 1. Структурная схема инвариантной системы автоматической классификации состояний рельсовых линий:

$УСН^0, УСН^k$ – устройства согласования аппаратуры питания с рельсовой линией основного и компенсационного каналов; $УСК^0, УСК^k$ – устройства согласования классификатора состояний с рельсовой линией основного и компенсационного каналов; g – основной возмущающий параметр (проводимость изоляции); $R_S, Z_{эо}$ – воздействие поезда и излома рельсовой линии; W_1^0, W_1^k – передаточные функции по напряжению рельсовой линии основного W_1^0 и компенсационного W_1^k каналов; U_1^0, U_1^k – напряжение на входе основного и компенсационного каналов; U_2^0, U_2^k – напряжение на первом и втором входах решающего устройства; E^0, E^k – источники напряжения основного канала с частотой f_1 и компенсационного канала с частотой f_2 ; E – первичный источник напряжения

На рис. 1. представлена структурная схема инвариантной системы автоматической классификации состояний рельсовых линий.

Для получения оптимальных параметров элементов, по условию достоверного распознавания состояний РЛ, при синтезе схемы инвариантного классификатора и определения возможностей классификатора с различными уравнениями преобразования решающего устройства, необходимо разработать математическую модель инвариантного КСРЛ в различных классах состояний рельсовых линий.

Для получения математической модели инвариантного КСРЛ представим схему замещения устройства контроля состояний в виде схемы, представленной на рис. 2.

Связь выходного напряжения i -го канала U_2^i с входным U_1^i , выраженная через параметры многополюсника обобщённой схемы замещения РЛ $[A_{11}, A_{12}, A_{21}, A_{22}]$, описывается системой

$$\begin{cases} U_1^i = A_{11}^i U_2^i + A_{12}^i I_2^i, \\ I_1^i = A_{21}^i U_2^i + A_{22}^i I_2^i, \\ U_1^i = E^i - I_1^i Z_0^i, \end{cases} \quad (1)$$

где i – номер канала.

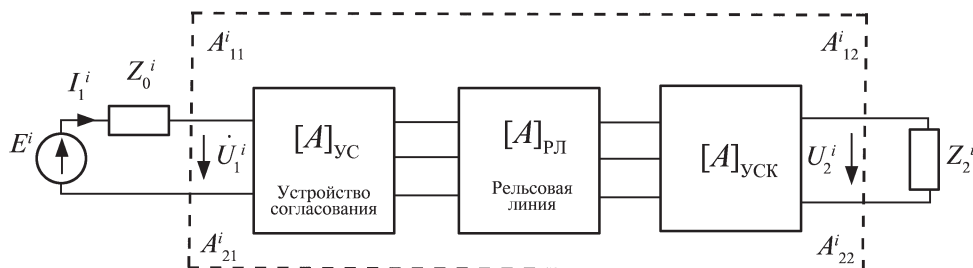


Рис. 2. Схема замещения одного канала многоканального классификатора состояний рельсовых линий

Решив систему (1), относительно U_2^i , получим математическую модель выходного напряжения i -го канала инвариантного многоканального КСРЛ:

$$U_2^i = \frac{E^i Z_2^i}{Z_0^i (A_{21}^i Z_2^i + A_{22}^i) + A_{11}^i Z_2^i + A_{12}^i}, \quad (2)$$

$$i = 1, 2, \dots, n,$$

где n – количество каналов.

В общем случае разностное уравнение преобразования в решающем устройстве двухканального инвариантного классификатора состояний с частотным разделением каналов имеет вид

$$U_2^1(\omega_1) - U_2^2(\omega_2) = U_2, \quad (3)$$

где $U_2^1(\omega_1)$ – комплексное значение напряжения на выходе основного канала на частоте ω_1 ; $U_2^2(\omega_2)$ – комплексное значение напряжения на выходе компенсационного канала на частоте ω_2 .

Подставив в (3) выражение (2), получим развернутое разностное уравнение преобразования двухканального инвариантного КСРЛ

$$\frac{E^0 \underline{Z}_2^0}{\underline{Z}_0^0 (A_{21}^0 \underline{Z}_2^0 + A_{22}^0) + A_{11}^0 \underline{Z}_2^0 + A_{12}^0} - \frac{E^k \underline{Z}_2^k}{\underline{Z}_0^k (A_{21}^k \underline{Z}_2^k + A_{22}^k) + A_{11}^k \underline{Z}_2^k + A_{12}^k} = U_2, \quad (4)$$

где $[A_{11}^0, A_{12}^0, A_{21}^0, A_{22}^0]$ – коэффициенты матрицы многополюсника обобщённой схемы (см. рис. 2) основного канала; $[A_{11}^k, A_{12}^k, A_{21}^k, A_{22}^k]$ – коэффициенты матрицы многополюсника обобщённой схемы компенсационного канала; \underline{Z}_0 – комплексный двухполюсник, замещающий аппаратуру ограничения тока источника питания; \underline{Z}_2 – комплексный двухполюсник, замещающий нагрузку рельсовой линии, являющийся входным импедансом решающего устройства классификатора.

На основе сформированных принципов предложенного способа обеспечения инвариантности и допущений сформируем математические модели инвариантного КСРЛ в свободном, занятом и неисправном состояниях РЛ.

Из уравнения (4) с учётом матриц $[A]_0^N$ параметров РЛ [5], математическая модель инвариантного КСРЛ, с разностным уравнением преобразования, в классе свободного состояния РЛ имеет вид

$$\frac{E^0 \underline{Z}_2^0}{\underline{Z}_0^0 (A_{21N}^0 \underline{Z}_2^0 + A_{22N}^0) + A_{11N}^0 + A_{12N}^0} - \frac{E^k \underline{Z}_2^k}{\underline{Z}_0^k (A_{21N}^k \underline{Z}_2^k + A_{22N}^k) + A_{11N}^k + A_{12N}^k} = U_{2N}. \quad (5)$$

Из уравнения (4) с учётом матриц $[A]_0^S$ параметров РЛ [5], математическая модель инвариантного КСРЛ, с разностным уравнением преобразования, в классе занятого состояния РЛ имеет вид

$$\frac{E^0 \underline{Z}_2^0}{\underline{Z}_0^0 (A_{21S}^0 \underline{Z}_2^0 + A_{22S}^0) + A_{11S}^0 + A_{12S}^0} - \frac{E^k \underline{Z}_2^k}{\underline{Z}_0^k (A_{21S}^k \underline{Z}_2^k + A_{22S}^k) + A_{11S}^k + A_{12S}^k} = U_{2S}, \quad (6)$$

где

$$A_{11S} = A_{(l-x)} A_x + B_{(l-x)} \frac{1}{R_S} A_x C_x,$$

$$A_{12S} = A_{(l-x)} B_x + B_{(l-x)} \frac{1}{R_S} B_x D_x,$$

$$A_{21S} = C_{(l-x)} A_x + D_{(l-x)} \frac{1}{R_S} A_x C_x,$$

$$A_{22S} = C_{(l-x)} B_x + D_{(l-x)} \frac{1}{R_S} B_x D_x.$$

Из уравнения (4) с учётом матрицы $[A]_0^N$ параметров РЛ [5], математическая модель инвариантного КСРЛ, с разностным уравнением преобразования, в классе неисправного состояния РЛ имеет вид

$$\frac{E^0 \underline{Z}_2^0}{\underline{Z}_0^0 (A_{21K}^0 \underline{Z}_2^0 + A_{22K}^0) + A_{11K}^0 + A_{12K}^0} - \frac{E^k \underline{Z}_2^k}{\underline{Z}_0^k (A_{21K}^k \underline{Z}_2^k + A_{22K}^k) + A_{11K}^k + A_{12K}^k} = U_{2K}, \quad (7)$$

где

$$A_{11K} = A_{(l-x)} (A_{\dot{y}} A_x + B_{\dot{y}} C_x) + B_{(l-x)} (C_{\dot{y}} A_x + D_{\dot{y}} C_x),$$

$$A_{12K} = A_{(l-x)} (A_{\dot{y}} B_x + B_{\dot{y}} D_x) + B_{(l-x)} (C_{\dot{y}} B_x + D_{\dot{y}} D_x),$$

$$A_{21K} = C_{(l-x)} (A_{\dot{y}} A_x + B_{\dot{y}} C_x) + D_{(l-x)} (C_{\dot{y}} A_x + D_{\dot{y}} C_x),$$

$$A_{22K} = C_{(l-x)} (A_{\dot{y}} B_x + B_{\dot{y}} D_x) + D_{(l-x)} (C_{\dot{y}} B_x + D_{\dot{y}} D_x).$$

Таким образом, математические модели (5)–(7) позволяют исследовать возможности компенсации возмущений, а также определить оптимальные значения частот каналов, параметры компонент схем инвариантного классификатора состояний РЛ.

С использованием разработанных математических моделей с разностным уравнением преобразования (РУ) сформирован алгоритм синтеза многоканального классификатора с использованием метода оптимизации Хука–Дживса, позволивший определить оптимальную частоту компенсирующего канала, величины согласующих элементов по концам РЛ, а также проведена оценка инвариантных возможностей многоканального КСРЛ. Оказалось, что оптимальной частотой компенсационного канала из набора предложенных является $f^k = 50$ Гц, при $f^0 = 25$ Гц и длинах РЛ от 1,0 до 2,5 км. Кроме того обеспечивается инвариантность в диапазоне изменения максимальной проводимости изоляции от 10,0 до 0,02 См/км при нормальном функционировании существующих классификаторов лишь до 1,0 См/км.

Библиографические ссылки

1. Брылеев А.М., Кравцов Ю.А., Шишляков А.В. Теория, устройство и работа рельсовых цепей. М.: Транспорт, 1978. 344 с.
2. Тарасов Е.М. Принцип многоканальности в задачах классификации состояний рельсовых линий // Известия Транссиба. Омск: ОмГУПС, 2010. № 4 (4). С. 111–116.
3. Тарасов Е.М., Моисеев Е.Г. Квазиинвариантная система компенсации координатных возмущений в длинных линиях // Вестник Самарского муниципального института управления. Самара: СМИУ, 2009. № 11. С. 47–55.
4. Тарасов Е.М., Белоногов А.С. Способ контроля состояния рельсовой линии // Патент РФ № 2173276. 2001. Бюл. № 25.
5. Тарасов Е.М. Матрица параметров несимметричной трёхпроводной рельсовой линии // Вестник Самарского муниципального института управления. Самара: СМИУ, 2010. № 4 (15). С. 95–103.

УДК 621.744+621.778.2

Г.И. Прокофьев, д-р техн. наук, проф., М.В. Щемелёв
(Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет)

mikhail.schemelev@gmail.com

СИНТЕЗ ТРАЕКТОРИЙ АРМИРОВАНИЯ АНИЗОТРОПНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КОМПОЗИТОВ

Обоснована необходимость синтеза траектории укладки компонентов армирующих лент на гладкой поверхности выкладки с заданным отклонением траектории от геодезической. Введена мера отклонения траекторий от геодезических. Предложены модель и алгоритмы синтеза траектории укладки армирующих компонентов лент на гладкой поверхности выкладки, проходящей через заданные точки поверхности с заданными в них направлением и отклонением траектории. Сформулированы требования к среде автоматизации синтеза траекторий укладки.

Ключевые слова: эффективные оптимальные анизотропные конструкции, композиционные материалы, схемы армирования, траектории укладки, поверхность выкладки, геодезические кривые, угол отклонения нормалей, модель и алгоритмы синтеза траектории укладки, среда автоматизации.

The trajectory synthesis necessity of the reinforcing tapes components laying on a laying-out smooth surface with the specified trajectory deviation from the geodesic is substantiated. The trajectories deviation measure from the geodesic is entered. The model and synthesis algorithms of the laying trajectory of reinforcing tapes components on a laying-out smooth surface passing through the surface specified points with the specified in them trajectory direction and deviation are offered. Requirements to the environment of the laying trajectories synthesis automation are formulated.

Key words: effective optimum anisotropic designs, composite materials, reinforcing schemes, laying trajectory, laying-out surface, geodesic curves, normal deviation angle, laying trajectory model and synthesis algorithms, automation environment.

При производстве ответственных анизотропных конструкций из композиционных материалов в качестве одной из основных технологических операций используется укладка пропитанных связующими материалами несвязанных армирующих лент на формообразующую поверхность (поверхность выкладки) вдоль заданных траекторий армирования. Операции укладки содержат все технологии, реализующие заданные схемы армирования конструкций (в частности автоматизированные технологии намотки и выкладки).

Технология намотки принципиально отличается от технологии выкладки тем, что при намотке используются геодезические и близкие к ним "выпуклые" траектории армирования и армирующие ленты практически бесконечной длины, а армирующий материал имеет значительные силы натяжения, что позволяет фиксировать натянутую ленту на замкнутой поверхности выкладки без фиксирующих устройств. Существующие промышленные технологии автоматизированной выкладки используют циклическую послойную укладку коротких лент вдоль заданных траекторий на незамкнутую поверхность вы-

кладки без зазора и нахлёста (встык). В обеих технологиях для достижения необходимой производительности процессов укладки материалов используются ленты определённой ширины. При этом армирующий материал лент представляет собой совокупность несвязанных между собой жгутов или нитей (армирующих компонентов) сформированных в ленту конечной (постоянной) ширины и толщины, способных независимо друг от друга подаваться в зону их укладки [1].

В ответственных оптимальных конструкциях с жёсткими требованиями к их характеристикам одним из эффективных параметров оптимизации является схема их армирования, что обуславливает необходимость синтеза соответствующих траекторий укладки и внутренней структуры анизотропных конструкций. Эффективными являются оптимальные конструкции, интегрирующие множество компонентов различных геометрических форм и повышающие тактико-технические характеристики изделий, в которых они применяются. Ими, как правило, являются конструкции с гладкими поверхностями двойной кривизны и широким диапа-

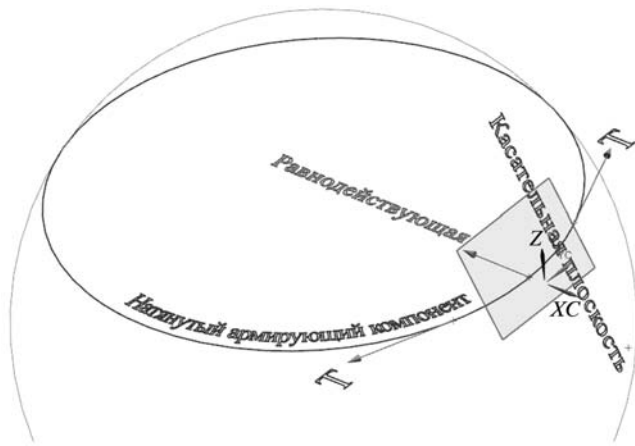


Рис. 1. Действие сил T натянутого компонента ленты на наклонную поверхность

зоном изменения радиуса кривизны поверхностей. Для таких конструкций требуемые траектории армирования могут и должны отличаться от геодезических.

Проблемы укладки. Одной из проблем автоматизированной укладки лент на поверхность выкладки двойной кривизны является фиксация армирующих компонентов на заданных траекториях армирования [2]. Проблема фиксации обусловлена тем, что натянутые армирующие компоненты ленты при выкладке на поверхность вдоль траекторий выкладки, геодезическая кривизна которых не равна нулю, имеют результирующие векторы сил, стремящиеся сместить армирующие компоненты с заданных траекторий укладки (рис. 1).

Им противодействуют силы трения и сцепления связующего материала с поверхностью выкладки. Если при укладке армирующей ленты силы смещения армирующих компонентов с траектории выкладки больше противодействующих сил, то некоторые или все армирующие компоненты "уходят" с заданных траекторий выкладки на более "устойчивые" траектории (достигается их равновесное состояние) или "уходят" с поверхности выкладки, если равновесное состояние не находится. При этом фактическое положение материала на поверхности выкладки и в геометрической модели внутренней структуры армирования конструкции остаётся неопределённым. Такая ситуация недопустима при изготовлении ответственных конструкций. Отмеченная проблема на практике решается преимущественно:

с использованием геодезических траекторий выкладки и траекторий, близких к ним;

уменьшением сил натяжения армирующего материала в зоне укладки;

с использованием устройств фиксации материала на траекториях выкладки.

При укладке армирующих компонентов на поверхность выкладки вдоль геодезических траекторий армирующим компонентам можно задавать силы натяжения. Это не приводит к "уходу" их с траектории укладки и может быть использовано при управлении свойствами и оптимизации конструкций. Поэтому в технологии намотки используются геодезические и близкие к ним траектории армирования. Аналогичные явления происходят и в технологии автоматизированной выкладки при использовании натянутых компонентов армирующих лент. Поэтому требование близости траекторий укладки к геодезическим траекториям ограничивает ширину армирующих лент намоточных и выкладочных машин, а также слоёв, выложенных офсетными лентами на поверхности выкладки, и их производительность.

При малых силах сцепления связующего материала с поверхностью выкладки при автоматизированной выкладке ("мокрая" лента для реактопластов) не удаётся уменьшить в зоне укладки значение сил натяжения армирующих компонентов ленты до нуля вследствие необходимости подачи их из накопителей [2]. Поэтому выкладка лент по произвольным траекториям укладки с помощью уменьшения сил натяжения до нуля трудноосуществима.

Устройства фиксации материала на траекториях выкладки основаны либо на прижатии материала ленты к поверхности (создании дополнительных сил трения в некоторой совокупности точек траектории выкладки и получения фактической аппроксимированной траектории укладки), либо на изменении свойств сцепления связующего материала в зоне его укладки (быстрый разогрев и остывание зоны выкладки термопластов). Использование устройств фиксации значительно усложняет рабочий орган выкладочных машин, снижает их производительность в режиме работы прижима для фиксации ленты на траектории укладки или требует применения термопластичного связующего материала. В любом случае при использовании фиксирующего элемента для укладки материала на не геодезическую траекторию выкладки фактическая траектория укладки отличается от расчётной траектории.

Геодезические траектории укладки "широких" лент армирующего материала используется в технологиях намотки и выкладки конструкций с развёртывающимися на плоскость (цилиндрическими) поверхностями. На поверхностях с ненулевой гауссовой (двойной) кривизной укладка лент конечной ширины вдоль геодезических траекторий вызывает

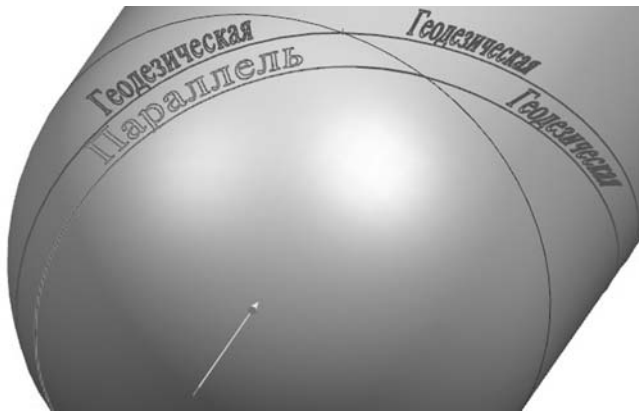


Рис. 2. Траектории укладки в намотке

практические трудности, заключающиеся в "уходе" части компонентов (жгутов, нитей) широкой ленты с заданных траекторий. В простейшем примере укладки ленты постоянной ширины на поверхность выкладки цилиндрического баллона со сферическими днищами (рис. 2) геодезическая траектория укладки армирующего компонента ленты с цилиндрической поверхности (винтовой линии) переходит на сферическую поверхность в дугу большого круга (геодезическую линию). При этом другие армирующие компоненты ленты, укладываемые на цилиндре вдоль геодезических (винтовых) линий, переходят на сферу и укладываются вдоль эквидистантных кривых (параллелей), одинаково удалённые от большого круга. Чем дальше армирующий компонент удалён от среднего компонента ленты, тем больше его траектория укладки отличается от геодезической и тем лучше условия его "ухода" с траектории укладки. Теоретически это объясняется тем, что траектории укладки компонентов ленты на поверхности двойной кривизны (эквидистантные траектории) не являются геодезическими кривыми.

Также следует отметить, что при программировании траекторий укладки (даже в технологии намотки) приходится отклоняться от укладки среднего армирующего компонента ленты вдоль геодезической в силу ряда причин. Например, при наличии полюсного отверстия на сферическом днишке наматываемого баллона, а также при укладке материала на поверхность с переменным радиусом кривизны в намотке и выкладке приходится использовать отличные от геодезических траектории армирования, что является дополнительным условием способствующим "уходу" армирующего материала с расчётных траекторий армирования.

Из отмеченного выше следует, что актуальным является анализ и синтез траекторий укладки ар-

мирующих компонентов ленты на поверхностях выкладки, для которых "уход" армирующих компонентов под действием сил их натяжения невозможен. При этом в первую очередь необходимо дать практическую оценку траектории укладки, обеспечивающей устойчивое положение армирующих компонентов ленты на траекториях укладки.

Модели траекторий укладки. Поверхности выкладки двойной кривизны можно аппроксимировать совокупностью гладко сопряжённых сферических поверхностей, как наиболее простых для анализа. Тогда можно предположить, что поведение армирующего компонента на траектории укладки гладкой поверхности двойной кривизны эквивалентно таковому на траектории укладки её части — сферической поверхности. Для поверхности выкладки (шара) геодезической линией является дуга большого круга (экватор), а эквидистантными к ней кривыми параллели (рис. 3). Одним из свойств геодезической кривой является совпадение главных нормалей к кривой и нормалей к поверхности в общих точках кривой и поверхности (угол между нормалью к кривой и нормалью к поверхности равен нулю) [3]. Для эквидистанты к экватору (параллели) угол между нормалью к поверхности и кривой равен широте параллели. Следовательно, компоненты ленты постоянной ширины, выложенной вдоль параллелей, будут подвержены разным силам смещения с траектории выкладки. Условия устойчивого положения компонентов ленты на траекториях укладки будут ухудшаться от экватора к полюсу. Экспериментально можно определить широту параллели, на которой компонент ленты (например, нить, принадлежащая этой параллели) начнёт смещаться под действием силы её натяжения

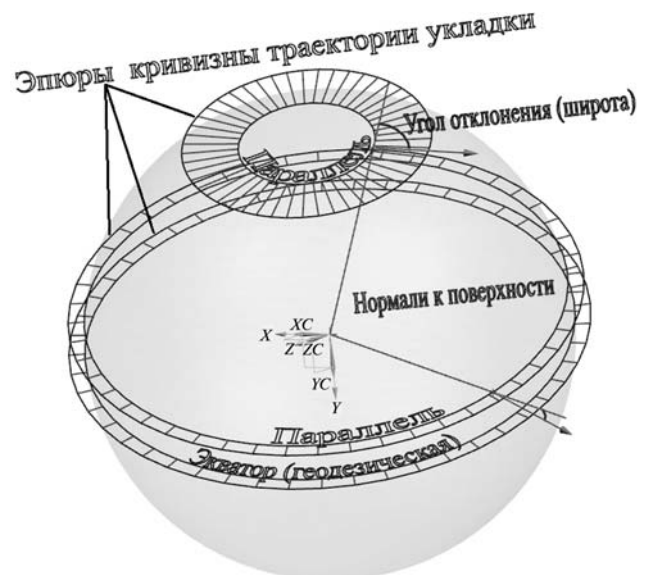


Рис. 3. Углы между нормальными

при определённых свойствах поверхности выкладки и связующего материала (назовём его критическим углом). Тогда можно утверждать, что при определённых свойствах поверхности выкладки, связующего и армирующего материала армирующий компонент ленты не "уйдёт" с заданной траектории укладки, для которой в любой её точке угол между нормальными к траектории укладки и поверхности выкладки не превысит критический угол. Следовательно, для синтеза траекторий укладки, соответствующих заданным схемам армирования, необходимо синтезировать траектории укладки с углом между нормальными к кривой и поверхности не больше критического.

Схема армирования конструкции может быть задана конструктором различными способами с определённой степенью точности [4]. Также она может быть преобразована для решения задач технологического проектирования процессов формообразования конструкции. В конечном итоге, каждая траектория укладки армирующего компонента ленты может быть задана совокупностью точек текущей поверхности выкладки, с заданными в них направлениями армирования (касательными к искомой траектории укладки) (рис. 4). Тогда задача синтеза траекторий укладки заключается в синтезе гладкой кривой, принадлежащей текущей поверхности выкладки и проходящей через заданные на ней точки, для которой углы между нормальными к кривой и по-

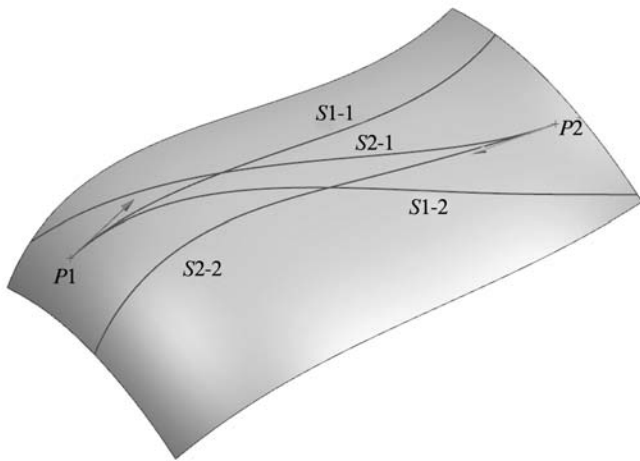


Рис. 4. Задание двух точек укладки на произвольной гладкой поверхности:

P_1 — первая точка; P_2 — вторая точка; $S1-1$ — кривая, выпущенная из точки P_1 в направлении касательной с положительным углом отклонения нормалей; $S2-1$ — кривая, выпущенная из точки P_2 в направлении касательной с положительным углом отклонения нормалей; $S1-2$ — кривая, выпущенная из точки P_1 в направлении касательной с отрицательным углом отклонения нормалей; $S2-2$ — кривая, выпущенная из точки P_2 в направлении касательной с отрицательным углом отклонения нормалей

верхности во всех точках кривой не превышали бы критического, а касательные к синтезируемой кривой в заданных точках поверхности совпадали бы с заданными касательными.

Известно уравнение геодезической линии, проходящей через заданную точку поверхности в заданном направлении. Вопрос о существовании геодезической, проходящей через две точки поверхности, требует специальных исследований [5], использующих аналитическое описание поверхности. Также известны методы синтеза геодезических траекторий с использованием поиска проходящих между двумя точками кратчайших кривых и численных методов решения [6]. В задачах автоматизированного проектирования схем армирования и технологической подготовки процессов формообразования форма поверхностей конструкции и текущих поверхностей выкладки определена геометрическим моделированием используемой САПР конструктора или технолога и, как правило, её аналитическое описание недоступно пользователю. Уравнение геодезической кривой и численные методы её синтеза позволяют синтезировать только кривые на поверхности с критическим углом, равным нулю (геодезические), и с касательными, которые не заданы в соединяемых ими точках поверхности. Поэтому интерес представляет постановка и решение задачи синтеза "устойчивых" траекторий укладки при автоматизированной технологической подготовке процесса формообразования с использованием открытых конструкторско-технологических САПР.

Пусть в САПР задана произвольная гладкая поверхность, на которой даны две точки и направления укладки армирующего компонента (см. рис. 4). Необходимо синтезировать траекторию укладки, для которой угол между нормальными к кривой и поверхности не больше заданного. Произвольное задание поверхности заключается в её разновидности: от плоскости до поверхности двойной знакопеременной кривизны.

Рассмотрим частный случай синтеза искомой кривой — для плоскости (рис. 5). Имеются две точки P_1 и P_2 , в которых заданы касательные t_1 и t_2 к искомой кривой укладки. Очевидно, что нормали в любой точке плоскости перпендикулярны плоскости, а нормали к кривым, принадлежащим плоскости, лежат в плоскости. Они могут совпасть лишь в одном случае — когда кривая на плоскости является прямой линией, кривизна которой равна нулю, а радиус кривизны бесконечно велик. Для всех других кривых угол между нормальными является прямым, а кривые не являются геодезическими.

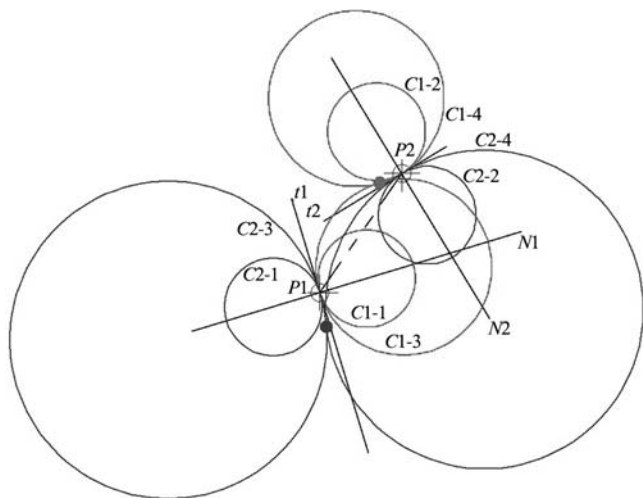


Рис. 5. Построение сопрягаемых окружностей и касательных:

$P1$ – первая точка плоскости; $P2$ – вторая точка плоскости; $t1$ – касательная к искомой кривой в точке $P1$; $t2$ – касательная к искомой кривой в точке $P2$; $N1$ – нормаль к искомой кривой в точке $P1$; $N2$ – нормаль к искомой кривой в точке $P2$; $C1-1$ – окружность заданного радиуса, касательная к $t1$ справа в точке $P1$; $C1-2$ – окружность того же, что и $C1-1$ радиуса, касательная к $t2$ справа в точке $P2$; $C1-3$ – окружность заданного радиуса, касательная к $t1$ слева в точке $P1$; $C1-4$ – окружность того же, что и $C1-3$ радиуса, касательная к $t2$ слева в точке $P2$; $C2-3$ – окружность, касающаяся окружности $C1-4$; $C2-4$ – окружность, касающаяся окружности $C1-3$.

В этом случае можно определить кривую укладки с заданными направлениями (касательными) укладки на её концах, для всех точек которой радиус кривизны будет не менее заданного (критический радиус, может определяться экспериментально). Очевидно, что такими кривыми является совокупность гладко сопрягаемых дуг окружностей $C1$ и $C2$ (радиус кривизны вдоль дуги не изменяется), а их центры лежат соответственно на нормалях $N1$ и $N2$ к касательным, заданных в точках $P1$ и $P2$. Тогда поиск кривой укладки сводится к поиску гладко сопрягающихся двух дуг окружностей с одинаковым по величине радиусом, значение которого не меньше критического. Очевидно, что гладко сопрягаться могут пары окружностей $C1-3$, $C1-4$ или $C2-3$, $C2-4$ или пары окружностей и касательных $C1-1$, $t2$ или $C2-4$, $t1$ (см. рис. 5).

При сопряжении соответствующих окружностей и касательных можно получить две траектории укладки, каждая из которых содержит гладко сопрягающиеся дуги окружности и отрезки касательных (рис. 6). При этом на отрезках касательных радиус кривизны бесконечно большой, а дуги имеют радиус соответствующих окружностей (в точке сопряжения происходит скачок значения радиуса кривизны). Если заданный радиус траектории укладки меньше радиуса кривизны дуг окружностей, то решение задачи есть (два или одно), в противном случае решение задачи синтеза не существует. Аналогично при гладком сопряжении дуг окружностей можно получить одно-два решения или не получить его.

При сопряжении дуг окружностей радиус кривизны кривой укладки несколько больше по отношению к сопряжению окружностей и касательных. При этом траектория укладки имеет одинаковое значение радиуса кривизны, а в точке сопряжения окружностей имеет перегиб и скачок знака радиуса кривизны.

Аналогичная ситуация возникает при синтезе траектории укладки на не плоской поверхности выкладки. Отличие заключается лишь в том, что построение гладко сопрягающихся окружностей с радиусом больше заданного заменяется синтезом принадлежащих поверхности выкладки плавно сопрягающихся кривых, исходящих из точек $P1$ и $P2$ в направлениях касательных в них, со значением угла между нормалями к траекториям укладки и поверхности выкладки не больше заданного. При этом в направлении касательных выпускаются кривые

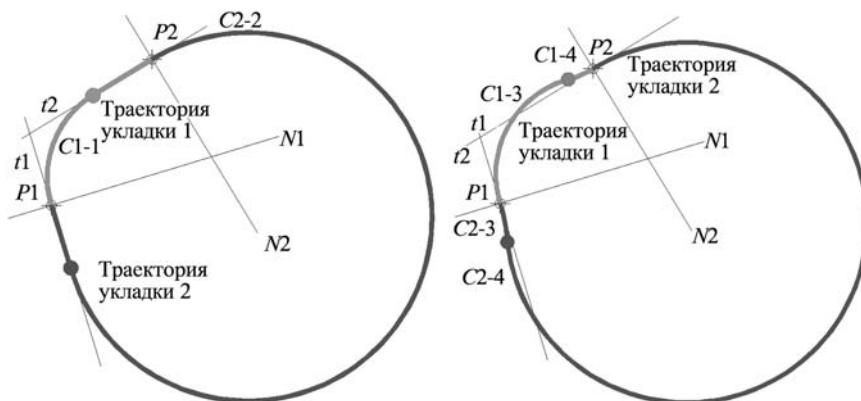


Рис. 6. Синтез траектории укладки при гладком сопряжении окружностей и касательных (слева) и окружностей (справа):

$t1$ – касательная в точке $P1$ плоскости; $t2$ – касательная в точке $P2$ плоскости; $C1-1$ – дуга окружности, касательная $t1$ в точке $P1$ и $t2$; $C2-2$ – дуга окружности, касательная $t2$ в точке $P2$ и $t1$; $C1-3$ – дуга окружности, касательная дуге окружности $C1-4$; $C2-3$ – дуга окружности, касательная дуге окружности $C2-4$; $N1$ – нормаль к касательной $t1$ в точке $P1$; $N2$ – нормаль к касательной $t2$ в точке $P2$.

(соответственно $S1-1$ и $S1-2$, $S2-1$ и $S2-2$) с углами отклонения нормали к кривой от нормали к поверхности (далее – угол отклонения) разного знака, а вместо дуг окружностей синтезируются трёхмерные гладкие сплайны, принадлежащие поверхности выкладки (см. рис. 4). Положение кривой сплайна на поверхности определяется заданным углом отклонения и формой поверхности, которое, в общем случае, трудно предсказать и нужно синтезировать.

Для аппроксимированной поверхностью шара реальной поверхности можно оценить поведение сплайна (рис. 7).

На поверхности шара кривыми с постоянным значением угла отклонения являются параллели с соответствующей широтой. Следовательно, для точки на поверхности с заданными направлением укладки и значением максимального угла отклонения можно построить две удовлетворяющие этим условиям кривые. Это два плоских сечения шара, проходящих через заданную точку и имеющих одинаковый радиус, равный радиусу параллели, соответствующей широте заданного угла отклонения. Любое сечение, проходящее через заданную точку и имеющее больший радиус, имеет меньший угол рассогласования между нормальными. Для второй точки на поверхности с заданным направлением укладки, получим аналогичную картину.

Точки $P1$ и $P2$ траектории укладки на поверхности шара имеют направления армирования, заданные касательными, нормальная проекция которых на поверхность совпадает с соответствующими геодезическими кривыми "Геодезическая $P1$ " и "Геодезическая $P2$ ". Кривыми, проходящими через точки $P1$ и $P2$ с заданным углом отклонения, являются соответственно кривые $P1-1$, $P1-2$ и $P2-1$, $P2-2$ сечений поверхности шара плоскостями с радиусами, соответствующими заданным углам отклонения.

Для выбранного на рис. 7 (слева) расположения точек, направлений укладки в них и заданного угла отклонения следует, что точка $P2$ принадлежит сектору, покрываемому семейством кривых сечений с углом отклонения от "Геодезической $P1$ " не более чем на заданный угол. Точка $P1$ не принадлежит

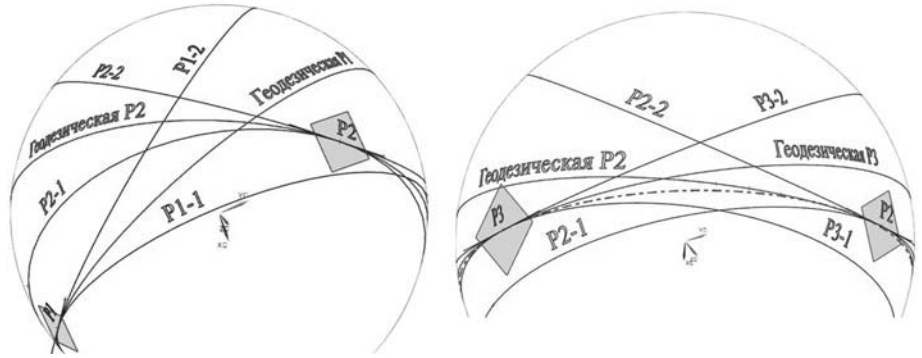


Рис. 7. Точки и кривые на сфере:

$P1$ – первая точка поверхности; $P2$ – вторая точка поверхности; $P3$ – третья точка поверхности; $P1-1$ – сечение поверхности шара плоскостью, проходящей через касательную к геодезической в точке $P1$, имеющее положительный угол между нормальными; $P1-2$ – сечение поверхности шара плоскостью, проходящей через касательную к геодезической в точке $P1$, имеющее отрицательный угол между нормальными; $P2-1$ – сечение поверхности шара плоскостью, проходящей через касательную к геодезической в точке $P2$, имеющее положительный угол между нормальными; $P2-2$ – сечение поверхности шара плоскостью, проходящей через касательную к геодезической в точке $P2$, имеющее отрицательный угол между нормальными; $P3-1$ – сечение поверхности шара плоскостью, проходящей через касательную к геодезической в точке $P3$, имеющее положительный угол между нормальными; $P3-2$ – сечение поверхности шара плоскостью, проходящей через касательную к геодезической в точке $P3$, имеющее отрицательный угол между нормальными

аналогичному сектору семейства кривых с тем же углом отклонения от "Геодезической $P2$ ". Из этого следует, что из точки $P1$ может быть построена в заданном в ней направлении укладки кривая, проходящая через точку $P2$ с углом отклонения не более заданного. И, наоборот: из точки $P2$ не может быть построена в заданном в ней направлении укладки кривая, проходящая через точку $P1$ с углом отклонения не более заданного. Поэтому траектория укладки, построенная в заданном направлении армирования в обеих точках с углом отклонения не более заданного, может быть синтезирована при условии нахождения соединяемых траекторией точек в секторах покрытия их отмеченным выше семействами траекторий.

Из рис. 7 (справа) следует, что точки $P3$ и $P2$ можно соединить искомой траекторией укладки, получаемой поворотом не пересекаемых геодезическими кривыми плоскостей сечений $P3-1$ и $P2-1$ вокруг касательных в точках $P3$ и $P2$ в сторону их сближения с кривыми "Геодезическая $P2$ " и "Геодезическая $P3$ " до их гладкого касания. При этом траектория укладки будет представлять собой две гладко сопряжённые плоские дуги разного радиуса (параллели и экватора шара) и соответственно разных значений углов отклонения (штрихпунктирная кривая, рис. 7, справа). Это условие возможности синтеза траекторий укладки справедливо для синтеза траекторий укладки между двумя заданными точ-

ками на произвольной гладкой поверхности (аппроксимированной совокупностью поверхностей шаров). Очевидно, что на поверхности шара, ограниченной кривыми сечений $P2-1$, $P2-2$, $P3-1$, $P3-2$, можно искать не плоскую траекторию укладки, для которой углы отклонения не будут превышать заданных и/или будут постоянны.

Алгоритм синтеза траектории. Предлагаемый алгоритм синтеза траектории укладки с заданными углами отклонения нормалей является модификацией алгоритма построения геодезических кривых, сущность которого заключается в последовательном поиске всех её точек. В качестве начальных данных задаются: стартовая точка на поверхности, направление и величина шага, выражающаяся в мере длины (определяет точность построения). Каждый шаг построения предполагает повторение нескольких однотипных действий (этапов построения) относительно рассматриваемой (рабочей) точки. На первом шаге построения рабочая точка и направление движения определяются из начальных данных.

Шаг построения включает в себя следующие этапы:

1. В заданной рабочей точке находится касательная плоскость к поверхности.
2. В касательной плоскости в направлении армирования строится отрезок (вектор) заданной для шага длины.
3. Конечная точка отрезка проецируется на поверхность в направлении нормали к поверхности. Эта точка запоминается и является одной из точек геодезической траектории.
4. Из имеющихся точек строится кривая на поверхности. Последняя точка кривой устанавливается рабочей точкой для следующего шага, а направление касательной к кривой в этой точке принимается за направление движения для следующего шага.

На этапе 4 поиск точек кривой, близкой к геодезической, ведется до достижения некоторого условия останова, например достижения кривой края поверхности или заданной длины. В этом алгоритме малое отклонение углов нормалей обеспечивается малой величиной отрезка для шага на этапе 2 и проецированием конечной точки на поверхность в направлении нормали к поверхности.

Описанный выше алгоритм используется для построения вспомогательных сплайнов, для которых осуществляется поиск гладкого сопряжения. При этом в алгоритм вносятся следующие изменения:

после построения вектора шага (этап 2) происходит поворот этого вектора (вектора направления) в касательной плоскости на заданную величину угла;

после построения кривой на этапе 4 кривая оценивается на предмет превышения максимального угла отклонения между нормальными. Если отклонения углов нормалей к кривой и поверхности при движении вдоль кривой не превышают заданного, то полученная точка на поверхности принимается и запоминается. В противном случае все построения, произведённые после построения вектора направления, отбрасываются, а шаг построения повторяется, при этом поворот вектора направления осуществляется на меньший угол;

повторение шага продолжается до тех пор, пока не найдется удовлетворяющая условиям точка, либо пока не будут перебраны все возможные углы поворота вектора направления. В последнем случае процесс построения сплайна заканчивается.

Начальный угол поворота вектора направления задается до начала построений и определяет степень отклонения получаемых на поверхности дуг от геодезических.

Для точки $P1$ строятся две кривые $S1-1$ и $S1-2$ с углами отклонения, равными максимально возможному, с разными знаками. То же самое производится для точки $P2$ (см. рис. 4).

С помощью построенных кривых оценивается существование решения. Каждая пара кривых образует на поверхности криволинейный сектор. Если каждый сектор содержит противоположную точку, то имеет смысл продолжать поиск. При этом для каждой точки к имеющейся паре кривых достраивается серия кривых с заданным заранее шагом угла отклонения. После этого в получившихся наборах кривых находят пары, которые гладко сопрягаются. Следует отметить, что модифицированный алгоритм построения кривой можно применить, пройдя в геодезическом направлении заданное расстояние, чем обеспечивается заданное направление армирования в некоторой области заданной точки траектории.

Алгоритм синтеза траектории укладки между двумя точками поверхности с заданными направлениями укладки в них можно описать схемой рис. 8.

Пример решения представлен на рис. 9: кривые $S1$ и $S2$ гладко сопрягаются в отмеченной точке, и сумма их участков до сопряжения образует искомую траекторию армирования.

Траектории укладки армирующих компонентов ленты, проходящей через несколько точек поверхности с заданными в них направлениями армиро-

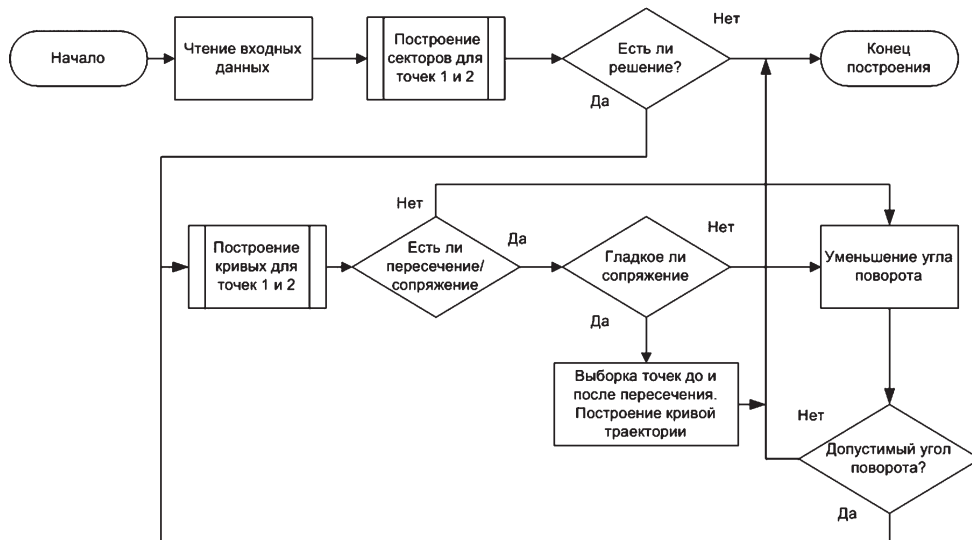


Рис. 8. Алгоритм синтеза траектории укладки на гладкой поверхности

вания, можно построить как сумму решений для всех пар точек, составляющих желаемую траекторию.

Среда синтеза. Задача синтеза траектории укладки может решаться в открытой среде САПР или математического ядра. Для автоматизированной реализации предложенного метода построения траекторий укладки с заданным отклонением угла между нормальными, программный интерфейс автоматизированной среды должен иметь развитый аппарат дифференциальной геометрии, средства автомати-

зации построений и измерений (поверхностей, кривых, точек на поверхности, проектирования точек и кривых, точек пересечения, нормалей и касательных к кривым и поверхностям).

Выводы. Для эффективных и оптимальных конструкций, параметром оптимизации которых являются схемы армирования, необходимо расширить класс траекторий укладки до гладких траекторий, отличающихся от геодезических на допустимую величину угла отклонения нормалей к поверхности выкладки и траектории ук-

ладки. Автоматизированный синтез траекторий укладки на поверхности выкладки для заданных схем армирования конструкций можно осуществить с использованием описанной модели и алгоритмов синтеза в открытой программной среде с развитыми функциями программного интерфейса анализа и синтеза моделирования поверхностей тел и кривых.

Библиографические ссылки

1. Прокофьев Г.И. Концепция создания автоматизированной технологии формообразования оптимальных конструкций из ВКМ. Анализ процессов выкладки лент // Автоматизация и современные технологии. 1999. № 6. С. 13–21.
2. Прокофьев Г.И. Концепция создания автоматизированной технологии формообразования оптимальных конструкций из ВКМ. Система автоматического формования // Автоматизация и современные технологии. 1999. № 9. С. 14–26.
3. Фиников С.П. Дифференциальная геометрия. Москва: МГУ, 1961. 157 с.
4. Прокофьев Г.И. Концепция создания автоматизированной технологии формообразования оптимальных конструкций из ВКМ. Модель процесса формообразования // Автоматизация и современные технологии. 2000. № 4. С. 7–18.
5. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. М.: Наука, 1984. 833 с.
6. Baek J., Deopurkar A. and Redfield K. Finding Geodesics on Surface // cs.stanford.edu/people/jbaek/18.821.paper2.pdf. 2007. 31 с.

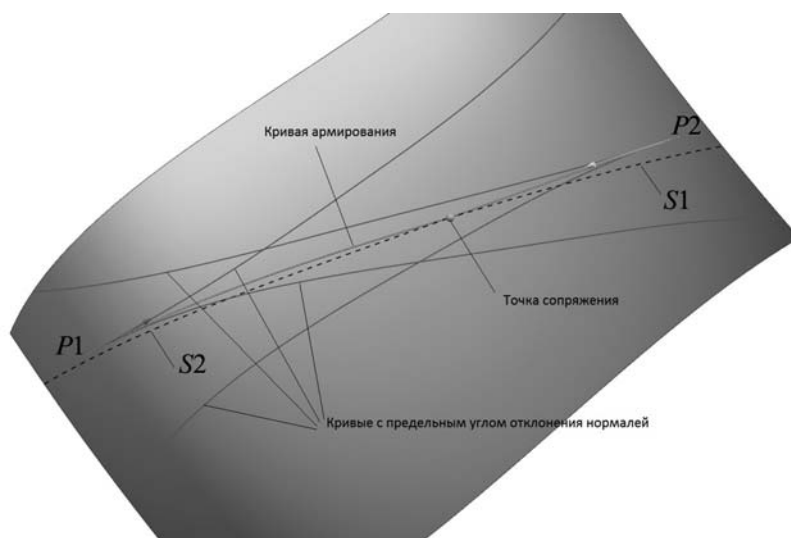


Рис. 9. Построение гладко сопрягающихся кривых:

$P1$ — первая точка поверхности; $P2$ — вторая точка поверхности; $S1$ — кривая, выпущенная из точки $P1$ в заданном направлении с углами между нормальными меньше или равным предельному и касающаяся кривой $S2$, выпущенной из точки $P2$ в заданном направлении с углами между нормальными меньше или равным предельному

УДК 519.63

Х.М. Гамзаев(Азербайджанская Государственная Нефтяная Академия)
xan.h@rambler.ru**О МЕТОДЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЛАЗЕРНОГО СВЕРЛЕНИЯ ОТВЕРСТИЙ***Рассматривается задача определения мощности лазерного излучения, обеспечивающего перемещения подвижной границы по заданному закону при сверлении отверстий.***Ключевые слова:** лазерное сверление отверстий, подвижная граница, модель Стефана, метод выравнивания фронтов.*The problem of determination of power of the laser radiation providing movements of moving boundary on the set law at drilling of openings is considered.***Key words:** laser drilling, moving boundary, Stephan's model, method of straightening fronts.

Введение. В настоящее время лазерное сверление отверстий является наиболее перспективной технологией для промышленного использования в связи с разработкой мощных лазеров с непрерывным и импульсно-периодическим действием. Основная идея этой технологии состоит в том, чтобы сфокусировать высокоэнергетический пучок лазерного излучения на малый участок поверхности материала, создавая, таким образом, интенсивный нагрев и испарение с последующим образованием отверстия. Для анализа процессов сверления лазером, очень часто предполагают, что вся энергия излучения, поступающая на поверхность материала, используется для испарения материала. Однако практика лазерного сверления показывает, что определённая часть энергии лазерного излучения уходит на испарение материала, а остальная часть переносится за счёт теплопроводности вглубь материала.

Необходимо отметить, что автоматизация процессов лазерного сверления отверстий очень важна для многих областей техники. Однако для автоматизации этих процессов необходимо знание зависимости между глубиной отверстия и мощности лазерного излучения. В работе для исследования этого вопроса предлагается метод численного моделирования, основанный на использовании модели типа Стефана для процесса теплопроводности.

Постановка задачи. Пусть рассматривается высокоэнергетический пучок лазерного излучения, сфокусированный на некоторый участок поверхности материала с заданной толщиной. Излучение приложено по нормали к поверхности, и мощность излучения w распределена равномерно по площади s данного участка. Энергия лазерного излучения не

отражается поверхностью, а уходит частично на испарение и частично переносится за счёт теплопроводности внутрь материала. Предполагая, что тепло переносится в направлении, нормальном к поверхности, математическую модель процесса переноса тепла вглубь материала можно представить в виде [1]

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \chi \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}, \quad (1)$$

где $T(z, t)$ — температура внутри материала; $\chi = \lambda / \rho c$ — коэффициент температуропроводности; λ , ρ , c — коэффициент теплопроводности, плотность и удельная теплоёмкость соответственно.

Так как при лазерном излучении происходит процесс разрушения материала, то уравнение (1) выполняется в области $\Omega_\xi = \{\xi(t) < z < l, 0 < t \leq t_k\}$ с подвижной границей, где $\xi(t)$ — положение подвижной границы, l — толщина материала, t_k — время сверления отверстия. А условие на подвижной границе можно получить в результате применения закона сохранения энергии в виде: скорость поглощения энергии поверхностью равна скорости преобразования энергии в скрытую теплоту испарения плюс скорость переноса тепла вглубь материала, т.е.

$$\frac{w}{s} = q\rho \frac{d\xi}{dt} - \lambda \frac{\partial T}{\partial z} \Big|_{z=\xi(t)}, \quad (2)$$

где q — скрытая теплота испарения на единицу массы.

Предполагая, что температура на подвижной границе приближённо равна температуре точки

кипения, можно получить второе условие на подвижной границе

$$T|_{z=\xi(t)} + T_p. \quad (3)$$

Можно предположить, что на тыльной поверхности материала происходит теплообмен с окружающей средой по закону Ньютона. Тогда граничное условие при $z=l$ можно представить в виде

$$-\lambda \frac{\partial T}{\partial z} \Big|_{z=l} + \nu(T_r - T(l, t)) = 0, \quad (4)$$

где T_r – температура окружающей среды; ν – коэффициент теплообмена.

Начальный момент времени $t=0$ функции $T(z, t)$ и $\xi(t)$ удовлетворяют условиям

$$\xi(0) = 0, T|_{t=0} = T_r. \quad (5)$$

Следует отметить, что поставленная задача (1)–(5) относится к задачам типа Стефана [2, 3]. При этом решение прямой задачи состоит в нахождении функций $T(z, t)$, $\xi(t)$, удовлетворяющих уравнениям (1), (2) и дополнительно заданным условиям (3)–(5). Существенной особенностью прямой задачи является наличие подвижной границы, закон перемещения которой определяется в ходе решения задачи.

Однако для процессов лазерного сверления отверстий важное практическое значение имеют задачи, в которых по заранее заданному закону движения подвижной границы определяются те условия излучения, при которых такое движение возможно. В связи с этим можно ставить следующую обратную задачу: найти такую мощность лазерного излучения, которая обеспечивала бы перемещение подвижной границы по заданному закону.

Таким образом, закон перемещения подвижной границы $\xi(t)$ и, следовательно, время сверления отверстия t_k ($\xi(t_k) = l$) считаются известными и требуется определить функции $w(t)$, $T(z, t)$ из уравнения (1) и дополнительных условий (2)–(5).

Метод решения. Используя метод выпрямления фронтов, преобразуем задачу (1)–(5). Путем замены переменных

$$y = \frac{z - \xi(t)}{l - \xi(t)}, t = t, T(z, t) = T(y, t),$$

область задания уравнения (1) Ω_ξ отобразим на область $\Omega = \{0 < y < 1, 0 < t \leq t_k\}$.

Тогда уравнение (1) и дополнительные условия принимают вид

$$(l - \xi(t))^2 \frac{\partial T}{\partial t} = u(t)(1 - y) \frac{\partial T}{\partial y} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2},$$

$$(y, t) \in \Omega = \{0 < y < 1, 0 < t \leq t_k\}, \quad (6)$$

$$T|_{t=0} = T_r, 0 \leq y \leq 1 \quad (7)$$

$$T|_{y=0} = T_p, 0 < t \leq t_k, \quad (8)$$

$$-\lambda \frac{\partial T}{\partial y} \Big|_{y=1} + \nu(l - \xi(t))(T_r - T(1, t)) = 0, 0 < t \leq t_k, \quad (9)$$

$$-\lambda s \frac{\partial T}{\partial y} \Big|_{y=0} + qpsu(t) = w(t)(l - \xi(t)), 0 < t \leq t_k, \quad (10)$$

$$\text{где } u(t) = (l - \xi(t)) \frac{d\xi}{dt}.$$

Преимущество такого преобразования заключается в том, что полученная задача (6)–(10) рассматривается в прямоугольной области Ω с фиксированными границами. Таким образом, определение функции $T(y, t)$ сводится к решению прямой задачи (6)–(9). Определив $T(y, t)$, соотношения (10) можно использовать для определения неизвестной функции $w(t)$. Для численного решения задачи (6)–(9) используем метод конечных разностей [4].

Для перехода к разностной задаче введём равномерную разностную сетку в области $\bar{\Omega}$

$$\bar{\omega}_{h\tau} = \{(y_i, t_j) : y_i = ih, t_j = j\tau,$$

$$i = 0, 1, 2, \dots, N, j = 0, 1, 2, \dots, M\}$$

с шагами: $h = \frac{1}{N}$ по переменному y и $\tau = \frac{t_k}{M}$ по переменному t .

Разностный аналог уравнения (6) на сетке $\bar{\omega}_{h\tau}$ запишем в виде следующей неявной схемы:

$$(l - \xi^{j+1})^2 \frac{T_i^{j+1} - T_i^j}{\tau} = (1 - y_i)u^{j+1} \frac{T_{i+1}^{j+1} - T_i^{j+1}}{h} + \frac{T_{i+1}^{j+1} - 2T_i^{j+1} + T_{i-1}^{j+1}}{h^2},$$

$$i = \overline{1, N-1}, j = \overline{0, M-1}.$$

Разностные аналоги начального условия (7) и граничных условий (8)–(10) запишем в виде

$$T_i^0 = T_r, i = \overline{0, N},$$

$$T_0^{j+1} = T_p,$$

$$-\lambda \frac{T_N^{j+1} - T_{N-1}^{j+1}}{h} + \nu(l - \xi^{j+1})(T_r - T_N^{j+1}) = 0,$$

$$-\lambda s \frac{T_1^{j+1} - T_0^{j+1}}{h} + qpsu^{j+1} = w^{j+1}(l - \xi^{j+1}).$$

Полученную систему разностных уравнений преобразуем к виду

$$a_i T_{i-1}^{j+1} - c_i T_i^{j+1} + b_i T_{i+1}^{j+1} = -d_i, \quad i = \overline{1, N-1}, \quad j = \overline{0, M-1}, \quad (11)$$

$$T_i^0 T_r, \quad i = \overline{0, N}, \quad (12)$$

$$T_0^{j+1} = T_p, \quad (13)$$

$$T_N^{j+1} = \eta_1^{j+1} T_{N-1}^{j+1} + \eta_2^{j+1}, \quad (14)$$

$$T_0^{j+1} = T_1^{j+1} - \mu_1^{j+1} + w^{j+1} \mu_2^{j+1}, \quad (15)$$

где

$$a_i = 1; b_i = 1 + h(1 - y_i) u^{j+1};$$

$$c_i = a_i + b_i + h^2(l - \xi^{j+1})^2 / \tau;$$

$$d_i = T_i^j h^2(l - \xi^{j+1})^2 / \tau, \quad \eta_1^{j+1} = \lambda / (\lambda + h\nu(l - \xi^{j+1}));$$

$$\eta_2^{j+1} = h\nu(l - \xi^{j+1}) T_r / (\lambda + h\nu(l - \xi^{j+1}));$$

$$\mu_1^{j+1} = q\rho h u^{j+1} / \lambda; \mu_2^{j+1} = h(l - \xi^{j+1}) / (\lambda s).$$

Решение системы (11)–(14) представим в виде

$$T_{i+1}^{j+1} = \alpha_{i+1} T_i^{j+1} + \beta_{i+1}, \quad i = 0, 1, 2, \dots, N-1, \quad (16)$$

где $\alpha_{i+1}, \beta_{i+1}$ – неизвестные пока коэффициенты.

Запишем аналогичное выражение для T_i^{j+1}

$$T_i^{j+1} = \alpha_i T_{i-1}^{j+1} + \beta_i.$$

Подставляя выражения T_i^{j+1}, T_{i-1}^{j+1} в уравнение (11), получим следующие формулы для определения коэффициентов α_i, β_i :

$$\alpha_i = a_i / (c_i - \alpha_{i+1} b_i),$$

$$\beta_i = (b_i \beta_{i+1} + d_i) / (c_i - \alpha_{i+1} b_i), \quad i = N-1, N-2, \dots, 1,$$

$$\alpha_N = \eta_1^{j+1}, \quad \beta_N = \eta_2^{j+1}.$$

После того как коэффициенты α_i, β_i найдены для всех $i = \overline{1, N}$, можно определить зависимость между w^{j+1} и T_0^{j+1} в явном виде. Исключив T_1^{j+1} из системы уравнений

$$T_1^{j+1} = \alpha_1 T_0^{j+1} + \beta_1,$$

$$T_0^{j+1} = T_1^{j+1} - \mu_1^{j+1} + w^{j+1} \mu_2^{j+1},$$

получим соотношение, связывающее T_0^{j+1} и w^{j+1}

$$T_0^{j+1} = \alpha_1 T_0^{j+1} + \beta_1 - \mu_1^{j+1} + w^{j+1} \mu_2^{j+1}.$$

Результаты численного эксперимента

t, c	$w_j, Дж/с$	$\xi(t_j), м$
0,0447	9114567702	0,002
0,0890	18229138594	0,008
0,1342	27343709531	0,018
0,1789	36458280524	0,032
0,2236	45572851585	0,05
0,2683	54687422732	0,072
0,3130	63801993985	0,098
0,3578	72946565359	0,128
0,4025	82031136860	0,162
0,4472	91145708472	0,2

Отсюда можно найти w^{j+1}

$$w^{j+1} = \frac{(1 - \alpha_1) T_0^{j+1} - \beta_1 + \mu_1^{j+1}}{\mu_2^{j+1}}. \quad (17)$$

Определив w^{j+1} по формуле (17), можно последовательно найти $T_1^{j+1}, T_2^{j+1}, \dots, T_N^{j+1}$ по рекуррентной формуле (16), начиная с $i = 0$. При переходе на следующий временной слой описанная процедура вычислений снова повторяется.

Таким образом, предложенный численный метод позволяет в каждом временном слое последовательно определить распределение температуры в материале, а также мощность лазерного излучения.

Результаты численных расчетов. Для выяснения эффективности практического применения предложенного вычислительного алгоритма были проведены численные эксперименты для модельных задач. Результаты численного эксперимента, проведенного для случая $l = 0,2 м, s = 0,01 м^2, \rho = 19300 кг/м^3, q = 1740000 Дж/кг, T_p = 3129 К, T_r = 293 К, c = 129 Дж/кг К, \lambda = 320 Вт/м К, \xi(t) = t^2$ представлены в табл.; в ней t – время, w^j – вычисленные значения $w(t)$.

Анализ результатов численного эксперимента свидетельствует, что предложенный вычислительный алгоритм можно использовать при исследовании процессов лазерного сверления отверстий.

Библиографические ссылки

1. Эндриус Дж., Мак-Лоун Р. Математическое моделирование. М.: Мир, 1979.
2. Рубинштейн Л.И. Проблема Стефана, Рига: Звайгзне, 1967.
3. Самарский А.А., Вабишевич П.Н. Вычислительная теплопередача. М.: Едиториал УРСС, 2003.
4. Самарский А.А., Вабишевич П.Н. Численные методы решения обратных задач математической физики. М.: Издательство ЛКИ, 2009.



УДК 65.9

А.П. Иванов, д-р экон. наук., проф.
(Московский государственный университет путей сообщения),
А.С. Михалёв (ОАО "Уралсиб", г. Москва)
alexmikhalev87@gmail.com

ФОРМИРОВАНИЕ ДОСТАТОЧНОГО КАПИТАЛА КРЕДИТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Описаны функции капитала кредитной организации, указаны основные источники формирования собственных средств банка, представлена их сравнительная характеристика. Рассмотрена возможность недостатка капитала банка, в связи с требованиями документа Базель III.

Ключевые слова: собственные средства банка, нераспределённая прибыль, дивиденды, эмиссия, субординированный кредит, вложения в акции (доли), Базель III.

Capital functions of the credit organization are described, the main sources of the bank own means formation are specified, their comparative characteristics is introduced. Possibility of the bank capital lack in connection with document requirements Basel III is considered.

Key words: bank own means, undivided profit, dividends, the issue, the subordinated credit, investments in actions (shares), Basel III.

Главным гарантом стабильности функционирования любого банка выступает его капитал. Величина и структура собственных средств кредитной организации определяют её устойчивость, являются факторами, задающими кредитную политику банка, степень допустимой агрессивности ведения бизнеса. Многообразие функций капитала банка принято разделять по трём направлениям: защитная, оперативная и регулирующая.

Сущность защитной функции раскрывается в двух направлениях. С одной стороны, капитал банка гарантирует вкладчикам частичную, в пределах объёма капитала, компенсацию потерь при возникновении у кредитной организации финансовых затруднений. С другой стороны, собственные средства служат для защиты бизнеса самого банка. При системных экономических кризисах, неэффективном менеджменте и других причинах возникновения негативных финансовых результатов кредитная организация покрывает сформировавшиеся убытки за счёт собственного капитала.

Оперативная функция банковского капитала наиболее полно проявляется на начальных этапах развития кредитной организации. Она заключается в обеспечении оперативной деятельности банка: приобретение и аренда помещений, закупка компьютерной техники и прочего оборудования, обеспечение безопасности и связи и др.

Регулирующая функция капитала обусловлена особым местом, занимаемым кредитными организациями в экономике любой страны. Основная задача банковской системы — распределение экономических ресурсов во времени между различными отраслями хозяйствования. Таким образом, банки являются единицей, связывающей все отрасли экономики. Следовательно, при наступлении системного кризиса в банковском секторе негативные последствия затронут все сферы экономики. Потребность контроля и регулирования деятельности банковского сектора привела к созданию ряда нормативов, которые банки обязаны отслеживать и выполнять. В существенную часть данных нормативов одним из расчётных показателей входит капитал кредитной организации.

Увеличение собственных средств кредитной организации принято подразделять на внутренние и внешние источники пополнения капитала. Основным внутренним источником служит нераспределённая прибыль. При этом возникает проблема грамотного распределения имеющейся прибыли на отчисления в капитал и дивидендные выплаты.

Низкий уровень дивидендных выплат может привести к снижению стоимости акций, что влечёт за собой падение стоимости бизнеса, возможный отток капитала из кредитной организации. Сниже-

ние стоимости акции может увеличить стоимость ресурсов для банка, а следовательно, уменьшить маржинальность бизнеса и снизить уровень чистой прибыли в будущем.

Высокий уровень дивидендных выплат неминуемо замедляет рост собственных средств банка. Появляются существенные ограничения на рост активов банка, т. е. происходит сокращение объёма доходных операций кредитной организации. Бизнес в целом становится более рисковым: увеличивается концентрация крупных клиентов, повышаются кредитные, операционные и другие виды рисков. Данные факторы ведут к уменьшению надёжности функционирования банка и могут способствовать снижению кредитного рейтинга организации. Последнее, в свою очередь, увеличит стоимость привлекаемых ресурсов. Описанные факторы приведут к снижению будущих потоков чистой прибыли кредитной организации.

Дополнительно стоит отметить, что решение по дивидендной политике влияет и на внешние источники увеличения собственных средств банка. Например, привлечение средств в капитал посредством дополнительной эмиссии акций может быть существенно затруднено при низком уровне их доходности.

В работе [1] показаны положительные эффекты от использования внутренних источников пополнения капитала банка:

- независимость от конъюнктуры рынка;
- отсутствие расходов на привлечение капитала извне;
- простота реализации;
- отсутствие угрозы потери контроля над организацией со стороны акционеров.

В виде негативных последствий в работе [1] приводятся такие факторы, как полное налогообложение, нетривиальное решение по дивидендной политике банка, медленные темпы наращивания капитала.

Основными методами увеличения капитала за счёт внешних источников являются эмиссия акций и привлечение субординированного кредита. Использование внешних источников обуславливается, как правило, сжатыми временными сроками, доступными на увеличение собственных средств кредитной организации.

В работе [2] представлены факторы, определяющие оптимальный из приведённых внешних источников пополнения капитала:

эффект по отношению к доходам акционеров, который обычно измеряется прибылью на одну акцию;

относительные издержки, связанные с каждым источником капитальных средств;

влияние на собственность и контроль за деятельностью банка существующих и потенциальных акционеров;

особенности рынков капитала, на которых осуществляется привлечение новых капитальных средств;

регулирующие нормативные акты, касающиеся как объёма, так и структуры собственного капитала.

Оценим каждый из приведённых внешних методов увеличения капитала с точки зрения указанных факторов.

Эмиссия акций является наиболее дорогим и наименее желательным, с точки зрения действующих акционеров, источником пополнения капитальной базы банка. Расходы на подготовку выпуска ценных бумаг и их размещение, как правило, оказываются выше затрат на увеличение собственных средств банка другими внешними источниками, а дополнительный объём акций в обращении снижает их стоимость и доходность. Подчёркнём, если дополнительная эмиссия акций была выкуплена третьей стороной, ранее не участвовавшей в управлении кредитной организацией, то степень влияния действующих акционеров снижается. Рассматриваемый источник собственных средств также существенно зависит от состояния рынка, кредитного и управленческого рейтингов эмитента и других внешних факторов.

Дополнительная эмиссия акций — наиболее привлекательный метод с точки зрения регулятора. Фактически при данном методе увеличивается уставной капитал банка. Таким образом, любой регулирующий нормативный коэффициент, связанный с собственными средствами банка, улучшает свои показатели. Отметим, что эмиссия акций является наиболее быстрым способом пополнения капитала кредитной организации. Таким образом, можно сделать вывод, что рассматриваемый метод может применяться кредитными организациями в ограниченном объёме и при наличии сжатых сроков на пополнение капитала.

До недавнего времени выпуск субординированных обязательств являлся достаточно распространённым методом привлечения средств в капитал. Однако данный метод не уменьшает доходы акционеров и не размывает контролируемую долю. Преимущество данного метода заключается в исключении процентных выплат по субординированному долгу из налогооблагаемого дохода.

При погашении субординированного кредита банки зачастую прибегают к рефинансированию

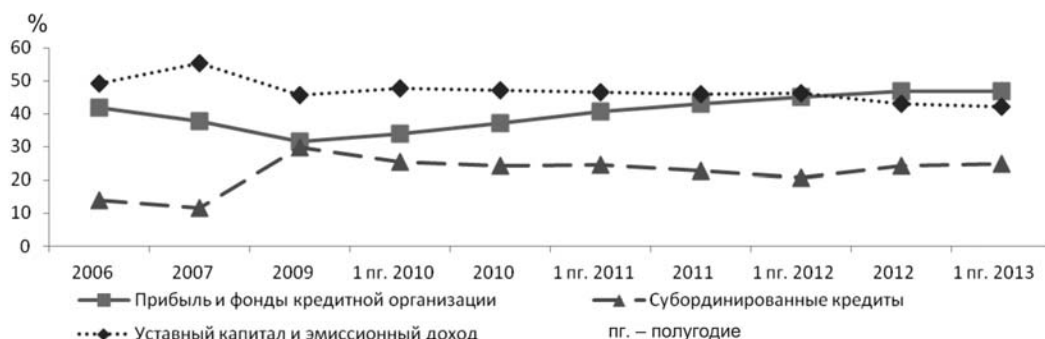


Рис. 1. Долевая структура основных факторов роста собственных средств банка

задолженности, получая, таким образом, долговые обязательства в качестве постоянного элемента капитала.

К негативным сторонам внешнего источника привлечения капитала относится зависимость от внешнего рынка. Главный же недостаток данного внешнего источника — нормативные акты регулятора, касающиеся качественной структуры собственных средств кредитной организации.

Наиболее остро вопрос отнесения субординированных кредитов в капитал банка был поднят в конце 2010 г. на Базельской конференции. Концепция документа Базель III предполагает постепенное исключение рассматриваемого инструмента из капитала. Эта тенденция в отечественной банковской практике отражается следующим образом.

Во-первых, вводится соотношение базового капитала к сумме следующих слагаемых: величины кредитного риска по активам, отраженным на балансовых счетах бухгалтерского учёта; по условным обязательствам кредитного характера; по срочным сделкам и производным финансовым инструментам; операционного риска и величины рыночного риска. При падении описанного соотношения ниже уровня 6,4 % на субординированный инструмент налагаются ограничения [3]:

обязательство заёмщика считается исполненным с даты конвертации субординированного инструмента в обыкновенные акции (доли) кредитной организации при наличии документа, подтверждающего погашение облигаций;

проводится конвертация субординированного инструмента в обыкновенные акции (доли) кредитной организации;

невыплаченные проценты не возмещаются и не накапливаются за счёт прекращения полностью либо частично обязательства кредитной организации — заёмщика по выплате суммы начисленных процентов по инструменту;

убытки кредитной организации покрываются прекращением полностью либо частично обяза-

тельства кредитной организации — заёмщика по возврату суммы основного долга по инструменту.

Во-вторых, начиная с 1 апреля 2013 г., в последующие годы (с 1 января текущего года), ежегодно предполагается к исключению по 10 % от суммы инструмента, принимаемой в расчёт величины собственных средств на соответствующую дату, до достижения полного прекращения признания указанных в настоящем подпункте инструментов при расчёте капитала [3].

Рассмотрим потенциальную необходимость для кредитных организаций дополнительного привлечения средств в капитал.

Согласно работе [4] банковский сектор в посткризисный период демонстрирует уверенный рост собственных средств. При этом можно наблюдать и увеличение темпов прироста: за 2010 г. капитал кредитных организаций возрос на 2,4 %, в 2011 г. — 10,8 %, за 2012 г. собственные средства банковского сектора увеличились на 16,6 %. Дополнительно стоит отметить общие позитивные тенденции — рост доли прибыли и сформированных фондов (31,5 % на начало 2010 г., 46,8 % на начало 2013 г.) и снижение объёма субординированных кредитов в капиталах кредитных организаций (29,7 % на начало 2010 г., 24,2 % на начало 2013 г.) (рис. 1).

Однако, несмотря на общее положительное улучшение качества структуры собственных средств банковского сектора, сопоставление данных 2011 и 2012 гг. выявляет слабые стороны развития и потенциальные проблемы.

Во-первых, стоит отметить устоявшийся тренд к снижению доли уставного капитала: за 2011 г. рассматриваемый компонент потерял 1,1 процентных пункта, за 2012 г. — 2,9 процентных пункта. Дополнительно отметим, что за 1 полугодие (пг.) 2013 г. доля уставного капитала и эмиссионного дохода в источниках роста собственных средствах снизилась на 0,9 процентных пункта.

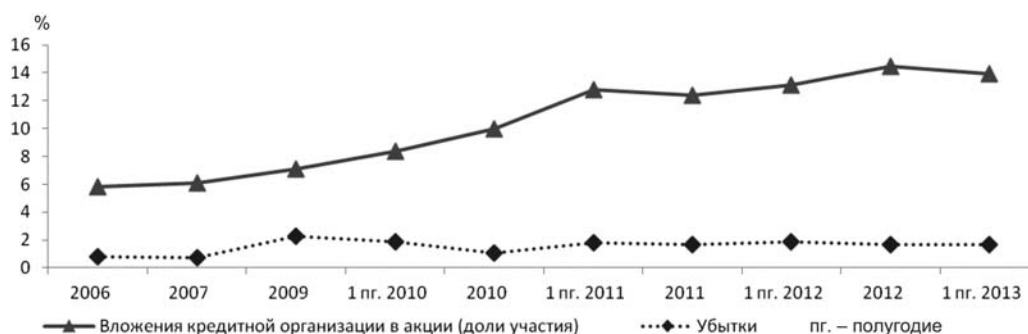


Рис. 2. Долевая структура основных факторов уменьшения собственных средств банка

Во-вторых, структура прироста собственных средств в 2012 г. имела характерное отличие от структуры прироста капитала в 2011 г. Согласно работе [5], капитализация государственных банков в 2011 г. складывалась большей частью из прибыли и фондов (55,6 %) и увеличения уставного капитала (32,9 %). По итогам 2012 г. прибыль и сформированные фонды по-прежнему остались главным фактором роста собственных средств государственных банков, однако на второе место вышли субординированные кредиты (28,5 %).

Существенно поменялась структура капитализации у крупных частных банков. По итогам 2011 г. наиболее значительным фактором роста капитализации были прибыль и фонды (69,9 %), сокращение убытков (8,7 %) и рост уставного капитала (7,8 %). По итогам 2012 г. сохранились два источника роста собственных средств: рост уставного капитала (36,8 %), прибыль и сформированные фонды (36,1 %). Следующими источниками выступили привлечённые субординированные кредиты (19,5 %).

Аналогично рассмотренным группам, менялась структура капитализации у банков, контролируемых иностранным капиталом. Доля прибыли и фондов в приращении собственных средств сократилась с 82,5 % в 2011 г. до 52,6 % по итогам 2012 г. Роль второго по величине источника капитализации от эмиссионного дохода (12,0 %) в 2011 г. перешла к субординированным кредитам (24,8 %) в 2012 г.

Дополнительно стоит отметить, что доля субординированных кредитов в собственных средствах банковского сектора за 1 полугодие 2013 г. выросла на 0,7 процентных пункта. Очевидное стремление кредитных организаций к пополнению собственного капитала за счёт привлечения субординированных кредитов на протяжении 2012 г. и 1 полугодия 2013 г. большей частью связано с началом интеграции принципов документа Базель III в деятельность отечественного банковского сектора. При этом,

учитывая ежегодное 10 % дисконтирование объёма данного инструмента из регулятивной капитальной базы, а также в целом достаточно высокую долю содержания данного инструмента в собственных средствах (см. рис. 1.), можно сделать предположение о вероятном возникновении дефицита собственных средств у кредитных организаций.

Для исследования следующего направления выявления слабых сторон в качественной структуре капитала банковского сектора рассмотрим динамику факторов, уменьшающих собственные средства. На рис. 2 показано, что в посткризисный период сохранился явный тренд в сторону увеличения вложений банков в акции и доли участия.

Данный тренд, в связи с внедрением принципов документа Базель III, может негативно отразиться не только на объёме собственных средств банков, но, возможно, в большей степени на нормативе достаточности капитала.

Согласно [3], начиная с 1 января 2014 г., для расчёта норматива Н1 будет проводиться уменьшение источников базового капитала банка на вложения в обыкновенные акции (доли) финансовых организаций, если совокупная сумма последних составит более 10 % от величины базового капитала банка. При этом предполагается поэтапное введение данных вычетов. С 1 января 2014 г. только 20 % от рассчитанной суммы предполагается к вычету из капитала, а 80 % будет принимать участие в расчёте Н1 как активы под риском с коэффициентом 250 %. В последующие годы заложено равномерное наращивание доли вычета из капитала на 20 % в год. Таким образом, с 1 января 2018 г. 100 % вложений в обыкновенные акции (доли) финансовых организаций, совокупная сумма которых превышает 10 % от величины базового капитала банка, должна быть убрана из расчёта собственных средств при определении Н1.

Таким образом, можно сделать вывод, что внедрение принципов документа Базель III в практику отечественного банковского сектора, несмотря

на достаточно продолжительные сроки ввода данных инноваций, могут существенно отразиться на достаточности капитала кредитных организаций. При этом, один из наиболее распространённых источников пополнения собственных средств банков — субординированный кредит, ввиду новых указанных налагаемых условий, потеряет свою популярность.

Следовательно, кредитным организациям придётся проводить большую работу, направленную на повышение эффективности, в первую очередь, для максимизации объёма капитализации. Достаточно вероятен рост доли эмиссионного дохода в структуре собственных банков. Дополнительно подчеркнём, что качественная структура капитала, особенно по части вложений в акции (доли) участия должна также претерпеть существенные изменения.

Библиографические ссылки

1. **Управление капиталом** Банка. URL: http://www.prostobankir.com.ua/spravochniki/bankovskoe_delo/upravlenie_bankom/upravlenie_kapitalom_bank (Дата обращения 12.10.2013 г.).
2. **Лаврушин О.И.** Управление деятельностью коммерческого банка: Банковский менеджмент. М.: Юристъ, 2005. 688 с.
3. **Положение** Банка России от 28 декабря 2012 г. № 395-П "О методике определения величины и оценке достаточности собственных средств (капитала) кредитных организаций ("Базель III)".
4. URL: <http://www.cbr.ru> (Дата обращения 12.10.2013 г.)
5. **Отчёт** о развитии банковского сектора и банковского надзора в 2012 году. URL: <http://www.cbr.ru/publ/?Prtid=nadzor> (Дата обращения 12.10.2013 г.).

УДК 004.416.6

Е.Н. Гусакова (ООО "Химсофт", г. Томск), **А.Г. Терещенко**, канд. техн. наук
(ФГБОУ ВПО "Национальный исследовательский Томский политехнический университет")

git@hvd.tpu.ru

ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТООБОРОТ В ЛАБОРАТОРНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Рассмотрены альтернативы развития существующих лабораторных информационных систем согласно современным требованиям. Оценена сложность модернизации существующих систем по сравнению с разработкой новых или внедрением более общих инструментов, таких как системы электронного документооборота.

Ключевые слова: система электронного документооборота (СЭД), лаборатория, ЛИС "Химик-аналитик", трёхуровневая архитектура, клиент, сервер.

Development alternatives of the existing laboratory information systems according to modern requirements are considered. Existing systems modernization complexity in comparison with development new or implementation more general tools, such as systems of electronic document flow is estimated.

Key words: electronic document flow system (EDFS), laboratory, LIS "Chemist-analyst", three-level architecture, client, server.

В настоящее время требования к автоматизации деловых процессов постоянно повышаются. Ещё несколько лет назад ставилась задача автоматизации отдельных участков работы организаций и подразделений, что привело к наличию большого количества несвязанных друг с другом программных продуктов различного назначения. Теперь же руководители стараются организовать комплексную систему оперативного управления. Такой подход позволяет решать задачу автоматизации наиболее эффективно.

Документы — это основные информационные ресурсы любой организации и работа с ними требует правильной постановки. Документы обеспечивают информационную поддержку принятия управленческих решений на всех уровнях и сопровождают все бизнес-процессы. Документооборотом называется непрерывный процесс движения документов, объективно отражающий деятельность организации и позволяющий оперативно ею управлять [1]. Если работа осуществляется только с бумажными копиями документов, то возникают

различные проблемы: документы теряются, в них появляются различного рода ошибки, опечатки, бумажные копии приходят в негодность.

Некоторые руководители подобного рода проблемы решают введением организационных мер, другие вводят систему электронного документооборота (СЭД), которая имеет следующие преимущества:

- возможность быстрого поиска документов по каким-либо параметрам и атрибутам;

- разграничение доступа к документам;

- просмотр документа в различных электронных форматах;

- быстрая передача документа другому лицу;

- простой переход документа по различным стадиям согласования [1].

Всё это позволяет сделать работу с документами более простой и удобной, снизить вероятность ошибок и издержки при их потерях. Однако многие организации, тщательно взвесив все "за" и "против", всё же отказываются от внедрения СЭД. Это случается по разным причинам. В первую очередь, внедрение СЭД требует вложения определённых ресурсов (финансовых и человеческих), которых у предприятия просто нет. Во-вторых, внедрение новых технологий всегда требует определённых временных затрат: пользователи должны научиться работать с новой системой, а процесс перехода от старой (привычной) схемы работы к новой (пусть даже более удобной) редко проходит гладко. Также нередкими бывают ситуации, когда организация работает не только с привычного рода документами (бухгалтерскими, налоговой отчётностью), но и с документами специального вида, которые содержат информацию узкой направленности, данные специальных приборов учёта, сложным образом рассчитываемые показатели и графики. Формирование подобных документов и поиск ошибок в них — сложные и трудоёмкие задачи. Поэтому введение СЭД не может упростить их решение. Примером подразделений, в которых работают с такими документами, являются химико-аналитические лаборатории. Показания приборов, результаты расчётов и графики в этих подразделениях хранятся в специализированной базе данных и нередко являются частью другой, давно внедрённой, информационной системы. Интеграция двух больших самостоятельных систем (лабораторной информационной системы и СЭД) сопряжена с дополнительными финансовыми вложениями и сопровождается большим количеством проблем [2]. Кроме того, она характеризуется длительным периодом адаптации и тестирования. В связи с этим необходима дополнитель-

ная рабочая единица — сотрудник, отвечающий за поддержку интеграции. Далеко не каждая лаборатория имеет возможность оплачивать труд ещё одного технического специалиста.

В качестве примера давно внедрённой и успешно используемой системы рассмотрим лабораторную информационную систему (ЛИС) "Химик-аналитик" (одну из первых и наиболее известных отечественных систем по автоматизации бизнес-процессов производственных аналитических лабораторий). Система начинает свой отсчёт в 1999 г. [3]. На текущий момент она работает более чем в 300 лабораториях РФ.

Благодаря тесному взаимодействию с заказчиками ЛИС постоянно развивается: проводится исправление замечаний и ошибок, регулярно добавляются или обновляются новые тематические блоки, актуализируются алгоритмы расчётов для соответствия последним актуальным нормативным документам. ЛИС пережила несколько значительных структурных модернизаций: смену языка программирования и среды разработки, исправления и доработку постоянно растущего кода, переписывание заново некоторых ключевых блоков, качественное изменение интерфейса пользователя. Однако базовая архитектура системы (с "толстым" клиентом и сервером СУБД) оставалась неизменной.

В ЛИС уже имеется модуль для работы с документами, который позволяет настраивать формы и шаблоны документов, генерировать необходимую для внутренней и внешней отчётности документацию, осуществлять поиск по сохранённым документам [4]. Но для многих руководителей предприятий, заведующих лабораториями, технологов, сотрудников обслуживающих подразделений и прочих заинтересованных лиц нет необходимости устанавливать полную десктопную ("толстый" клиент) версию ЛИС и обучаться работе с ней. В большинстве случаев им нужно лишь видеть и контролировать какие-то результаты (иногда промежуточные) работы лаборатории, т.е. документы определённых форм из ЛИС.

Для подразделений, использующих ЛИС, наиболее приемлемыми решениями проблемы организации простого управляемого доступа к внутренней документации являются:

- интеграция имеющейся СЭД с уже внедрёнными программными продуктами;

- разработка дополнительных модулей работы с документами для уже внедрённых систем.

У первого подхода имеются как достоинства, так и недостатки. К достоинствам относятся:

возможность электронной подписи;
наличие системы контроля версий;
наличие системы регистрации и исполнения документов.

Эти функции для многих организаций могут быть полезными. Однако в работе аналитических лабораторий каждая из них по разным причинам оказывается избыточной или ненужной.

Необходимость подписывать документы электронной цифровой подписью отсутствует, так как существующие в ЛИС документы в подавляющем своем большинстве создаются только для внутреннего использования и внутренней отчетности.

Система контроля версий полезна в том случае, когда необходимо вносить правки и дополнения в создаваемые документы, отслеживать историю изменений. Однако все документы формируются по стандартным шаблонам и формам, а данные для их заполнения берутся из записей, внесённых ранее в лабораторные журналы ЛИС. В связи с этим отпадает необходимость что-либо исправлять в документе, и необходимость в системе контроля версий.

Система регистрации и исполнения документов необходима для управляющих и надзорных структур, которые обрабатывают входящую корреспонденцию и исполняют поручения по ней. У пользователей ЛИС "Химик-аналитик" подобные задачи не являются критичными, а все функции по истории изменений встроены в ядро самой системы.

Кроме того, внедрение полноценной СЭД требует серьезных финансовых вложений, которые, согласно исследованиям [5], необходимы и окупаются только в тех случаях, когда число обрабатываемых документов в год достигает 4000–5000. Для сотрудников аналитических лабораторий, которые являются пользователями ЛИС "Химик-Аналитик", работа с документами — это один из небольших аспектов деятельности, формирование документов хоть и необходимо, но их количество значительно ниже, чем количество документов в управляющих и финансовых структурах. Создаваемые документы часто носят характер временных или промежуточных выборок, необходимых только в данный момент времени. В подобных условиях использование полноценной СЭД нецелесообразно даже, если она уже внедрена, так как число устаревших и ненужных документов в общем хранилище будет постоянно увеличиваться.

С учётом сказанного выше, проектировщиками ЛИС "Химик-аналитик" принято решение о разработке дополнительного приложения к уже имеющейся системе, предназначенного для упрощённой и более доступной работы с документами. При этом к разрабатываемому приложению предъявлялись следующие требования:

использование современных подходов, открывающих потенциал дальнейшего развития;

простота установки и обслуживания системы;

простой и удобный, но в то же время насыщенный пользовательский интерфейс;

простота реализации (ввиду высокой стоимости разработки) и внедрения.

Решение, которое удовлетворяло бы всем этим требованиям, должно использовать уже имеющиеся в ЛИС механизмы работы с документами, но результаты работы выводить в окно браузера (чтобы у пользователя не было необходимости устанавливать текущую версию ЛИС).

В связи с этим дополнительное приложение было решено разрабатывать на основе классической трёхзвенной архитектуры [6, 7]. При этом роль тонкого клиента (уровень представления (Presentation tier)) выполняет браузерное приложение, что позволяет реализовать яркие и запоминающиеся, но при этом удобные интерфейсные решения. Серверная часть (уровень бизнес-логики (Logic tier)) представлена в виде уже реализованных для ЛИС динамических библиотек. В качестве базы данных (уровень данных (Data tier)) используется уже имеющаяся для работы ЛИС база данных.

Общая схема архитектуры новой системы, получившей название "Химик-аналитик" 1.7 представлена на рис. 1.

Таким образом, разработка дополнительного приложения сводится к разработке клиентской части и механизма взаимодействия сервера с динамическими библиотеками ЛИС.

Для выполнения дополнительным приложением задач СЭД, используются уже существующие в десктопной версии ("толстом" клиенте) динамические



Рис. 1. Архитектура трёхуровневого приложения для работы с документами в лабораторной информационной системе

библиотеки, содержащие необходимые функции работы с документами (генерация, удаление, конвертация в другие форматы и т. п.). Такое решение позволило значительно сократить время разработки и тестирования новой системы, быстро выйти на высокий уровень стабильности за счёт использования уже имеющегося проверенного функционала.

Так как в системе существует разграничение прав доступа к различным документам, то для работы с функциями библиотеки "толстого" клиента необходима предварительная авторизация. Когда пользователи работают с тонкими клиентами, каждый из которых соединяется с сервером, возникает необходимость множественной авторизации: каждой клиентской сессии сервер обязан поставить в соответствие пользователя и соответствующий ему набор привилегий. Кроме того, во время работы с документами, определённые операции могут выполняться продолжительное время (генерация ежеквартального отчёта), что не должно влиять на работу остальных клиентов, обращающихся к серверу в это время. В связи с этим возникла проблема одновременного совместного использования динамических библиотек. Для решения данной задачи каждая сессия пользователя инициирует создание на сервере отдельного процесса-обёртки, содержащего копию динамической библиотеки. Для каждого из процессов на сервере выделяется дисковое пространство: при авторизации пользователя создается новая папка с уникальным именем, содержащая очередную копию библиотеки. При выходе пользователя из системы (отключении клиента) папка вместе с копией библиотеки удаляется. При входе в систему под именем уже авторизованного пользователя старая сессия данного пользователя закрывается: удаляется папка с копией библиотеки, создаётся новая. Схема передачи сообщений между клиентом и сервером представлена на рис. 2.

При обращении клиента сервер в зависимости от сложности запроса (простой запрос списка документов или генерация нового документа) обращается, либо напрямую к базе данных (в случае простых задач), либо к соответствующей копии динамической библиотеки (по номеру сессии) с помощью специального интерфейса. Далее выполняются функции внутри библиотеки с возможным обращением к базе.

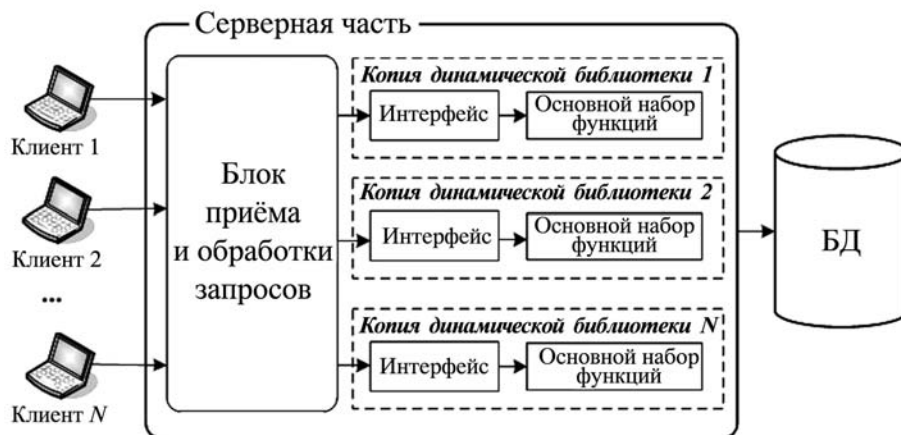


Рис. 2. Принципиальная схема работы сервера

Данное архитектурное решение имеет следующие преимущества:

на клиентские машины не накладывается практически никаких требований, нет необходимости устанавливать дополнительное ПО (только плагин к браузеру, если таковой отсутствует) и обучать пользователей. Пользователь на стороне клиентской части может использовать любой браузер, поддерживающий программную платформу Silverlight (IE, Chrome, Mozilla Firefox, Opera);

скорость работы на каждом отдельном клиенте практически не зависит от загруженности сервера: сервер лишь запрашивает данные из БД и функции из динамических библиотек. Это также значительно снижает системные требования к машине, которая будет выполнять функции сервера.

Для клиентской части выбрана платформа по созданию насыщенных интернет-приложений (Rich Internet Application – RIA) Silverlight. Одним из преимуществ её использования является то, что клиентское приложение запускается локально в среде безопасности, называемой "песочница" (sandbox): при этом доступ приложения к сети, ресурсам пользователя, локальным и сетевым дискам, сведениям об операционной системе сильно ограничены, что защищает пользователя от некоторых возможных проблем и ошибок. Взаимодействие сервера и клиентов организовано на основе платформы WCF (Windows Communication Foundation). Одним из преимуществ WCF является сервис-ориентированность. Сервисно ориентированная архитектура (SOA) подразумевает применение веб-служб для отправки и получения данных, что слабо связывает различные приложения. Слабая связь означает, что любой клиент, созданный на любой платформе, может подключаться к любой службе при условии, что выполняются необходи-

мые контракты. Это, в свою очередь, имеет преимущество для масштабирования и модификации системы [8].

Спроектированная таким образом система работы с документами выполняет следующие функции СЭД:

- осуществляет разграничение доступа к документам на основе прав пользователя;

- предоставляет удобный для пользователя просмотр больших документов (вывод нескольких страниц одновременно, изменение масштаба);

- генерирует документы по заданным формам и шаблонам на основе данных лабораторных журналов и справочников, используемых в ЛИС;

- предоставляет возможность прохождения документом различных стадий согласования;

- позволяет искать документы по дате создания, стадии документа, а также по параметрам, заданным в процессе генерации документа;

- позволяет пользователю сохранить документ в желаемом формате (экспорт в Excel, pdf, html и др.).

Кроме того, полученная система позволяет пользователю просматривать сформированный документ в режиме черновика: сгенерированный документ сохраняется в базе не сразу, а только по требованию, до сохранения его видит только текущий пользователь (остальным пользователям документ недоступен в независимости от уровня привилегий).

Дополнение "Химик-аналитик" 1.7 сокращает объём и время работы с бумажными документами, предоставляет возможность простого и удобного поиска документов по различным параметрам. Серверная часть проста в установке и администрировании, клиентский модуль не требует установки дополнительного программного обеспечения и обучения пользователей: взаимодействие с системой происходит с помощью браузера. Так как цена внедрения не зависит от количества рабочих мест, то стоимость владения программным продуктом также не изменится, что наряду с широкими функциональными возможностями может являться важным критерием в пользу выбора ЛИС "Химик-аналитик".

Разработанная система получила большое количество отзывов и пожеланий от пользователей,

чтошний раз свидетельствует о её актуальности и необходимости продолжать работы.

Расширение системы ведется по двум основным направлениям:

- добавление функций СЭД: несмотря на то, что разработанное дополнительное приложение использует функции из ЛИС "Химик-аналитик", оно может быть расширено за счёт создания функционала, отсутствующего в ЛИС (например, система пересылки документов);

- добавление функций ЛИС: любая из функций, уже реализованных в ЛИС, может быть добавлена без дублирования кода за счёт удачного архитектурного решения.

Таким образом, спроектированная система может быть использована как вполне приемлемая система электронного документооборота для аналитической службы предприятия, где внедрена ЛИС "Химик-аналитик".

Библиографические ссылки

1. **Жеребенкова А.В.** Документооборот на предприятии. М.: Вершина, 2005. 384 с.
2. **Саттон Майкл Дж. Д.** Корпоративный документооборот. Принципы, технологии, методология внедрения. СПб.: Азбука, 2002. 446 с.
3. **Терещенко В.А., Янин А.М., Соколов В.В., Мизин П.А.** Автоматизация работы химико-аналитического контроля с помощью лабораторной информационно-управляющей системы "Химик-аналитик" // Лабораторные информационные системы LIMS. Сб. статей. ООО "Маркетинг. Информационные технологии". 2006. С. 175–183.
4. **Терещенко А.Г., Соколов В.В., Сафьянов А.С., Ткаченко Д.В., Мизин П.А.** Средство генерации выходных документов в системах управления аналитическими лабораториями // Автоматизация и современные технологии. 2006. № 8. С. 40–45.
5. **Heeks R.** Success and Failure in eGovernment Projects [Электронный ресурс]. Дата обновления: 19.10.2008. URL: <http://www.egov4dev.org/success/evaluation/factormodel.shtml#success> (Дата обращения: 10.04.2013).
6. **Fowler Martin.** Patterns of Enterprise Application Architecture. Addison-Wesley Professional, 2002.
7. **Eckerson Wayne W.** Three Tier Client. Server Architecture: Achieving Scalability, Performance, and Efficiency in Client Server Applications // Open Information Systems. 1995. January. P. 3 (20).
8. **Что** такое Windows Communication Foundation URL: <http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/ms731082.aspx> (Дата обращения: 10.04.2013).



"СВЯЗЬ-ЭКСПОКОММ-2014": КУРС НА ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ

В Москве на территории ЗАО "Экспоцентр" прошла международная выставка телекоммуникационного оборудования, систем управления, информационных технологий и услуг связи "Связь-Экспокомм-2014". Выставка состоялась при официальной поддержке Министерства связи и массовых коммуникаций РФ и Министерства промышленности и торговли РФ под патронатом Торгово-промышленной палаты России и Правительства Москвы.

Приветствие участникам и организаторам "Связь-Экспокомм-2014" направил Председатель Правительства РФ Дмитрий Медведев. Он подчеркнул: "Этот смотр отраслевых достижений, который проходит в Москве почти сорок лет, стал событием мирового уровня. Среди наших приоритетов — развитие современных информационных технологий и услуг связи, в том числе оптических сетей и широкополосного Интернета, повышение качества электронных госуслуг. Важно активно использовать передовые телекоммуникационные технологии для предпринимательства, в образовательных и медицинских целях. Рассчитываю, что выставка будет способствовать решению этих важнейших задач. Послужит расширению международного сотрудничества и заключению взаимовыгодных контрактов".

С приветствиями к участникам также обратились Председатель Оргкомитета выставки, Первый заместитель Председателя Совета Федерации ФС РФ Александр Торшин, Министр связи и массовых коммуникаций РФ Николай Никифоров, Министр промышленности и торговли РФ Денис Мантуров, Министр регионального развития РФ Игорь Слюняев, мэр Москвы Сергей Собянин, Президент Торгово-промышленной палаты РФ Сергей Катырин.

В своём приветствии Министр связи и массовых коммуникаций РФ Николай Никифоров отметил: "Ежегодная международная выставка "Связь-Экспокомм", являясь крупнейшим отраслевым событием в России, наилучшим образом отражает последние веяния индустрии, создаёт условия для более тесного взаимодействия между её представителями и, тем самым, даёт новый стимул роста отрасли".

По словам Министра промышленности и торговли РФ Дениса Мантурова, "Связь-Экспокомм"

находится в постоянном развитии, из года в год представляя новые технологии и разработки. Выставка консолидирует всех специалистов в области средств связи, информационных технологий и массовых коммуникаций, способствует повышению эффективности реализации международных программ и проектов, а также открывает российским и зарубежным производителям средств связи новые рынки".

"Выставка в течение многих лет представляет тенденции развития информационных технологий, их практическую пользу для экономики, социальной сферы, образования, медицинского обслуживания граждан", — заявил Министр регионального развития РФ Игорь Слюняев.

В выставке "Связь-Экспокомм-2014" приняли участие 493 компании из 24 стран Европы, Азии и Америки, а также компании из Гонконга. Выставочная площадь составила 12 тыс. м².

Традиция присутствия национальных павильонов на выставке обусловлена неослабевающим интересом иностранных компаний к российскому телекоммуникационному рынку. В этом году Азербайджан, Германия, Канада, Китай участвовали на уровне национальных экспозиций, рассматривая выставку Экспоцентра в качестве главного инструмента работы на российском рынке. На выставке 2014 г. был организован также тайваньский коллективный стенд.

Официальным партнером выставки "Связь-Экспокомм-2014" была компания SwitchRay — поставщик передовых телекоммуникационных платформ для операторов связи во всём мире. Миссия компании — производство легко масштабируемых, высоконадежных продуктов с широким спектром функциональных возможностей, позволяющих клиентам компании строить успешный бизнес, увеличивая прибыльность и снижая операционные издержки. Ориентируясь в своей деятельности на высочайшее качество услуг и внимание к деталям, SwitchRay совершенствует механизмы обмена информацией и открывает новые горизонты для развития услуг связи в мире.

Многие известные фирмы-экспоненты продемонстрировали новинки, которые заинтересовали специалистов.

Компания Sumitomo Electric представила оптическое волокно с самым низким затуханием в ми-

ре. Это волокно идеально подходит для строительства линий связи большой протяженности, таких как подводные или наземные, проходящие по пустынным и малозаселенным территориям.

Новинка от компании Corning SNG – платформа Centrix™ – лидер по плотности портов для систем универсального применения и универсальное одномодовое оптическое волокно для современных систем оптической связи Corning® SMF-28® Ultra. Платформа Centrix™ является системой менеджмента оптического волокна (FMS) с высокой плотностью портов, представляющая инновационную систему маршрутизации волокон.

Компания "Натекс" представила универсальную xWDM платформу, EDFA и RAMAN оптические усилители, одноволоконные 10G оптические системы передачи, полный спектр решений для построения высокоскоростных транспортных сетей на базе технологий PDH, SDH, универсальную платформу NetXpert 3U – уникальное решение для подключения бизнес-абонентов, промышленные коммутаторы NetXpert, которые разработаны специально для применения в нефтегазовой, энергетической, транспортной и других отраслях, и многое другое.

ОАО "Морион" анонсировало новую линейку оборудования NG-SDH, а также познакомила с магистральной оптической системой передачи OTN (Optical Transport Network).

Компания Procom в лице ЗАО "НКТ" продемонстрировала новую модульную комбайнерную систему для антенно-фидерных трактов систем связи UHF диапазона.

На стенде фирмы Instream вниманию специалистов было предложено высокопроизводительное решение SMS Dispatcher, позволяющее операторам связи и компаниям, использующим SMS-информирование при обслуживании клиентов, построить надёжное и гибкое взаимодействие BSS-систем с SMS-центром на основе идеологии шины данных.

Компания "АйПиМатика" представила целый ряд новинок от нескольких производителей. Так, посетители смогли оценить в работе IP-камеры Milesight с поддержкой SIP, VoIP-GSM-шлюзы NeoGate TG100, TG200, TG400 и TG800, а также флагманскую модель ультраэlegantной серии IP-телефонов Yealing T4 – YealingSIP T48G – с сенсорным экраном. Эти новинки уже выставлялись на публичное обозрение весной 2014 г., однако ещё один продукт – IP-конференц-телефон Yealing CP860 – был продемонстрирован в России впер-

вые, и только у участников выставки "Связь-Экспокомм–2014" была возможность первыми оценить этот продукт вживую.

Компания "Мегатон" представила Indoor-навигацию по SaaS-модели: уникальную навигационную систему на базе MegaWi-Fi для объектов коммерческой недвижимости (ТРЦ, БЦ, выставочные центры, аэропорты).

Среди экспонатов компании DRD-ру были: модульная, высокопроизводительная диспетчерская станция с крупным мультимедийным сенсорным дисплеем BeFREE 15", высокоинтегрированная компактная диспетчерская станция со средним мультимедийным сенсорным дисплеем BeFREE 10", набор цифровых и аналоговых диспетчерских пультов без дисплея.

В этом году компания "НЦ Энергия" представила новую линейку продуктов для строительства PON-сетей: новые типы этажных распределительных коробок с предустановленными сплиттерами, новые типы уличных шкафов и технологию оконечивания сварным коннектором абонентского DROP-кабеля,

Посетителей на стенде компании "Элком+" познакомили с Радиус-IP-системой цифровой радиосвязи стандарта DMR и SmartPTT – программным приложением для построения систем радиосвязи на базе MOTOTRBO™.

В смотре приняла участие компания "Релэкс" – разработчик уникальных для российского IT-рынка программных продуктов: СУБД ЛИНТЕР, ИАС НЕВОД и другого высокотехнологичного программного обеспечения. Она представила новейшие релизы семейства ЛИНТЕР – единственной системы управления базами данных, полностью разработанной в России.

ЗАО "Институт Информационных Технологий" продемонстрировал новинку 2014 г. – оптический модуль-рефлектометр OPX-RTU для длительного круглосуточного автоматического мониторинга волоконно-оптических линий связи (ВОЛС).

ООО "ФИАММ Индастриал РУС" показал инновационные системы накопления (аккумуляции) энергии для объектов связи от 48 до 400 В DC на базе Ni-солевых аккумуляторных батарей FIAMM SoNick

Компания "СДС-Группа" представила на своём стенде уникальные разработки: коаксиальный кабель премиум класса MARS торговой марки REXANT 75 Ohm для использования в домашних сетях телевидения, антенных систем, спутникового телевидения и систем видеонаблюдения и приставку для цифрового TV DVB-T2.

ООО "Волиус" экспонировала платформу доступа BroadAcces, предназначенную для применения в сетях доступа FTTB и FTTH, включающую в себя технологии GPON, Ethernet, xDSL, RF-TV.

Новинка компании Incarnet для выставки "Связь-Экспокомм" – MVC3000 – мобильный терминал для проведения видеоконференции Incarnet. Передача данных осуществляется при помощи Интернет-комбайна Incarnet, который объединяет от трёх до семи каналов передачи данных. Уникальный алгоритм позволяет проводить видеосовещание без прерываний и обрывов связи прямо в движении. В числе других экспонатов – Интернет комбайн AWF7000, флагман российского разработчика телекоммуникационных решений для мобильного использования, FLI3000 – летательный аппарат с HD-камерой и возможностью передачи видеопотока в прямом эфире.

В свете реализации Государственной программы Российской Федерации "Энергоэффективность и

развитие энергетики" на 2013–2020 гг. (подпрограмма № 6) ЗАО "МНПО "Энергоспецтехника" разработало гибридный источник автономного электроснабжения. Установка предназначена для обеспечения бесперебойного электропитания потребителей электрической энергии малой мощности с использованием дизельного электроагрегата и альтернативного источника электрической энергии (солнечных панелей).

Актуальные вопросы отрасли обсуждались специалистами телекоммуникационной индустрии, представителями частных компаний, профильных министерств и ведомств России и иностранных государств в рамках мероприятий деловой программы выставки, частью которой стал Презентационный Форум. На Форуме компании-участники получили возможность продемонстрировать свои продукты и решения целевой аудитории участников и посетителей выставки.

ОТКРЫТ ТЕСТ-ДРАЙВ КОММУНИКАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ ОТ СТИ В ЦЕНТРЕ ТЕХНОЛОГИЙ CISCO В СКОЛКОВО

Компания СТИ провела работы по интеграции решений в области унифицированных коммуникаций и системной аналитики в Центре технологий Cisco в Сколково. Специалисты СТИ установили в демо-центре Cisco следующие решения: СТИ Speech Attendant голосовую биометрию, верификацию вызовов, СМС-информер, видеовызовы, WebEx для операторов и решение "Умный Wi-Fi". В результате появилась уникальная возможность протестировать работу всех систем и технологий по индивидуальным сценариям в одном месте.

Решение СТИ Speech Attendant автоматизирует работу телефонного секретаря компании с использованием технологий распознавания и генерации речи. При звонке в компанию абонент не производит дополнительный набор внутреннего номера сотрудника, а произносит его ФИО или название отдела. Система автоматически переводит вызов на соответствующий внутренний номер. Таким образом, данное решение до 80 % снижает нагрузку на телефонных секретарей и позволяет освободить операторов от рутинных действий.

Голосовая верификация – технология, позволяющая использовать голос в качестве идентификационного устройства без участия человека. Внедрение данного решения позволяет существенно упростить

процедуру идентификации клиента контактного центра при предоставлении ему доступа к персональной информации. Система идентифицирует абонентов путём сравнения "голосовых отпечатков", создающихся при первичном обращении в контакт-центр при помощи IVR; данные отпечатки сохраняются в базе данных. Результаты выполненных проектов внедрения показывают, что данная технология хорошо воспринимается как клиентами контактных центров, так и операторами. Система избавляет участников процесса от утомительной процедуры идентификации традиционным способом, сокращая среднее время разговора и, следовательно, повышая производительность операторов контактного центра.

СМС-информер – простой, но эффективный способ улучшения корпоративных коммуникаций. Сотрудники компании, пропустив вызов на свой мобильный телефон с городского рабочего номера, не могут определить, кто из коллег им звонил, так как в качестве АОНа в любом случае будет указан корпоративный номер. СМС-информер отслеживает все неудачные попытки таких звонков на мобильные телефоны сотрудников компании и отправляет SMS-уведомления о пропущенных вызовах с именем и фамилией звонившего, временем совершения вызова и номером контактного теле-

фона для обратного звонка. Таким образом, сотрудники всегда будут знать, кто из их коллег или клиентов пытался с ними связаться.

Видеовызовы — это услуга одновременной передачи голоса и видео при звонке в контактцентр с сайта компании. Услуга позволяет организовать взаимодействие клиентов и операторов контакт-центра. Для связи с операторами необходимо установить видеотерминалы в контакт-центре. Для вызова оператора можно воспользоваться специальным flash-приложением из окна веб-браузера с сайта компании.

Видеосервисы для операторов — система, предназначенная для предоставления услуг web-конференций (Cisco WebEx) и видеоконференцсвязи (Cisco TelePresence). Решение позволяет работать с документами и презентациями, а также предоставляет механизм совместного общения, используя интерактивный инструмент аудио- и видеоконференцсвязи, в том числе с возможностью передачи видео в форматах HD (изображение высокой четкости).

"Умный Wi-Fi" — инновационная услуга, охватывающая беспроводные сети любого масштаба. Решение позволяет изучать поведенческие характеристики покупателей и траекторию перемещений посетителей в режиме "онлайн", выявлять очереди и другие массовые скопления людей, получать данные о количестве посетителей. Всё это дает возможность качественно анализировать спрос на товары и услуги и, как следствие, увеличивать прибыль.

Центр технологий Cisco в Сколково был открыт 18 июня 2013 г. с целью демонстрации ведущих разработок компании, включая технологии и продукты, произведенные в России. Более того, Центр технологий Cisco стал платформой для налаживания технологического партнерства Cisco с отечественными предпринимателями, предоставляя последним возможность тестировать свои продукты и модернизировать их на базе решений Cisco.



ИЗДАТЕЛЬСТВО МАШИНОСТРОЕНИЕ

ОСНОВЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Ю.И. Головин

2012 г. Объем 656 с. Формат 60x88 1/16 Переплет ISBN 978-5-94275-662-8 Цена 800 р.



Изложены физико-химические основы нанотехнологии. Особенное внимание уделено размерным эффектам различной природы и путям их практического использования в различных наноструктурах и изделиях. Рассмотрены современные методы получения, исследования и определение свойств наноматериалов. Систематизированы и описаны основные направления развития нанотехнологий и нанотехники: физическое наноматериаловедение и наномеханика, наноэлектроника и нанобиотехнологии.

Наряду с общими положениями приведено большое число примеров конкретных разработок, доведенных до промышленного производства. Автор использовал как литературные, так и собственные данные. Книга содержит обширный ссылочный аппарат, включающий зарубежные и отечественные источники.

Для инженерно-технических работников, осваивающих и использующих нанотехнологические процессы, а также может быть полезна студентам и аспирантам, специализирующимся в этой области.

Приобрести книгу в издательстве можно, прислав заявку:

по почте: 107076, г. Москва, Строминский пер., 4; по факсу: (499) 269-48-97; по e-mail: realiz@mashin.ru
Дополнительная информация по телефонам: (499) 269-52-98, 269-66-00 и на сайте WWW.MASHIN.RU



ПО СТРАНИЦАМ ЖУРНАЛОВ

Измерительный комплекс для исследования статических и динамических характеристик исполнительных механизмов с дроссельным управлением. *Вестник машиностроения.* 2013. № 10.

Приведены методика и схемы измерительно-преобразовательных устройств, позволяющие экспериментально определить статические и динамические характеристики элементов электрогидравлических рулевых машин с источником гидравлического питания постоянной производительности.

Теория гидравлического сопротивления в шероховатых трубах с переменной высотой выступов. *Вестник машиностроения.* 2013. № 10.

Разработана методика расчёта коэффициента гидросопротивления для круглых труб с шероховатыми стенками, учитывающая переменную высоту шероховатости. Результаты расчёта для расширенного диапазона параметров указывают на увеличение дисперсии высот профиля шероховатой поверхности.

Термическая обработка и сварка титановых сплавов. *Вестник машиностроения.* 2013. № 10.

Рассматриваются режимы термической обработки и сварки конструкционных титановых сплавов. Даны рекомендации по установлению причин преждевременного разрушения деталей и узлов.

Особенности структуры и фазового состава термообработанных высокопрочных чугунов с шаровидным графитом. *Вестник машиностроения.* 2013. № 10.

Рассмотрены особенности структуры и фазового состава термообработанных высокопрочных чугунов с шаровидным графитом. Установлены причины осложнения дифференциации структурных составляющих в нормализованных чугунах.

Обеспечение точности позиционирования рабочих органов технологического оборудования. *Вестник машиностроения.* 2013. № 10.

Разработана функциональная математическая модель обрабатывающего центра, учитывающая погрешности станка. На её основе предложен способ программной коррекции исполнительных движений станка с ЧПУ, позволяющий повысить точность обработки в реальном режиме времени.

Качество и износостойкость поверхностного слоя деталей из труднообрабатываемых материалов после твердого точения. *Вестник машиностроения.* 2013. № 10.

В данной работе описываются результаты исследования качества поверхностного слоя и его износостойкость после высокоскоростного точения закалённой стали 9ХС.

Бозе-конденсация на лазерных фотонах при участии углеродных нанотрубок, синтезируемых в гетерогенной плазме. *Наноинженерия.* 2013. № 10.

Проанализированы работы о применении гетерогенных источников плазмы, в которых термически синтезируются углеродные нанотрубки, легированные атомами металла, и сделано предположение, что в условиях ВРЛ-спектроскопии может наблюдаться Бозе-конденсация на лазерных фотонах при комнатной температуре.

Исследование точности системы юстировки и активной виброизоляции нанотехнологического оборудования. *Наноинженерия.* 2013. № 10.

Проведен анализ систем виброизоляции для современного исследовательского и технологического оборудования. В системе активной виброизоляции прецизионного вакуумного оборудования предлагается применять гидравлический модуль с магнитореологическим управлением, сочетающий высокую точность перемещений, возможность работать в широком диапазоне частот вибраций и высокую нагрузочную способность. Представлена физическая модель магнитореологической жидкости. Показана зависимость точности механизма от тока трогания рабочей жидкости. Экспериментально определена зависимость тока трогания от перепада давлений в гидроцилиндрах модуля.

Сравнительный анализ защитных алмазоподобных покрытий, изготовленных методами вакуумного электродугового напыления с сепарацией плазменного потока и импульсного лазерного напыления. *Наноинженерия.* 2013. № 10.

Проведено сравнение двух методов нанесения защитных алмазоподобных покрытий — вакуумного электродугового с сепарацией плазменного потока и импульсного лазерного напыления. Исследования проводили методами спектроскопии комбинационного рассеяния и растровой электронной микроскопии. В результате определено, что покрытия, полученные методом плазменного электродугового осаждения, имеют больший коэффициент алмазоподобия, чем покрытия, полученные методом импульсного лазерного осаждения, но в то же время в них наблюдается возникновение трещин и низкая однородность структуры.

Новые достижения в инженерии поверхности ортопедических имплантационных конструкций. *Наноинженерия.* 2013. № 10.

В статье рассмотрены перспективные технологические методы термического модифицирования поверхности металлических имплантационных конструкций, используемых в современной травматологии и ортопедии. Получены новые научные данные, показывающие влияние оксидных микро- и наноструктур, формируемых в виде пленочных термических покрытий на поверхности ортопедических конструкций, на условия их приживляемости в костной ткани.

Создание поликристаллических сверхтвёрдых материалов на основе наноалмазов после модифицирования карбидообразующими элементами. *Научные технологии в машиностроении.* 2013. № 10.

Разработан метод модифицирования поверхности наноалмазов перед компактированием в условиях высоких давлений и температур. В результате реализации метода были получены композиционные порошки наноалмаз — В, Si, Ti. Показано, что модифицирование поверхности наноалмазов позволяет повысить температуру их спекания, препятствует графитизации алмаза в процессе спекания при высоких температурах и способствует сохранению наноструктурного состояния алмазных поликристаллических материалов.

Физическая модель механизмов динамизации процессов плазменного нанесения и упрочнения покрытий с помощью модуляции электрических параметров. *Научные технологии в машиностроении.* 2013. № 10.

Рассмотрены процессы, происходящие в системе "канал плазматрона — плазменная струя — покрытие" при модуляции мощностей косвенной и прямой дуг плазматрона. Раскрыты физические механизмы в этих процессах и показаны возможности управления качеством покрытий.

Исследование процессов схватывания и объёмного взаимодействия поверхностей деталей типа отверстие—вал при их запрессовке с последующим спеканием. *Научные технологии в машиностроении.* 2013. № 10.

Рассмотрен механизм образования физического контакта, схватывания и объёмного взаимодействия между поверхностями заготовок типа отверстие—вал при их прессовой посадке. Определён характер влияния режимов прессовой посадки, шероховатости поверхности заготовок и последующего спекания на прочность прессового соединения. Определена общая площадь поверхности схватывания и размеры локальных участков схватывания. Рассмотрена возможность применения предварительной термической обработки как средства управления размерами заготовок. Определены основные направления повышения эффективности процесса прессовой посадки с последующим спеканием при получении неразъёмных соединений.

Разработка программного обеспечения для автоматизированной оценки затрат на изготовление изделий. *Сборка в машиностроении, приборостроении.* 2013. № 10.

Представлено программное обеспечение для расчёта себестоимости изготовления продукции, выпускаемой предприятием.

Совершенствование динамических характеристик загрузочных устройств сборочных машин-автоматов. *Сборка в машиностроении, приборостроении.* 2013. № 10.

Приведён анализ динамических характеристик квазибездударных законов движения загрузочных устройств автоматизированных сборочных систем на основе моделирования с учётом упругих свойств привода и исполнительных звеньев. Показаны способы улучшения динамических свойств загрузочных устройств на основе принципа электроуправляемого пневмопривода.

Оптимизация организационно-технологического сопровождения автоматизации электромонтажных работ в производстве радиоэлектронной аппаратуры космических аппаратов. *Сборка в машиностроении, приборостроении.* 2013. № 10.

Разработаны оптимальные организационно-технологические решения по автоматизации электромонтажных работ в производстве радиоэлектронной аппаратуры, обеспечивающие высвобождение рабочих и повышение эффективности производства.

Математическая модель динамики сопряжения деталей с применением промышленного робота и вибрационного устройства. *Сборка в машиностроении, приборостроении.* 2013. № 10.

Представлена математическая модель динамики роботизированного сопряжения деталей типа "вал-втулка" с применением пассивной адаптации на базе вибрационной опоры.

Обеспечение качества сборки ответственных резьбовых соединений. *Сборка в машиностроении, приборостроении.* 2013. № 10.

Рассмотрены условия сборки ответственных резьбовых соединений, обеспечивающих необходимую стабильную силу затяжки.

Автоматизированная система предупреждения об опасных ситуациях в околоземном космическом пространстве. *Полёт.* 2013. № 10.

Статья посвящена вопросам создания автоматизированной системы предупреждения об опасных ситуациях в околоземном космическом пространстве. Рассматривается проблема засорённости околоземного космического пространства, приводятся результаты создания автоматизированной системы предупреждения об опасных ситуациях в околоземном космическом пространстве.

Методика определения интенсивности звукового удара на местности при исследовании компоновки сверхзвукового пассажирского самолёта. *Полёт.* 2013. № 10.

Исследуется методика расчёта звукового удара на местности, индуцированного сверхзвуковым пассажирским самолётом. В этой методике используется научно-технический задел ЦАГИ в области звукового удара, а также дополнительные расчётные исследования с применением комплексов вычислительных программ, основанных на осреднённых по Рейнольдсу уравнениях Навье—Стокса. Сравниваются результаты, полученные по уравнениям Эйлера и Навье—Стокса для интенсивности звукового удара и аэродинамических коэффициентов.

Анализ изменений в структуре сети внутренних авиалиний по регионам мира. *Полёт.* 2013. № 10.

Проведён ретроспективный анализ сети внутренних авиалиний Северной Америки, Западной Европы, РФ и стран СНГ. Показано, что в динамике развития авиалиний этих регионов прослеживаются одинаковые тенденции.

Микробиологические объекты на поверхности Международной космической станции. *Полёт.* 2013. № 10.

Рассмотрен комплекс вопросов космической микробиологии применительно к внешней поверхности объектов длительной эксплуатации: биодеструкция материалов, микробиогигиена, планетарный карантин, межпланетные полеты, роль внекорабельной деятельности в обнаружении живой материи на поверхности орбитальной станции, идентификация бактерии *Bacillus licheniformis* как результат эксперимента "Тест".

Интерметаллидные сплавы для получения покрытий методом электроискрового легирования. *Упрочняющие технологии и покрытия.* 2013. № 10.

Показано получение покрытия из интерметаллидных сплавов никеля, алюминия и титана на образцах сталей 30 и 20Х13 методом электроискрового легирования. Исследованы состав и свойства интерметаллидных сплавов и сформированных покрытий. Установлено, что максимальная жаростойкость и высокое качество покрытий достигнуты при использовании сплава с содержанием (% мас.) Ni – 79 и Al – 20.

Влияние плазменных процессов формирования покрытий на механические характеристики изделий из титановых сплавов. *Упрочняющие технологии и покрытия.* 2013. № 10.

Показано получение функциональных покрытий в результате плазменного напыления и микродугового оксидирования. В процессе получения покрытия происходят изменения структуры и механических свойств металлических изделий, подвергаемых обработке. Характер изменений зависит от способа и технологических режимов формирования покрытия.

Новые возможности борирования для получения модифицированных слоев на стальных деталях, работающих в условиях износа и коррозии. *Упрочняющие технологии и покрытия.* 2013. № 10.

Исследованы процессы борирования углеродистых и низколегированных сталей: лазерное легирование бором, в том числе с последующим радиационным нагревом, и процессы шликерного борирования, в том числе многокомпонентного. Установлены параметры этих видов обработки, позволяющие регулировать фазовый состав борированных слоев и уровень их упрочнения. Показано, что с помощью лазерного борирования с оплавлением можно существенно повысить износостойкость поверхности стальных изделий, а с помощью многокомпонентного шликерного борирования – коррозионную стойкость в различных средах.

Анализ структуры и состояния поверхностного слоя металлорежущего инструмента, модифицированного воздействием низкотемпературной плазмы. *Упрочняющие технологии и покрытия.* 2013. № 10.

Представлены результаты анализа структуры и состояния поверхностного слоя рабочей части металлорежущего инструмента, модифицированного воздействи-

ем низкотемпературной плазмы комбинированного разряда.

Эрозионно-коррозионное изнашивание материалов. *Обзор. Трение и смазка в машинах и механизмах.* 2013. № 10.

Сделан обзор экспериментальных исследований в области эрозионно-коррозионного разрушения материалов. Рассмотрены некоторые объекты, подверженные такому виду разрушения, приведены основные методики и испытательное оборудование, используемое для экспериментов.

Моделирование объемной плотности энергии деформации в тканых композитах на полимерной основе с дисперсными антифрикционными добавками. *Трение и смазка в машинах и механизмах.* 2013. № 10.

Решена задача численного моделирования объемной плотности энергии деформации в дисперсно-наполненных матричных композитах, дополнительно армированных волокнами, расположенными параллельно некоторой плоскости в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Исследована зависимость указанной энергетической характеристики от вида внешнего механического воздействия и концентрации включений для композитов на эпоксидной основе со стеклянными волокнами и дисперсными добавками из политетрафторэтилена.

Химическая активность и трибологические характеристики литевой смазки с добавками. *Трение и смазка в машинах и механизмах.* 2013. № 10.

Рассмотрены химическая активность и трибологические свойства пластичных литевых смазок с присадкой и наполнителями. Показано, что оценка химической активности смазочного материала позволяет прогнозировать его способность предотвращать схватывание пары трения в условиях эксплуатации.

Исследование износа дискового инструмента и моделирование температуры в зоне контакта при фрезеровании со смещением вершины режущей кромки относительно поверхности резания. *Трение и смазка в машинах и механизмах.* 2013. № 10.

Рассмотрен процесс износа дискового инструмента с тороидальной производящей поверхностью в зависимости от изменения режимов резания. Смоделировано распределение температурных полей по периметру режущей кромки.

Износ медного сплава при трении пары латунь–сталь в глицерине. *Трение и смазка в машинах и механизмах.* 2013. № 10.

Выполнен спектральный качественный и количественный анализ содержания элементов в продуктах изнашивания пары латунь–сталь в глицерине. Показано в динамике пути трения, что зависимость износа латуни Л63 можно разбить на два участка. Первый характеризуется повышением износа латуни, а второй участок – практически отсутствием износа.