

Секция 11

**Научно-технические технологии
в ракетно-космической технике****ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НОВЫХ КОНСТРУКТИВНО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ (КТР) НА ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ПИЛОТИРУЕМЫХ КОСМИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ**

***Ю.О.Бахвалов, С.Е.Пугаченко, В.Д.Денисов, И.А.Соболев, Р.Г.Киреев
Государственный космический научно-производственный
центр им. М.В. Хруничева, КБ «Салют»***

Конструкторское бюро «Салют» ГКНПЦ им. М.В. Хруничева проводит работу по определению перспективных направлений совершенствования орбитальных средств (ОС) пилотируемых космических комплексов (ПКК) нового поколения.

Рассматривается эффективность внедрения в ПКК ряда новых КТР:

- конструкций из композиционных материалов, технологий их упрочнения и защиты покрытиями;
- комплексных решений бортовых систем на базе криогенных компонентов топлива (двигательной установки, пневмогидравлической системы подачи топлива, системы обеспечения тепловых режимов, системы электроснабжения, системы жизнеобеспечения, в том числе стыковочных и заправочных устройств, устройств газификации, многократного захлаживания, длительного хранения на орбите);
- усовершенствованных конструкций микрометеороидной и радиационной защиты;
- электросиловой и информационной бортовой кабельной сети уменьшенной массы.

Рассмотрена эффективность внедрения перечисленных инновационных КТР в ряде орбитальных средств нового поколения: орбитальном пилотируемом сборочно-экспериментальном комплексе, пилотируе-

мых транспортных кораблях, лунных посадочно-взлетных кораблях, лунной орбитальной станции и лунной базе.

Предварительный прогноз улучшения массовых характеристик орбитальных средств показывает, что в результате проведения цикла работ в рамках планируемых НИОКР будет возможно снижение масс систем ОС и их элементов на 7-25%. Рассмотрена экономическая эффективность внедрения новых технологий. Учитывая, что доставка 1 кг массы на Луну с возвращением на Землю превышает 3 млн. руб., экономический эффект данного направления работ может превышать миллиард рублей в каждой экспедиции.

Прогнозирование основных характеристик ПКК выливается в многопараметрическую задачу системного проектирования, учитывающую широкий перечень имеющихся и новых КТР. Значительная трудоемкость вычислительных процедур обуславливает необходимость разработки соответствующих программ и баз данных для механизации инженерного труда. На базе персональных компьютеров в ГКНПЦ им. М.В.Хруничева планируется создать рабочие места, объединенные в моделирующий стенд. В состав стенда входят целевые базы данных, библиотеки и программы для моделирования ОС. Это позволит в короткие сроки находить обоснованные решения на этапе предварительного проектирования ОС нового поколения.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОТДЕЛА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

В.Д. Костюков, А.И. Островерх, В.Н. Сычев, В.А. Мазилкин
Государственный космический научно-производственный
центр имени М.В. Хруничева

Работы по автоматизации технологической подготовки механообрабатывающего производства остаются и сегодня одной из актуальных проблем. Для её обоснования проведено моделирование работы отдела механической обработки с учетом требования международных стандартов по структурно – функциональному анализу IDEFO.

Всего было рассмотрено 6 уровней декомпозиции. Укрупнено технологическую подготовку производства РКТ можно представить в виде пяти блоков: Решать общие вопросы ТПП; Выполнять ТПП по формообразованию поверхностей; Выполнять ТПП по монтажно-сборочным работам; Выполнять ТПП по испытаниям; Изготавливать СТО.

Процессы механической обработки относятся к процессам формообразования поверхностей: блок А434221: «Проектировать ТПП МО», (рис. 1).

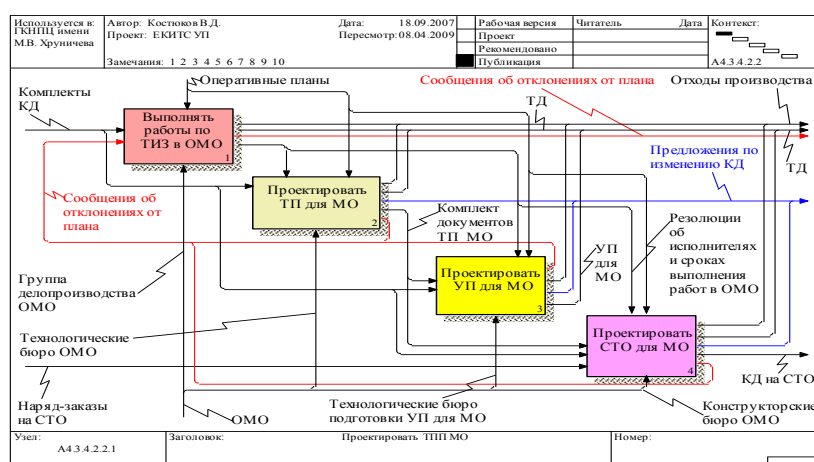


Рис.1. Диаграмма второго уровня декомпозиции технологической подготовки производства РКТ: «Проектировать ТПП МО».

Проведенный анализ позволил сформулировать конкретные предложения по автоматизации работ отдела механической обработки. Реализация этих предложений позволит в 3 раза сократить затраты на технологическую подготовку и подготовку УП, сократит на 21% сроки технологической подготовки механообрабатывающего производства.

Литература:

1. В.Д. Костюков, Е.Д.Лобов, А.И. Островерх, В.Н. Сычев. Стратегическое планирование подготовки производства. Российская Академия Наук. Федеральное космическое агентство. Комиссия РАН по разработке научного наследия пионеров освоения космического пространства. Актуальные проблемы российской космонавтики. Труды XXX академических чтений по космонавтике. (Москва 25 - 27 января 2006 г.) Под общей редакцией А.К. Медведевой. - М. Комиссия РАН. 2006. Стр. 218 - 220.
2. А.В. Воронцов, В.Д. Костюков, А.И. Островерх, С.А.Лобова. Проблемы внедрения информационных технологий на производственных предприятиях. Научно-технический журнал «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И ПРОИЗВОДСТВЕ» № 1 2006. -М. Стр.56 - 63.

3. В.Д. Костюков, А.И. Островерх, В.Н. Сычев, С.А.Лобова. Формирование модели технологической подготовки производства. Научно-технический журнал «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И ПРОИЗВОДСТВЕ» № 2. 2006. -М. Стр.13 - 26.

ЦЕНТР ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РИСКОВ

А.А. Островерх

Государственный космический научно-производственный центр имени М.В. Хруничева

В условиях выхода отечественных космических технологий на международный рынок космической продукции и услуг необходимо создание эффективной системы их страховой защиты. Необходимость решения этой проблемы также во многом обусловлена тем, что недостаточное государственное финансирование космических проектов в России негативно сказывается на качестве космической продукции и услугах и техническом состоянии космической инфраструктуры в целом. При командно-административной системе хозяйствования весь объем ущерба, явившийся следствием реализации космических рисков, компенсировался за счет централизованных финансовых ресурсов, которые формировались на макроуровне в виде бюджетных и специализированных резервных фондов. В условиях же рыночной экономики Правительство России, ограниченное в возможности оперативного межотраслевого маневрирования значительными по объему финансовыми ресурсами в целях возмещения убытков в космической отрасли, не в состоянии обеспечить полноценную страховую защиту космической деятельности посредством использования исключительно централизованных фондов.

Однако объективная реальность такова, что освоение космического пространства характеризуется наличием повышенного риска, который заключается в потенциальной возможности нанесения значительного ущерба жизни и здоровью людей (космонавтов, обслуживающего персонала космической инфраструктуры и третьих лиц), экономическим интересам государства, участников космической деятельности и третьих лиц, а также окружающей среде.

В работе рассматриваются задачи и принципиальная схема функционирования ЦФЭПиР (Центр финансово-экономического прогнозирования и рисков) во взаимодействии с производством и системой ЕКИТСУП на ФГУП ГКНПЦ им. М.В.Хруничева. На рис. 1 продемонстрирована общая схема взаимодействия производства с инженерным и

риск центром. Внедрение системы ЕКИТСУП показывает что при неизменных технологии и трудоемкости изготовления, длительность изготовления может изменяться почти в три раза, и соответственно изменению длительности – объемы незавершенного производства, а следовательно и объемы финансовых кредитов, необходимых для производства, однако в данной системе не учтено что производство и внедрение РКТ на производстве связано с множеством рисков, от таких критических для производства как снижение спроса на изделие РКТ вследствие финансово-политических потрясений или стихийного бедствия, до не критичных но могущих повлиять на сроки и качества производства - недоставка товара поставщиком, не выплат процентов по кредитам займам и рисков связанным с прочими финансовыми инструментами. Так же внедрение системы ЦФЭПиР позволит не только правильно оценить эти и многие другие риски, что в свою очередь позволит грамотно управлять ими по нескольким направлениям (таких как физические и технические модели снижение рисков, например),но так же даст возможность со временем организовать единый централизованный фонд из которого будут покрываться затраты в случае происшествий различного характера и финансироваться производство.

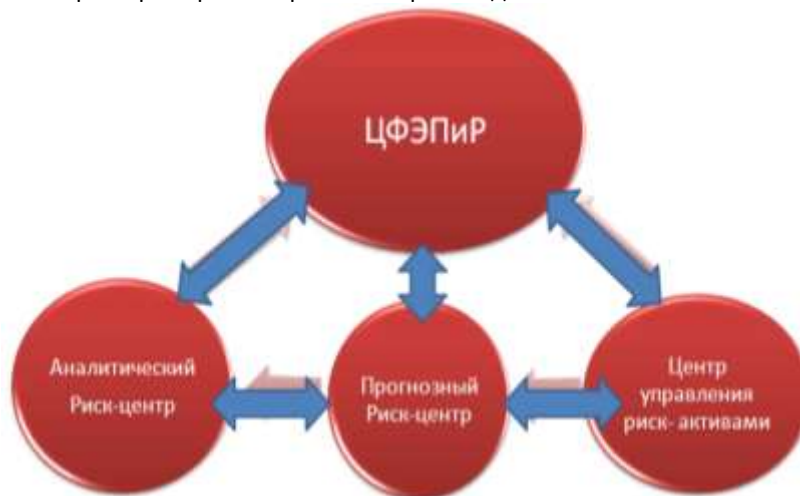


Рис. 1. Общая схема ЦФЭПиР

Основными модулями ЦФЭПиР системы являются: модуль Аналитического риск центра, модуль прогнозного риск центра и центр управления риск активами.

В дальнейшем роль перестраховочного блока расширяется с осуществления перестрахования всех рисков до перестраховки финансово громоздких в случае наступления страхового события рисков и осуществления страховой деятельности в интересах сотрудников предприятия (безвозмездное страхование жизни, здоровья, автотранспорта, имущества кадровых сотрудников).

Аналитический риск-центр распределяет данные для оценки рисков по 4-м блокам:

- закупка необходимых материалов и ПКИ;
- анализ рисков рынка финансовых инструментов необходимых к привлечению для внедрения изделия или продолжения производства;
- оценка рисков остановки производства и возникающих в связи с этим финансовых потерь;
- прочие риски (падение пилотируемых аппаратов, удар молнии, пожар, ... «экологическая ответственность», «ответственность перед третьими лицами»).

ОРГАНИЗАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СБОРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ

А.В. Цырков, А.А. Царев, А.А. Аниконов

Государственный космический научно-производственный центр имени М.В. Хруничева

Наиболее продуктивным методом проектирования при подготовке и управлении производством является модификация организационно-технических решений, полученных при формировании решений-предшественников. Изделия РКТ и элементы производственных систем, выбранные в качестве основы для принятия решений, называются "аналогами", а метод проектирования, базирующийся на накопленных организационно-технологических решениях – проектирование по объектам-аналогам. Преимущества организационно-технологического проектирования по аналогам заключаются в возможности сохранения и дальнейшего развития технологического опыта, преемственности ОТР, последовательной их рационализации.

Модель процесса представляет собой описание взаимоувязанного набора работ по изготовлению деталей, узловой, агрегатной и окончательной сборки, монтажу приборов, контролю. В основе схемы модели – конструктивные и технологические взаимосвязи элементов конструкции. Модель используется при решении задач, как подготовки, так и управления производством. Для этого в конструкторскую спецификацию объекта необходимо включить описание технологических маршру-

тов изготовления, определяющих порядок “перемещения” ДСЕ по цехам и участкам. Такая информационная модель получила название – производственная спецификация.

Организационно-технологическое проектирование – термин, определяющий общую группу методов решения задач при подготовке и управлении производством, основными из которых являются: определение структуры решения (структуры организационной системы, либо технологического процесса, либо структуры средств технологического оснащения); нормирование решения (расчет технико-экономических показателей системы либо процесса, технологических режимов, норм времени, либо конструктивных характеристик элементов СТО).

Исследования организационно-технологической среды производственных процессов окончательной сборки позволили определить информационно-алгоритмическую структуру моделируемого объекта (рис. 1). Базисным элементом объекта является технологический паспорт. Их совокупность упорядочивает последовательно-параллельные потоки производственных заданий, обеспечивающих выполнение работ по сборке сложной технической системы, какой является ракета-носитель.



Рис. 1. Модель производственного процесса окончательной сборки

Модель предназначена для подготовки информации, загружаемой в “производственный контур” ERP-системы. Как правило, современная система класса ERP реализует стандарт управления уровня MRP-II. Она

обладает достаточным функционалом для решения задач планирования материальных и трудовых ресурсов, производственных мощностей, но ее применение требует детальной проработки данных, описывающих и конструкцию, и технологию, и производственную систему.

Поэтому для решения задач подготовки производства, для представления и анализа вариантов решений по производству единичного изделия, для решения задач предварительного планирования производства, может быть использована система, функционал которой соответствует методологии проектного управления (*Project Management – PM*).

Разработка модели организационно-технологической среды производственных процессов окончательной сборки осуществлена с использованием структурно-параметрического моделиера. В модель можно включать (все определяется требуемой глубиной анализа) описание ресурсных характеристик: трудовых – подразделения, оборудование, средства технологического оснащения; комплектующих, основных и вспомогательных материалов. Для представления модели (рис. 1) использована система класса *PM – MicroSoft Project*.

МОДЕЛЬ АНАЛИЗА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПЕРСОНАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ

А.В. Антошкин, М.А. Мокеев

*Государственный космический научно-производственный
центр имени М.В. Хруничева*

Конкурентоспособность персонала как сложная система представляет собой сочетание разнофункциональных и разнокачественных объектов (рис.1).



Рис.1. Система факторов конкурентоспособности персонала

Тем самым конкурентоспособность персонала K_n можно представить в виде вектора:

$$K_n = (X_1; X_2; X_3; X_4; X_5),$$

где X_1 – трудовой потенциал;

X_2 – организационно-управленческий потенциал;

X_3 – инновационный потенциал;

X_4 – маркетинговый потенциал;

X_5 – финансовый потенциал.

Конкурентоспособность персонала организации определяется конкурентоспособностью отдельных групп работников и в значительной мере зависит от механизма их функционирования в производственном процессе. Формирование конкурентоспособности персонала происходит под воздействием факторов, обуславливающих экономический рост организации. В формировании конкурентоспособности персонала проявляется единство экономических и социальных процессов: работодатель ориентируется на достижение своих целей (повышение конкурентоспособности организации, получение прибыли, удовлетворение рыночной потребности в товарах и услугах и т.д.) путем качественного удовлетворения потребностей наемных работников в труде, а работники, в свою очередь, заинтересовываются общеорганизационными целями.

Забота о физической конкурентоспособности персонала – инструмент обеспечения работодателя долговременной удовлетворенностью функциональным качеством труда в организации.

Ключевые показатели оценки уровня конкурентоспособности персонала являются: занятость; размер дохода; использование рабочего времени; качество рабочей силы; здоровье, безопасность и благосостояние персонала; персонал и производственные отношения/

В практике отечественных предприятий можно выделить четыре основных этапа развития концепции поддержания конкурентоспособности персонала по критериям доминирования «социальная цель – экономическая цель», «персонал как ресурс – персонал как социум»:

1. Потребительская концепция.
2. Компетенционная концепция.
3. Карьерная концепция.
4. Маркетинговая концепция.

Исходным пунктом современной концепции поддержания конкурентоспособности персонала являются элементы, позволяющие достичь максимального эффекта на рынке труда: корпоративная компе-

тенция, длительность жизненного цикла, совокупные затраты, эффективность труда персонала.

Необходимо отметить, что синергетические свойства конкурентоспособности проявляются в результате совместного участия работников в общем трудовом процессе, специализации и кооперировании труда, развитие внутригрупповых экономических отношений.

**ОПЫТ СОЗДАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ И
ИПИ-ТЕХНОЛОГИЙ НА ВОРОНЕЖСКОМ МЕХАНИЧЕСКОМ ЗАВОДЕ**

***А.В. Гребенщиков, В.Н. Сухоруков
Воронежский механический завод - филиал
ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, г. Воронеж***

Информационные технологии, наряду с прогрессивными технологиями материального производства, позволяют существенно повышать производительность труда и качество продукции и в то же время значительно сокращать сроки постановки на производство новых изделий, отвечающих запросам и ожиданиям потребителей. Все сказанное, в первую очередь, относится к сложной наукоемкой продукции, в том числе к продукции ракетно-космической промышленности.

Применение ИПИ-технологий в двигательном производстве направлено на информационную поддержку процессов разработки, конструкторско-технологической подготовки производства, изготовления и эксплуатации.

Сейчас информационно-компьютерная сеть завода насчитывает более 700 пользовательских мест, функционирует система автоматизированного управления предприятием «ИПИ-РД», в рамках которой обеспечена интеграция различных направлений автоматизации в единую информационную систему. Она охватывает все этапы жизненного цикла выпускаемой продукции и все сферы производства: учет и отслеживание договоров, материально-техническое обеспечение, оперативно-календарное и технико-экономическое планирование, складской учет, планово-предупредительный ремонт оборудования, управление качеством, финансовый и бухгалтерский учет.

Оценка перспективы развития автоматизированной системы «ИПИ-РД», проведенная специалистами нашего предприятия, показала необходимость автоматизации процессов управления качеством продукции. Подобных систем, отвечающих специфике двигательного про-

изводства и соответствующих требованиям ИПИ-технологий, в отрасли не создано. Поэтому проблема разработки и внедрения автоматизированной системы управления качеством является актуальной и практически значимой.

В свете реконструкции и технического перевооружения участков производства ЖРД отдел информационных технологий участвует в реализации проектов по созданию автоматизированной системы управления производственной деятельностью новых участков. Приобретаемое новое высокоточное оборудование сегодня не может работать без автоматизированной системы. Данную систему предполагается построить на базе программного обеспечения Siemens MCIS. Эта система рассматривается как часть автоматизированной системы управления предприятием и ее планируется интегрировать с функционирующими модулями системы.

Перспектива развития ИПИ-технологий на Воронежском механическом заводе представляется в разработке автоматизированной системы управления качеством и внедрении с последующей интеграцией в модули технико-экономического планирования и оперативного управления производством всесторонних данных по качеству выпускаемой продукции, а также полномасштабной интеграции системы «ИПИ-РД» с внедряемыми на заводе MES и CAD/CAM/CAE – системами.

ПРИМЕНЕНИЕ PDM СИСТЕМ В РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Д.А. Шканов

*Государственный космический научно-производственный
центр имени М.В.Хруничева*

Применение PDM систем в ракетно-космической промышленности открывает новые перспективы и дает большой импульс для развития старейших аэрокосмических предприятий России.

Необходимо отметить, что появление PDM-систем (Product Data Management) обязано требованиям реализации продуктно-ориентированного подхода к описанию изделия. Если кратко взглянуть на историю появления и развития PDM-систем, следует отметить что изначально, в конце 80-х – начале 90-х гг. XX века, они появились из-за необходимости увязать между собой решения в области САПР, полученные различными рабочими группами, работающими над одним изделием.

Однако для полной интеграции в производственный процесс потребовалось расширить PDM-системы новыми средствами функциональности, - не только в области конструкторских, но и, в первую очередь, технологических аспектов деятельности производства. Данные PDM решения, в которых на первый план вышло обеспечение задачи управления жизненным циклом изделия, относят ко второму поколению PDM; данная концепция актуальна и поныне.

В дальнейшем развитие концепции PDM привело к идее тотального охвата всех информационных потоков, касающихся изделия. Отныне формирование информации о структуре изделия производилось в PDM-системе, а не транслировалось из полнофункциональных CAD-систем, как это было ранее. PDM-системы, реализующие данную концепцию, относят к третьему поколению. Именно таковой является PDM-система TeamCenter компании Siemens, идеально сочетающаяся с полнофункциональной CAD/CAM/CAE-системой NX. [1]

К концу 90-х гг. XX века стали появляться PDM-системы, которые относят к четвертому поколению, - реализующиеся на основе Web-технологий, и позволяющие работать с поставщиками и заказчиками, охватывая весь земной шар. Однако, ракетно-космической индустрии, требования надежности в которой во многом обязывают к определенной консервативности, свойственно работать с ограниченным кругом поставщиков и потребителей. На первый план выходит организация данных именно вокруг структуры изделия, что прекрасно реализуется PDM-системами третьего поколения. Поэтому решения PDM-системы TeamCenter на данный момент являются одними из наиболее актуальных в ракетно-космической промышленности.

Литература:

1. Рутковский А.В. Исследование методов конструкторских решений в PDM-системе и разработка модели приемо-сдаточных работ. Москва. 2007 г. 212 с.

ПРОЦЕССНЫЙ ПОДХОД В АНАЛИЗЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

К.Н. Болдырева, В.Д. Костюков, В.Н. Сычев

*Государственный космический научно-производственный
центр имени М.В.Хруничева*

Использование для управления деятельностью и ресурсами предприятия принципа системы взаимосвязанных процессов может называться «процессным подходом». Первое понимание процессного подхода базируется на четырех основных положениях:

- 1) определение процессного подхода применительно к организации;
- 2) определение бизнес-процесса организации;
- 3) понимании шагов, необходимых для внедрения процессного подхода в организации;
- 4) определение системы взаимосвязанных процессов организации.

Процессный подход является базовым средством, которым можно руководствоваться при анализе деятельности предприятия. Привязка процессов к функциональным подразделениям дает возможность определить границы процессов (по входам/выходам, выполняемым функциям подразделений), взаимодействие процессов в системе процессов предприятия, ответственных за результативность.

Определение объемов, очередности и сроков выполнения работ по полномасштабному внедрению информационных технологий, с учетом требований стандартов по менеджменту качества, является достаточно сложной проблемой, требующей принятия продуманного ответственного и взвешенного решения. Для принятия его необходимо располагать достоверной информацией об эффективности работы действующего предприятия. Эту информацию предоставляют системы бизнес-аналитики - BI (Business Intelligence).

Для решения подобных задач моделирования сложных систем существуют хорошо проверенные на практике методологии и стандарты. К таким стандартам относятся методологии семейства IDEF. С их помощью можно эффективно отображать и анализировать модели деятельности широкого спектра сложных систем в различных разрезах.

Таким образом, функциональное моделирование позволяет обследовать существующие бизнес-процессы, выявить их недостатки и на основе проведенного анализа построить идеальную модель деятельности предприятия. На основе этого можно сделать заключение, что существующая структура бизнес-процессов нуждается в реструктуризации, ее реализация обеспечит сокращение сроков и затрат проведения технологической подготовки производства новых изделий РКТ при одновременном повышении их качества.

Литература:

1. В.Д. Костюков, А.И. Островерх, А.И. Селиверстов Бизнес процессы технологического отдела расщепки и материальных нормативов. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РОССИЙСКОЙ КОСМОНАВТИКИ. Труды XXXIII академических чтений по космонавтике (Москва 26-30 января 2009 г.). Под общей редак-

- цией А.К.Медведевой. РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК. ФЕДЕРАЛЬНОЕ КОСМИЧЕСКОЕ АГЕНТСТВО. КОМИССИЯ РАН ПО РАЗРАБОТКЕ НАУЧНОГО НАСЛЕДИЯ ПИОНЕРОВ ОСВОЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА. Стр. 270-272.
2. В.Д. Костюков, А.И. Островерх, А.И. Селиверстов, В.Н. Мортвичев. Бизнес процессы отдела механизации и автоматизации производственных процессов. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РОССИЙСКОЙ КОСМОНАВТИКИ. Труды XXXIII академических чтений по космонавтике (Москва 26-30 января 2009 г.). Под общей редакцией А.К. Медведевой. РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК. ФЕДЕРАЛЬНОЕ КОСМИЧЕСКОЕ АГЕНТСТВО. КОМИССИЯ РАН ПО РАЗРАБОТКЕ НАУЧНОГО НАСЛЕДИЯ ПИОНЕРОВ ОСВОЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА. Стр. 265-267.
 3. В.Д. Костюков, А.И. Островерх, А.И. Селиверстов, С.В.Телегин. Бизнес процессы отдела неметаллов. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РОССИЙСКОЙ КОСМОНАВТИКИ. Труды XXXIII академических чтений по космонавтике (Москва 26-30 января 2009 г.). Под общей редакцией А.К. Медведевой. РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК. ФЕДЕРАЛЬНОЕ КОСМИЧЕСКОЕ АГЕНТСТВО. КОМИССИЯ РАН ПО РАЗРАБОТКЕ НАУЧНОГО НАСЛЕДИЯ ПИОНЕРОВ ОСВОЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА. Стр. 267-270.
 4. В.Д. Костюков, А.И. Островерх, А.В. Цырков Конспект лекций по курсу «Системы информационной поддержки разработок», Тема №11 «ПЛАНИРОВАНИЕ И КОНТ-РОЛЬ». Стр. 34-40.
 5. Н.М. Абдикеев, Т.П. Данько, С.В. Ильдеменов, А.Д. Киселев. Реинжиниринг бизнес-процессов: учебник - 2-е изд., испр. -М.: Эксмо, 2007.-592 с. – (Полный курс MBA). Стр.46-63.

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЗАПРАВОЧНО-СЛИВНОГО КЛАПАНА

Е.В. Жигеев

*Государственный космический научно-производственный
центр имени М.В.Хруничева*

Данная статья посвящена изучению и практическому применению методик моделирования при разработке структурно-параметрических моделей на примере корпуса заправочно-сливного клапана ракетноносителя. За исходные данные была взята информация об изделии-аналоге бак «О».

Параметризация - процесс включения в макет объекта параметров и конструкций, позволяющих управлять значением собственных параметров объекта и параметров положения его элементов.

Построение конструкторско-технологической модели включает в себя: создание геометрической параметризированной модели, реали-

зацию расчётов для формирования системы параметризации, описание модели производственной спецификации.

В параметризованной модели «Корпус», в качестве входного параметра выбран внутренний диаметр «Д». Остальные параметры привязываем к входному.

Элемент «корпус» состоит из 4 деталей (рис.1):

- элемент «корпус»;
- элемент «втулка» (рис. 2);
- элемент «штуцер1»;
- элемент «штуцер2»;

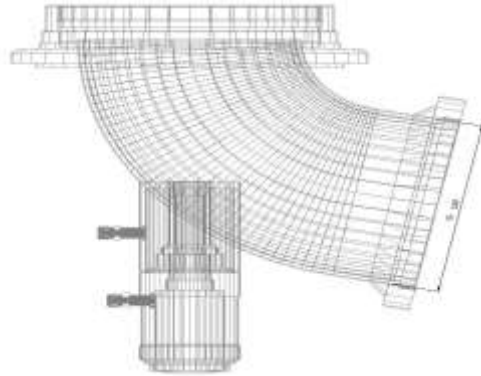


Рис. 1. Изделие в сборке

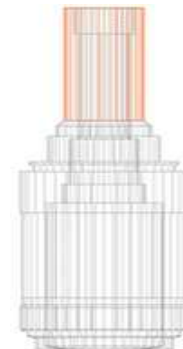


Рис. 2. Элемент «втулка»

Описание технологической модели изделия производим с помощью программы *Pr_tech5*. Исходной информацией для работы программы является структурно-параметрическая модель "Задача технологического проектирования", определяющая совместную обработку: технологической модели изделия; моделей одной или нескольких технологических систем; модели технологического решения.

В качестве модели технологической системы была выбрана модель "Mechob2", реализующая методику расчета трудоемкости обработки резанием на основании режимов обработки.

Перед нами стоит задача создание укрупненной модели механической обработки детали «Втулка» (Производственная спецификация). В производственной спецификации соединили модель детали (*vtulka.spm*), заготовку (*zag.spm*) и маршрут изготовления. Маршрут изготовления детали описывается в файле производственной спецификации (*pr_spec.spm*). Маршрут изготовления детали «Втулка» был взят из

реально существующего цехового технологического процесса на изготовление данной детали.

При изменении входных параметров мы будем наблюдать на изменение технологического процесса (время, ресурсы).

В итоге решение поставленной задачи включило:

- параметризованную геометрическую модель «Корпус» относительного заданного параметра (внешний диаметр корпуса);
- параметризованную модель производственной спецификации;
- технологический процесс модели;
- ряд диаграмм Ганта, что позволило оперативно оценить стоимость проекта по изделию аналога, изменяя при этом значения входных параметров.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРИЕМА ДАННЫХ С ПЕРСПЕКТИВНЫХ КА В НОВЫХ ЦИФРОВЫХ ФОРМАТАХ

А.А. Козлов

«МАТИ» - Российский государственный технологический университет им. К.Э. Циолковского

Спутниковые гидрометеорологические полярно-орбитальные системы мирового сообщества в настоящее время планируют переход на новые цифровые форматы передачи данных на наземные станции – форматы LRPT и AHRPT. Формат LRPT предназначен для передачи ограниченного объема данных и на новых КА заменяет существующий аналоговый формат АРТ. Формат данных AHRPT предназначен для передачи полного объема данных и заменит существующий формат HRPT.

Переход на новые цифровые форматы обуславливается тем, что измерительная аппаратура КА нового поколения будет иметь большие информационные возможности, чем оперативные КА. Эти форматы являются перспективными и будут применяться на новых гидрометеорологических КА мирового сообщества, в том числе и уже применяются на новом российском КА «МЕТЕОР-М».

Система передачи цифровых данных в формате LRPT должна обеспечивать передачу данных низкого пространственного разрешения с полярно-орбитальных КА на любые пункты приема информации (ППИ), снабженные соответствующими техническими средствами приема и обработки спутниковой информации. В режиме LRPT (с КА NOAA, МЕТОР и КА серии «Метеор-М») должны передаваться следующие виды информации:

- Три канала сканера AVHRR или МСУ-МР, данные которых будут усечены до 8 бит и сжаты примерно в 8 раз. При этом пространственное разрешение данных AVHRR будет 1,1 км вместо 4 км в режиме АРТ.
- Данные аппаратуры AMSU, HIRS и др. зондировщиков атмосферы.
- Данные мониторов космического пространства SEM.
- Данные системы GPS.
- Специальные сообщения.

Для совместимости с антенными системами многочисленных существующих сегодня приемных станций АРТ несущая частота радиоканала LRPT была окончательно выбрана в диапазоне 137 МГц вместо предполагавшегося ранее диапазона 1,7 ГГц. При этом полоса радиотракта новой радиолинии получается значительно более широкой, чем при передаче аналогового сигнала в формате АРТ. Однако, за счет применения помехоустойчивого кодирования и соответствующего выбора мощности бортового радиопередающего устройства, совместимость с приемными антеннами существующих наземных станций вполне обеспечивается.

ИНФОРМАЦИЯ И ЕЕ ХРАНЕНИЕ НА МАГНИТНО-ЛЕНТОЧНЫХ УСТРОЙСТВАХ

Д.В. Михин

«МАТИ» - Российский государственный технологический университет им. К.Э. Циолковского

В современном постиндустриальном обществе наиважнейшим продуктом хозяйственной деятельности является информация, объем которой возрастает в геометрической прогрессии. В связи с этим вопрос архивации данных является самостоятельной научно-технической и организационной проблемой. В данной статье будут рассмотрены аппаратные и программные средства, а так же методы архивации данных.

Архивация данных – это методы и средства для упорядочения и уменьшения объема информации на физических носителях для их длительного хранения.

Несмотря на конструктивные различия, во всех ленточных устройствах используются всего два базовых метода записи: линейная магнитная запись (DLT/SDLT, SLR, LTO) и наклонно-строчная магнитная запись (DAT/DDS, AIT/S-AIT, VXA).

К недостаткам линейной записи следует отнести относительно низкую плотность записи информации, а также непосредственную зависимость скорости записи/чтения от скорости движения магнитной лен-

ты. К несомненным достоинствам — возможность создания простого и надежного лентопротяжного механизма, незначительный износ магнитной ленты, высокую надежность хранения записанных данных.

Наклонно-строчная технология изначально разрабатывалась для записи видеосигнала на магнитную ленту. В таких системах несколько считывающих/записывающих головок размещают на вращающемся барабане, установленном под углом к вертикальной оси. Лента при записи/чтении движется в одном направлении. Так как абсолютная скорость движения ленты невелика, процессы старта и остановки занимают меньше времени и создают меньше механической нагрузки на ленту. Следовательно, можно использовать более тонкие ленты. Помимо этого, при наклонно-строчной записи плотность расположения дорожек в несколько раз выше, чем при линейной записи.

При внедрении систем резервного копирования, необходимо уделять особое внимание разработке политики резервного копирования. Эта политика включает подробное описание резервируемых серверов и приложений, описание последовательности действий для восстановления данных или работоспособности серверов и приложений, а также регламенты хранения резервных копий. И на основе этого делать вывод какие аппаратные и программные средства необходимы, будет это дорогостоящая роботизированная библиотека или примитивный стример, мощное и полное дорогостоящее ПО или примитивный базовый пакет. Такой подход позволяет сократить расходы организации на архивацию данных.

СИСТЕМЫ ИНЖЕНЕРНОГО АНАЛИЗА И РАСЧЕТОВ (CAE-СИСТЕМЫ)

А.Е. Самашов

«МАТИ» - Российский государственный технологический университет им. К.Э. Циолковского

CAD-системы (computer-aided design компьютерная поддержка проектирования) предназначены для решения конструкторских задач и оформления конструкторской документации (более привычно они именуются системами автоматизированного проектирования САПР). Как правило, в современные CAD-системы входят модули моделирования трехмерной объемной конструкции (детали) и оформления чертежей и текстовой конструкторской документации (спецификаций, ведомостей и т.д.). Ведущие трехмерные CAD-системы позволяют реализовать идею сквозного цикла подготовки и производства сложных промышленных изделий.

CAE-системы (computer-aided engineering – поддержка инженерных расчетов) представляют собой обширный класс систем, каждая из которых позволяет решать определенную расчетную задачу (группу задач), начиная от расчетов на прочность, анализа и моделирования тепловых процессов до расчетов гидравлических систем и машин, расчетов процессов литья. В CAE-системах также используется трехмерная модель изделия, созданная в CAD-системе. CAE-системы еще называют системами инженерного анализа.

В настоящее время стремительно развиваются CAE-системы (программы инженерного анализа), которые позволяют моделировать поведение различных систем, конструкций, механизмов.

CAE-системы позволяют реализовать на практике широкий спектр расчетов:

- статических,
- динамических,
- тепловых.

CAE – системы позволяют точно определить напряженно – деформированное состояние.

В состав CAE-систем прежде всего включают программы для:

- моделирование полей физических величин, в том числе анализ прочности, который чаще всего выполняется в соответствии с методом конечных элементов;
- расчет состояний моделируемых объектов и переходных процессов в них средствами макроуровня;

Основными частями программ анализа с помощью МКЭ являются библиотеки конечных элементов, препроцессор, решатель и постпроцессор.

Исходные данные для процессора – геометрическая модель объекта, чаще всего получаемая из подсистемы конструирования.

Основная функция препроцессора – представление исследуемой детали в сеточном виде, то есть в виде множества конечных элементов, свойств объекта расчета, расчетные нагрузки, и закрепление.

Решатель – программа, которая преобразует общую конечно элементную модель конструкции в систему линейных алгебраических уравнений и решает эту систему.

Постпроцессор служит для визуализации результатов расчета КЭМ в удобной для пользователя форме. В машиностроительных системах автоматизированного проектирования (САПР) это графическая форма. Пользователь может видеть исходную (до нагружения) и деформиро-

ванную формы детали, поля напряжений, температур, потенциалов и так далее в виде цветных изображений, в которых палитра цветов или интенсивность свечения характеризуют значения фазовой переменной.

Спрос на САЕ – системы обусловлен следующими причинами:

- значительным снижением стоимости высокопроизводительной техники;
- повышением эффективности вычислительных технологий;
- удобством и простотой использования САЕ-систем. Благодаря современным пользовательским интерфейсам, снабженным мастер-программами, цветными схемами для вывода результатов и другими аналогичными средствами, аналитические инструменты теперь могут использовать проектировщики и специалисты, не имеющие профессионального опыта работы с компьютером;
- сложным положением производителей, вынужденных, с одной стороны, быстро выпускать более качественную продукцию, а с другой - снижать издержки на производство и оплату труда персонала.

**ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СУБД ЛИНТЕР ДЛЯ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ
В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ**

А. Баранов

ЗАО НПП "РЕЛЭКС", г. Воронеж

1. Общий обзор возможностей СУБД ЛИНТЕР
 2. Особенности СУБД ЛИНТЕР для систем реального времени (Linter Real Time)
- 1.1 Программно-аппаратные особенности:
 - Особенности файлового ввода-вывода
 - Особенности приоритизации процессов
 - Особенности сетевого взаимодействия.
 - 1.2 Возможности СУБД ЛИНТЕР:
 - Фиксированные требования к ресурсам
 - Асинхронные запросы - продолжение выполнения без ожидания ответа
 - Поддержка многопоточности
 - Приоритеты обработки запросов
 - Аппарат событий
 - Предварительная трансляция запросов
 - Управление выполнением запроса

- Групповые вставка и извлечение данных
 - Таблицы в памяти (in-memory table)
2. Перспективы развития СУБД ЛИНТЕР:
- Возможность «задержки» в хранимых процедурах
 - Возможность внеочередного управления выполнением запросов
 - Использование максимально быстрых методов взаимодействия процессов
 - Перенос на ОС RT OS 32
 - Перенос на ОС LynxOS
 - Повышение эффективности протоколов взаимодействия

ПНЕВМОВАКУУМНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ НА ГЕРМЕТИЧНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО РАЗВИТИЯ

С.Е. Абрамин

КБ «Арматура» - филиал ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, г. Ковров

Немаловажным фактором в космическом ракетостроении является обеспечение высоких требований по герметичности изделий.

Одна из основных задач, которые решаются на предприятии КБ "Арматура", связана с обеспечением газоснабжения для проведения необходимых работ по испытаниям и подготовке к пуску изделий космического назначения.

Для проведения испытаний разгонного блока "Фрегат ГКЦ" на космодроме "Куру" в Гвиане был разработан комплект пневмовакуумного оборудования КПВО РБФГКЦ. Данный комплект оборудования является многоцелевым и предназначен для проведения испытаний на герметичность двигательных установок систем обеспечения запуска (ДУ СОЗ), маршевых двигательных установок (МДУ) и приборных контейнеров (ПК).

На примере данного оборудования показан процесс проведения испытаний на герметичность мест сварки триметаллических днищ со шпангоутом. Основные компоненты системы для проведения испытаний: пневмопульт, вакуумные установки, масс-спектрометрический течеискатель и комплект контрольных течей.

Все описанное оборудование позволяет проводить проверки герметичности, необходимые для дальнейшего процесса подготовки к пуску разгонного блока "Фрегат ГКЦ".

**ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ И ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ
ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА НА СТАНКАХ С ЧПУ***Е.Н. Володин, Т.В. Рассолов**КБ «Арматура» - филиал ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, г. Ковров*

Уменьшение времени производственного цикла – ключ к современному производству. Сегодня производственные затраты тесно связаны с инвестициями в металлорежущее оборудование. Все сфокусировано на уменьшении времени машинообработки. Можно повысить общую производительность труда, заменяя устаревшие инструменты на более прогрессивные, с более высокой износостойкостью и позволяющих работать на повышенных скоростях съема металла. Таким инструментом является сборный инструмент с твердосплавными пластинами. Его основными преимуществами являются:

- сокращение времени подналадки инструмента за счет исключения его привязки и выставке по высоте центров;
- возможность быстрого подбора режимов резания путем замены пластин с другой геометрией;
- стабильность получения параметра шероховатости и точности при прочих равных условиях.
- надежное дробление стружки;
- исключение необходимости в заточке инструмента.

Твердые сплавы постоянно развиваются, причем меняется как структура самого сплава, так и состав покрытий.

Предприятие КБ «Арматура» проводило совместные работы с различными фирмами поставщиками режущего инструмента таких как Sandvik Coromant, Iskar, Hanita, Korloy. В настоящее время эти работы продолжаются в части подбора режущего инструмента для обработки труднодоступных элементов типа «седло», глубоких радиальных и особенно торцевых канавок. Остановить выбор на какой то одной фирме-изготовителе режущего инструмента не предоставляется возможным поскольку каждая из них имеет сильные и слабые стороны. Кроме этого вопрос цена-качество вносит существенные коррективы при выборе.

Повышение производительности труда и качества изделий, значительная экономия средств за счет уменьшения машинного времени на обработку изделий, снижения брака, сокращения расходов на дорогостоящие операции координатной шлифовки, заточки и слесарной доводки - очевидные результаты применения высокопроизводительного твердосплавного инструмента.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В КОНСТРУКЦИЯХ ИЗДЕЛИЙ ПНЕВМОАВТОМАТИКИ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ**А.С. Гончаренко, А.А. Толоконников****КБ «Арматура» - филиал ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, г. Ковров**

К изделиям пневмоавтоматики, входящим в состав вновь создаваемых ракетно-космических комплексов, предъявляются повышенные требования. Прежде всего, это увеличение сроков службы, повышение ресурса работы изделий, уменьшение стоимости.

Одним из направлений решения указанных задач является использование неметаллических материалов в конструкциях разрабатываемых изделий. При этом улучшается износостойкость нагруженных узлов, уменьшается трение в подвижных соединениях, улучшаются характеристики герметичности.

В докладе рассмотрены технические решения, связанные с применением неметаллических материалов в разработанных на предприятии изделиях пневмоавтоматики, результаты их отработки при внедрении в серийное производство. Основное внимание уделено использованию неметаллических материалов в направляющих кольцах подвижных соединений в парах поршень – цилиндр, в элементах, передающих усилия в высоконагруженных парах (в частности, подшипников скольжения, где пята выполнена из графелона, подшипник скольжения – из текстолита и (или) графелона), в уплотняющих седлах шаровых кранов (графелон и фенилон вместо полиамида-6).

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ И ПРИМЕНЕНИЕ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ**Т.В. Рассолов, А.В. Волгин, Л.В. Дербенёв,****Р.А. Чёлышев, Е.В. Изволенский****КБ «Арматура» - филиал ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, г. Ковров**

Настоящая работа посвящена исследованию свойств покрытий на основе фтор-ПАВ марки 6МФК-180 (покрытия эпиламом). Результатом эпиламинирования является создание на обработанной поверхности специального защитного покрытия – мономолекулярной пленки толщиной 4-8 нм, практически не изменяющей геометрические размеры обрабатываемых деталей.

Уникальные физико-механические, химические и эксплуатационные свойства этих покрытий известны давно, но сообщения носят, в основном, рекламно-информационный характер без описания методик проведения испытаний и критериев оценки результатов. Нет сведений об исследованиях

свойств эпиламов и внедрении покрытий на их основе в изделиях ракетно-космической техники (РКТ).

Цель работы – установление областей применения покрытий и возможности их использования для повышения надежности деталей и изделий РКТ.

Исследовались антифрикционные и защитные свойства покрытий, нанесенных из эпиламирующего состава «Автокон-0.5» АОЗТ «Автоконинвест». Термофиксация покрытий производилась при 150 и 300 °С. Исследовались также стойкость покрытий к действию сред гальвано-химического производства и совместимость покрытий со смазками, применяемыми в изделиях РКТ и смазочно-охлаждающими жидкостями, применяемыми при их изготовлении.

Анализ результатов свидетельствует о том, что покрытие эпиламом снижает коэффициент трения стальных образцов \approx в 1,5 раза и полностью исключает склонность стали к схватыванию. Отмечена неудовлетворительная совместимость покрытий эпиламом с некоторыми смазочными материалами («Криогель», ВНИИ НП–282, ЦИАТИМ-221, ЦИАТИМ-203).

Данные исследований по применению покрытий эпиламом в уплотнениях из резины показывают, что эпиламирование уплотняемых поверхностей эффективно уменьшает силу трения покоя в подвижных резиновых уплотнениях.

При исследовании свойств фрикционных пар сталь-покрытие установлено, что наличие покрытия эпиламом между деталями фрикционной пары не является определяющим в обеспечении антифрикционных свойств пары трения. Наименьшим коэффициентом трения обладают фрикционные пары с эпиламированным покрытием.

Опытным путём установлено, что антикоррозионная обработка направляющих токарно-револьверного центра с ЧПУ HAAS модели SL-30THE с применением покрытия эпиламом обеспечивает им коррозионную стойкость на срок не менее 1,5 лет.

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ

ПНЕВМОАРМАТУРЫ С НОВЫМИ

ЗАПОРНО-РЕГУЛИРУЮЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

С.В. Кольванский, А.И. Цветков

КБ «Арматура» - филиал ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, г. Ковров

Для устройств контроля кондиционности газов высокого давления, применяемых в системах газоснабжения ракетно-космических ком-

плексов, необходима пневмоарматура, обеспечивающая плавное регулирование расходов газов с нижним пределом диапазона регулирования расхода рабочей среды – $0,2 \text{ дм}^3 \cdot \text{ат}/\text{мин}$ при давлениях на входе от 0,02 до 40 МПа с требуемым ресурсом и надежностью работы. Запорно-регулирующие элементы пневмоарматуры при полном открытии должны обеспечивать D_u не менее 2 мм.

В докладе рассматриваются разработанные образцы пневмоарматуры с новыми запорно-регулирующими элементами, имеющими указанные выше характеристики; приводятся результаты исследований их работы. В частности рассматриваются конструкции двух вариантов запорно-регулирующего вентиля.

Первый вариант конструкции обеспечивает плавность регулирования расхода и увеличение герметизации затвора за счет использования седла и регулирующего элемента конической формы, обеспечивающей минимально-возможный зазор между ними, а также за счет введения специального конструктивного элемента (в виде металлической манжеты), обеспечивающего безударное открытие запорного элемента и плавное натекание рабочей среды в момент разгерметизации.

Второй вариант конструкции основан на регулировании расхода воздуха с помощью набора микроотверстий различного диаметра (от 10 мкм до 0,5 мм), выполненных в коническом поворотном затворе и выходящих в один вертикальный канал, который, в свою очередь, связан с выходной полостью вентиля. При вращении затвора вокруг своей оси различные его отверстия могут совмещаться с входной полостью вентиля, обеспечивая различный расход рабочей среды.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ШТАМПОВКИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ТРУБ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

***С.В. Конанков, Е.М. Халатов, В.Н. Воробей, Т.В. Рассолов
КБ «Арматура» - филиал ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, г. Ковров***

В настоящее время все большее применение и развитие в производстве машин, агрегатов и систем с широкой номенклатурой типовых деталей получают процессы холодной обработки металлов давлением, такие как процесс гидравлической штамповки полых деталей из трубных заготовок.

Гидроштамповка полых деталей с отводами из трубных заготовок осуществляется в разъемной матрице путем осевой осадки заготовки и одновременной подачей в полость заготовки жидкости под давлением.

Материал заготовки претерпевает пластическую деформацию, принимая форму ручья матрицы.

Для качественного изготовления гидроштампованных деталей необходимо обеспечить наиболее рациональную схему нагружения заготовки и реализовать оптимальные параметры деформирования. На практике это достигается пошаговой отработкой технологического процесса, что приводит к увеличению затрат и времени на изготовление.

С целью повышения качества и автоматизации производства предлагается на стадии проектирования процесса штамповки использовать средства математического моделирования. При моделировании реализуются различные схемы нагружения заготовки и законы изменения энергосиловых параметров процесса.

Моделирование процесса с межоперационной термической обработкой материала заготовки подразумевает, что на следующем этапе моделирования модель наследует деформируемую геометрию заготовки и начальные пластические свойства материала. Критериальная оценка результатов моделирования позволяет сделать выводы о качественном выполнении детали при выбранных условиях нагружения заготовки

Выполняя последовательность действий, описанных выше, достигается автоматизация расчетов энергосиловых параметров и процедур управления процессом с целью достижения более качественного изготовления детали.

РАЗРАБОТКА НОВЫХ ОБРАЗЦОВ УПЛОТНЕНИЙ ПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ КРИОГЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР

А.В. Кошков, А.И. Цветков

КБ «Арматура» - филиал ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, г. Ковров

В докладе представлены результаты исследований уплотнений подвижных соединений (УПС) пневмогидроагрегатов высокого давления работающих в условиях криогенных температур.

Анализ существующих конструкций УПС и работ по использованию материалов в качестве уплотнителей криогенной арматуры показали, что:

а) наиболее близко тактико-техническим требованиям, предъявляемым к криогенным УПС, отвечают сальниковые и комбинированные УПС;

б) материалами сальниковых уплотнений должны быть либо набивки из плетеного гибкого графитового или тефлонового (фторопластового) волокна, либо наборы сальниковых колец, изготовленные из композиционных материалов на основе терморасширенного графита или на основе фторопласта;

в) комбинированное УПС должно быть выполнено в виде манжетного или шевронного уплотнения, в котором уплотнительный (скользящий) элемент должен изготавливаться из композиции на основе фторопласта-4, силовой элемент из дисперснотвердеющего сплава, свойства которой не меняются в широком диапазоне температур длительное время (бериллиевая бронза БрБ2, сплав З6НХТЮ), обязательно наличие промежуточного элемента, обеспечивающего равномерную и непрерывную передачу распорного усилия от силового элемента к уплотнительному.

На основании данных положений предложены пять вариантов криогенных УПС для дальнейшей отработки, изготовления и исследовательских испытаний.

Тактико-технические требования разрабатываемых образцов УПС соответствуют мировому уровню, а некоторые предлагаемые технические решения могут быть использованы в процессе разработки новых конструкций уплотнений подвижных соединений работающих в условиях криогенных температур.

**ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКА КАМЕРЫ ЖРД МАЛОЙ ТЯГИ,
ИСПОЛЬЗУЮЩЕГО НЕСАМОВОСПЛАМЕНЯЮЩИЕСЯ
ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ КОМПОНЕНТЫ ТОПЛИВА
КИСЛОРОД- УГЛЕВОДОРОДНОЕ ГОРЮЧЕЕ**

А.С. Лесовников

***Государственный космический научно-производственный
центр имени М.В.Хруничева***

Практически все существующие в настоящее время ЖРД малой тяги используют самовоспламеняющиеся компоненты топлива типа несимметричный диметилгидразин (НДМГ) – четырёхокись азота. ЖРД малой тяги, работающий на указанных компонентах топлива, получает одно несомненное преимущество, – отсутствие системы зажигания. Другим преимуществом работы двигателя на указанных компонентах является то, что в отличие от криогенных компонентов (кислорода или метана) данные компоненты менее проблематично сохранять в течение

нии длительного времени на борту КЛА или разгонного блока. Однако, ЖРД малой тяги, использующие все существующие самовоспламеняющиеся компоненты топлива, имеют два серьёзных недостатка – это меньший удельный импульс, т.е. хуже экономичность двигателя; другой несомненный недостаток – это токсичность всех самовоспламеняющихся компонентов.

В течение ряда лет автором проводились в Московском авиационном институте исследовательские работы по созданию камеры ЖРД малой тяги использующего несамовоспламеняющиеся компоненты – окислитель кислород и углеводородные горючие (керосин и метан).

Существует принципиальное различие в проектировании камер использующих топливную пару НДМГ – четырёхокись азота или кислород-углеводородное горючее. В первом случае оба компонента поступают в камеру в жидкофазном состоянии, в другом случае по ряду причин крайне желательным является поступление кислорода в камеру сгорания в газообразном состоянии. Это приводит к принципиально другой организации как смесеобразования, так и всего рабочего процесса в камере.

Основные задачи, которые должны быть решены при создании ЖРД малой тяги на компонентах кислород – углеводородное горючее следующие:

- создание надёжной и компактной системы зажигания рассчитанной на многократное включение;
- обеспечение высокой полноты сгорания топлива в малоразмерной камере сгорания;
- обеспечение надёжного охлаждения камеры двигателя, не приводящие к большим потерям удельного импульса.

При разработке камеры проводились исследования по созданию эффективного внутреннего и на отдельных участках (наиболее теплонапряженные места) наружного охлаждения, позволяющие с одной стороны обеспечить сохранность камеры, а с другой не приводящие к существенным потерям в удельном импульсе.

**ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ В ИСТОРИИ СОЗДАНИЯ КРИОГЕННЫХ
ЗАПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ. СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ЗАПРАВКИ
ЖИДКИМ КИСЛОРОДОМ**

А.Ю. Волков

**Государственный космический научно-производственный
центр имени М.В.Хруничева**

Жидкие криогенные продукты в больших количествах впервые стали применять в ракетно-космической технике. Использование кислорода в качестве окислителя, а затем водорода в качестве горючего позволило создать отечественные жидкостные ракетные двигатели, которые по своим параметрам превышали результаты, достигнутые ведущими фирмами мира, и полностью исключали загрязнение окружающей среды.

Первые крупные отечественные криогенные системы, обеспечивающие наземную отработку жидкостных ракетных двигателей, элементов ракеты и ракеты в целом, были созданы в 50-60-е годы прошлого столетия. Из стартовых систем заправки РН первого поколения следует отметить систему заправки ракеты «Восток», которая в модернизированном виде используется по сей день при выводе на околоземную орбиту космических кораблей с космонавтами и грузами на борту.

Широкое применение криогенные компоненты нашли в 70-80-е годы при создании РН «Н-1», «Энергия».

Основными требованиями, предъявляемыми к современным комплексам заправки кислородом для такого ракетносителя как «Ангара» и РБ 12КРБ, КВРБ, а в перспективе и КВТК, является:

1. Длительное хранение жидкого криогенного продукта, на заданном температурном уровне с минимальными потерями ~15-20 % в год по кислороду и азоту.
2. Обеспечение скоростной заправки, для быстрого захолаживания системы и уменьшения потерь на выкипание в пристеночных областях трубопровода.
3. Проведение мероприятий по снижению температуры кислорода за счет более низкокипящих криогенных продуктов, что помогает исключить кипение в неизолированных или слабо изолированных баках, а так же упрощает работы с криогенной жидкостью, увеличивая массу полезного груза, выводимого на орбиту.
4. Уменьшение интенсивности теплообмена с окружающей средой, по длине трубопроводов, за счет применения теплоизолирующих материалов, позволяющих снизить потери на испарение и гидравлическое сопротивление трубопровода.

5. Обеспечение пожаро-взрывобезопасности систем.

В работе также приведено описание основного наземного оборудования, участвующего в заправке разгонного блока КВРБ жидким кислородом, его конструктивные и технологические особенности подготовки и заправки КТ, а также основные направления в развитии современных стартовых криогенных систем.

Анализ данного оборудования показал, что оно полностью удовлетворяет требованиям по заправке и термостатированию ж/кислорода в баке криогенного РБ КВРБ.

СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МАТРИЦЫ ДИСПЕРГИРУЕМЫХ МАЛОГАБАРИТНЫХ ЗАРЯДОВ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА ДЛЯ РАКЕТНОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Ю.А. Лёвушкин

*Государственный космический научно-производственный
центр имени М.В.Хруничева*

А.Н. Бобров, А.В. Сухов, Д.А.Ягодников

МГТУ им. Н.Э.Баумана

Уменьшение габаритов и масс космических аппаратов привело к снижению уровня потребного управляющего воздействия (0,00003 – 20 Н·с). Поэтому актуален поиск новых схемных решений микродвигателей многократного включения с возможностью оперативного управления. Одним из возможных вариантов может стать ракетная двигательная установка (РДУ), принцип работы которой основан на сжигании с диспергированием таблеток – малогабаритных зарядов (МЗ) твердого топлива (ТТ). Перспективная РДУ на ТТ может быть оснащена одна-, двух- или трехмерной матрицей МЗТТ. Каждый МЗТТ (масса $15 \cdot 10^{-9} - 10^{-2}$ кг) контактирует с индивидуальным воспламенительным устройством для адресного воспламенения. Изготовление матрицы МЗТТ невозможно без разработки специальной технологии. Ранее нами установлено, что метод трафаретной печати, известный в технологии толстых пленок и основанный на нанесении на подложку через трафарет паст с последующей сушкой отпечатка, позволяет формировать структуры размером 125×200 мкм и толщиной 15 – 200 мкм из паст различного состава. Чтобы адаптировать этот метод для изготовления матрицы МЗТТ необходимо: увеличить толщину печатного элемента (ограниченную растеканием пасты), разработать составы паст с низкой температурой сушки и содержащие окислительные компоненты ТТ. Данная работа посвящена разработке способа изготовления матрицы МЗТТ на осно-

ве трафаретной печати применяемой в микроэлектронной промышленности.

Изготовление матрицы МЗТТ, в соответствии с предлагаемым способом, производится в два этапа. На первом этапе на подложке формируют индивидуальные воспламенительные устройства, например, резисторы с токопроводящими шинами. Печать резисторов производится пастой содержащей в качестве функционального наполнителя графит, а токопроводящих шин пастой содержащей серебро. Для этого используется трафаретная печать с незначительным изменением режимов термообработки отпечатка. На втором этапе поверх индивидуальных воспламенителей наносят МЗТТ. Для этого впервые предложен состав пасты с низкой температурой сушки и содержащей перхлорат аммония. МЗТТ с типовыми размерами и толщинами наносят известным методом. Если размеры МЗТТ составляют 200 – 20000 мкм при толщине 200 – 10000 мкм впервые рекомендовано применять модернизированный по ряду параметров трафарет. После заполнения полостей трафарета пастой производится низкотемпературная сушка всего образца.

Основными достоинствами предложенного способа, являются возможность формирования элементов толщиной на порядки превышающей толщины, реализуемые по существующей технологии, низкие температуры сушки, а так же незначительный разброс масс МЗТТ (менее 1%) вследствие, дозировки больших объемов пасты. В процессе изготовления экспериментальных образцов подтверждена реализуемость на практике нового способа, получены рекомендации по нормированию режимов, а именно размерам трафаретов, скоростям подачи паст и временам сушки с учетом применяемых материалов.

**ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ –
ОСНОВА КАЧЕСТВА СОЗДАВАЕМОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ И
ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ**

В.А. Милаев, А.А. Фаткин, Т.В. Рулева

КБ «Арматура» - филиал ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, г. Ковров

Целью настоящих исследований является повышение качества создаваемой документации на основе системы параметрического описания нормативных документов (НД). Такой подход к организации электронного массива НД обеспечит решение комплекса вопросов, связанных с тех-

нологической подготовкой производства и, в конечном счете, позволит сократить сроки создания и стоимость выпускаемой продукции.

В докладе рассматриваются основные положения построения системы, которые заключаются в упорядочивании параметров, описанных в НД в виде последовательности, соответствующей условному обозначению стандартной единицы производства, регламентируемой данным НД. Такую последовательность можно представить в виде формулы обозначения ($\Phi_{об}$):

$$\Phi_{обj} = [\varphi B_{iz}]_j$$

где j - порядковый номер НД; φ - последовательность; B_i - параметр; i - порядковый номер параметра; z - шаг нумерации параметров; n - количество параметров. Каждый параметр этой $\Phi_{об}$ в НД может быть указан в явном виде, т.е. иметь ряд значений, или в виде ссылки на другой НД ($\Phi_{об}$). Постановка на учет в электронный архив НД в соответствии с $\Phi_{об}$ обеспечивает возможность автоматически кодировать стандартные единицы производства. Формула кода ($\Phi_{ок}$) представляет собой набор тех же самых параметров, но в последовательности, соответствующей требованиям классификации и кодирования.

$$\Phi_{ок} = \varphi [X(N)]_{iz}$$

где φ - последовательность параметров; X - десятичный цифровой разряд кодового обозначения; N - число разрядов кодового обозначения (длина кода); i - порядковый номер параметра в $\Phi_{об}$; z - шаг нумерации параметров; n - количество параметров в $\Phi_{об}$; $[X(N)]_{10}, [X(N)]_{20}, [X(N)]_{30}, \dots, [X(N)]_i$ - однозначные коды значений параметров в $\Phi_{ок}$.

Внедрение рассматриваемой системы на уровне Госстандарта не только упрощает процедуры учета и ведения НД, проверку корректности цепных ссылок, но и обеспечивает создание единого информационного пространства предприятия, позволяющего наиболее эффективно решать вопросы по учету и контролю примененных НД, их актуализации, обеспечивает автоматизированное формирование чертежей на стандартные ДСЕ, выбор маршрута и материалов для изготовления, расчет геометрических параметров заготовок.

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЛИЦЕВОЙ СЧЕТ – «ПРОВОДНИК» ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ

***В.А. Милаев, А.А. Фаткин., Т.В. Рулева, Ю.А. Балясов
КБ «Арматура» - филиал ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, г. Ковров***

Проблема «рукописных» нарядов на сдельные работы существует на предприятии уже давно. Во-первых, процесс заполнения нарядов сам по себе трудоемок из-за их объема (≈ 10000 нарядов в месяц), во-вторых, и что самое главное, ручное заполнение нарядов автоматически исключает возможность контроля достоверности вносимой информации. Что соответственно приводит к различного рода неприятностям: перерасходу заработной платы, связанной с двойной оплатой и ошибками в заполнении, списанию затрат на закрытые наряд-заказы, многочисленным доплатам; оплате работ, отсутствующих в плане производства, оплате несуществующих работ и т.д. В современных условиях хозяйствования подобные случаи бесхозяйственности недопустимы и требуют оперативного вмешательства.

Была поставлена задача перевести задачу заполнения нарядов на сдельные работы на автоматизированную платформу. Причем сделать это нужно было так, чтобы с одной стороны обеспечить автоматизированное заполнение нарядов, с другой стороны, - обеспечить «незримый» контроль за достоверностью нормативно-справочной информацией (реальные номенклатурные позиции действующих заказов, количество деталей к оплате, реальные операции маршрутного техпроцесса, нормы времени, фактическое время).

До внедрения электронных нарядов на предприятии была сделана попытка ведения базы данных техпроцессов и норм, но «факультативная» реализация данного направления обеспечивало ориентировочную оценку плановой трудоемкости заказа на этапе заключения договора, но не поддерживалось в актуальном состоянии в режиме реального времени. Попытки локального ведения базы действующих наряд-заказов, состава смен, учета фактического времени также не увенчались успехом. Лишь комплексный подход к формированию электронных нарядов позволил добиться желаемого результата.

Все процессы по формированию исходной информации для ведения электронных нарядов подвергаются в настоящее время процедуре естественного мониторинга, основанного на начислении заработной платы производственным рабочим. Рабочему начисляется заработная плата за фактически отработанное время по табелю, за фактически вы-

полненную работу сменного задания по реальному техпроцессу реальной номенклатурной позиции заказа, включенного в план производства с открытым наряд-заказом, актуальным расценкам и только один раз. Причем вся информация, необходимая для электронных нарядов формируется «хозяином» в режиме реального времени, а это: электронный табель, кадровый состав смен, база плана, база статусов и приоритетов, массив электронных ведомостей материалов заказа, база маршрутных техпроцессов, база пооперационно-трудовых нормативов, расценки, база действующих наряд-заказов.

К тому же электронные наряды являются основой пооперационного учета, т.к. работа, обчисленная в электронном наряде является выполненной. Информация о выполненных операциях в режиме реального времени доступна для расчета остаточной трудоемкости при оперативно-производственном планировании, для принятия управленческих решений руководящим составом, а также всем заинтересованным структурным подразделениям предприятия.

С внедрением электронных нарядов также удалось решить проблему оплаты работ, имеющих замечания работников отдела технического контроля: данные работы в автоматизированном режиме подлежат частичной оплате и только после устранения замечаний оплачиваются полностью.

Несмотря на многогранность задач, уже внедренных на предприятии с использованием электронных нарядов, остается широкое поле деятельности на поприще мониторинга процессов управления производством.

К ВОПРОСУ НАВИГАЦИИ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ПО ВНЕШНЕМУ ГЕОФИЗИЧЕСКОМУ ПОЛЮ ЗЕМЛИ

С.А. Никулин

НИИ космических систем имени А.А. Максимова - филиал ГКНПЦ им.

М.В. Хруничева, г. Юбилейный

В.Ю. Ступнев

ОАО «Корпорация «Тактическое ракетное вооружение», г. Королев

Совершенствование комплекса командных приборов (ККП) системы управления в части их миниатюризации, уменьшения массы, габаритов и энергопотребления привело к использованию бесплатформенных инерциальных навигационных систем (БИНС).

Однако использование БИНС в ККП для высокоточных летательных аппаратов (ЛА) с большими дальностями полета становится неприем-

лемым в силу накопления ошибок гироскопических приборов и ошибок двойного интегрирования показаний акселерометров.

Для устранения этого существенного недостатка и обеспечения высокой точности выведения предлагается использовать системы навигации по геофизическим полям Земли.

Рассмотрена задача нахождения трассы полета среди набора возможных трасс (задача привязки измерений к эталону) методом экстремальной навигации.

Представлена формулировка экстремальной задачи, рассмотрен функционал невязки, процедура его минимизации.

Проведен анализ влияния ошибок измерения профиля геоинформационного поля и ошибок восстановления профиля с эталона на локальную точность привязки измерений к эталону.

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ РАКЕТНОЙ КИСЛОРОДНО-ВОДОРОДНОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

А.Г.Яковлев, Н.Н.Орлов, В.И.Морозов

КБ «ХимМаш» им.А.М.Исаева –

филиал ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, г. Королев

Как известно, единственные российские ракетные кислородно-водородные двигатели, находящиеся в настоящий момент в эксплуатации, – это двигатели КВД1 (тяга 7,5 тс) и КВД1А (тяга 9,5 тс) разработки КБхиммаш им.А.М.Исаева, входящие в состав разгонного блока (РБ) 12КРБ разработки КБ «Салют» ГКНПЦ им.М.В.Хруничева индийской ракеты-носителя (РН) GSLV. Необходимость применения кислородно-водородного РБ была вызвана высокими требованиями (вывод на ГСО массы РН около 2,2 т) к РН, имеющей ограниченные возможности первых двух ступеней индийского производства. Все четыре запуска РН с использованием двигателя КВД1 оказались успешными: GSLV-D1 (18 апреля 2001 года), GSLV-D2 (8 мая 2003 года), GSLV-F01 (20 сентября 2004 года), GSLV-F04 (2 сентября 2007 года).

Индийский космодром SDSC SHAR (Космический Центр им.С.Дхавана) расположен в 100 км к северу от г. Ченнай (б. Мадрас) на о. Шрихарикота (побережье Бенгальского залива). Климату этого региона присущи высокая температура и влажность, что обуславливает повышенное внимание к параметрам газовой среды в полостях кислородно-водородной двигательной установки (ДУ), т.к. одним из основных условий надежной работы криогенной ДУ является отсутствие влаги в ее полостях.

Описан процесс подготовки РБ 12КРБ к запуску на техническом и стартовом комплексах космодрома в части контроля и поддержания заданных параметров среды в полостях ДУ.

Разработанная технология, уточненная при этих работах, была подтверждена четырьмя успешными пусками РН GSLV с использованием РБ 12КРБ.

ВЛИЯНИЕ ПОДОГРЕВА КОМПОНЕНТОВ ТОПЛИВА НА УСТОЙЧИВОСТЬ РАБОТЫ ЖРД И МЕТОДЫ БОРЬБЫ С НИЗКОЧАСТОТЫМИ КОЛЕБАНИЯМИ

И.А. Смирнов, Ю.А. Дерягин, В.В. Мирошкин,

В.И. Морозов, Л.Н. Новиков

КБ «ХимМаш» им.А.М.Исаева –

филиал ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, г. Королев

В связи с тем, что при эксплуатации двигателя 14Д30 – маршевого двигателя разгонного блока «Бриз-М», на некоторых экземплярах двигателей были выявлены низкочастотные колебания частотой 30÷40 Гц в газогенераторе с амплитудой, достигающей на некоторых включениях и на некоторых интервалах времени работы существенных значений, КБХиммаш им. А.М.Исаева выступило с инициативными предложениями по проведению работ, связанных как с математическим моделированием нестационарных процессов в узлах, агрегатах, двигателя в целом (динамические и тепловые модели), так и экспериментальными исследованиями на стенде.

Представлены результаты расчетов по динамической и тепловой модели двигателя. Показано, что при температуре окислителя в полости обратного клапана 150...165°С система «гидроредуктор – стабилизатор – газогенератор» теряет динамическую устойчивость и в ней устанавливаются автоколебания. С ростом температуры окислителя частота колебаний падает.

Определена максимальная амплитуда автоколебаний, соответствующая частоте 40 Гц.

В соответствии с результатами проведенных экспериментальных исследований на модельной установке и расчетного моделирования из предложенных мероприятий по устранению или же уменьшению амплитуды низкочастотных колебаний выбрано и реализовано одно – увеличение гидросопротивления магистрали горючего между гидроредуктором и стабилизатором путём установки в ней дроссельной шайбы.

Реализации этого мероприятия позволила снизить амплитуду пульсаций в газогенераторе при огневых испытаниях двигателя на ~30%.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ПНЕВМОПРИВОДА С ГИДРОДЕМПФЕРОМ В РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЯХ

И.Ю. Сорванова, Е.М. Халатов

КБ «Арматура» - филиал ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, г. Ковров

Механизмы стыковки и отвода должны обеспечивать строго определенные динамические характеристики процессов подвода и отвода коммуникаций. К таким характеристикам относится скорость перемещения подвижных частей механизма в зоне стыковки при подводе и на конечном участке их хода при отводе. Чаще всего перемещение подвижных частей механизма осуществляется пневмоприводом, а для обеспечения заданных скоростей применяют гидродемпферы. Основным недостатком гидродемпферов является зависимость их динамических характеристик от температуры окружающей среды.

При расчетах гидроустройств обычно считают, что режим течения жидкости в них турбулентный, коэффициент гидравлического сопротивления постоянен и не зависит от числа Re и вязкости жидкости. Результаты экспериментальных исследований пневмоприводов с гидродемпферами показали, что принятие таких допущений при построении математической модели, отражающей их работу неприемлемо.

В докладе предлагается математическая модель, отражающая работу механизма стыковки и отвода коммуникаций, имеющего в составе пневмопривод с гидродемпфером. Ее отличительными особенностями являются:

- учет влияния вязкости жидкости на динамику устройства;
- учет сжимаемости жидкости и переменности ее модуля объемной упругости;
- учет переменности приведенной массы подвижных частей и приведенной силы, действующей на них.
- учет реальных свойств газа;

В докладе приведен сравнительный анализ расчетных и экспериментальных данных.

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОПНЕВМОКЛАПАНОВ

Ю.Л. Арзуманов, Ю.М. Тимофеев, Е.М. Халатов

КБ «Арматура» - филиал ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, г. Ковров

В настоящее время достаточно остро стоит проблема продления назначенного ресурса систем газоснабжения ракетно-космических комплексов (СГС РКК), многие из которых работают уже на протяжении 30-40 лет. Очевидно, что затраты на проектирование, изготовление и монтаж новых СГС значительно превышают затраты на проведение ремонтных работ существующих. Отсюда следует, что экономически более выгодно увеличивать сроки эксплуатации существующих систем, нежели создавать новые.

СГС РКК представляют собой совокупность взаимосвязанных агрегатов, устройств, приборов и коммуникационных линий (трубопроводов). Основу СГС составляют устройства газоавтоматики, выполняющие регулирующие, запорно-распределительные и предохранительные функции. В связи с этим, важной задачей решения проблемы продления назначенного ресурса СГС РКК является прогнозирование остаточного ресурса устройств газоавтоматики.

Вопрос прогнозирования остаточного ресурса любого изделия тесно связан с оценкой его надежности.

В докладе предложен подход к решению проблемы оценки параметрической надежности электропневмоклапанов (ЭПК), учитывающий технологию изготовления и эксплуатационные процессы, такие как износ и старение, и основанный на вероятностном моделировании процесса развития параметрического отказа.

Приведена логическая схема решения задачи оценки параметрической надежности ЭПК, а также блок-схема вероятностного моделирования процесса развития параметрического отказа ЭПК.

ПОДХОД К ОТЛАДКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ РАСПРЕДЕЛЁННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОДЪЁМНО-ТРАНСПОРТНЫМ МЕХАНИЗМОМ

О.И. Хорошев

КБ «Арматура» - филиал ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, г. Ковров

Подъемно-транспортный механизм – спуско-подъемное устройство водолазного колокола (СПУ ВК) – предназначено для перемещения колокола, обеспечения управляемого спуска и управляемого подъема грузового якоря и водолазного колокола.

За основу системы управления принята стандартная двухуровневая сетевая конфигурация.

Для разработки программного обеспечения (ПО) системы управления подъемно-транспортным механизмом выбрана инструментальная система TRACE MODE (ТРЕЙС МОУД).

При проведении отладки возможны два пути: отладка на реальном оборудовании и отладка на макете. В нашем случае было принято решение - проведение отладки на макете.

Стендовая отладка ПО – важный этап в разработке любого проекта.

Для анализа и отладки работы программного обеспечения СУ был разработан испытательный стенд (макет).

При разработке специального программного обеспечения был выбран метод визуального отображения состояния системы, который обеспечивает удобство при работе со стендом и включает в свой состав:

1. Имитатор сигналов объекта управления (ИСОУ).

ИСОУ имитирует сигналы датчиков в ответ на запросы СУ в соответствии с выбранным алгоритмом, основанным на работе реального оборудования. При разработке имитатора был проведен анализ возмущающих воздействий, которые испытывает система в реальных условиях.

2. Специализированные интерфейсы СУ, которые облегчают отладку разработанного ПО и настройку работы оборудования, входящего в состав СПУ ВК.

При разработке стендовых интерфейсов был выбран способ отображения информации в виде раскрывающегося «дерева». Данный способ позволяет не перегружать рабочий экран оператора информацией и концентрировать внимание на необходимых в данный момент сведениях.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОДНЫХ НАГРЕВАТЕЛЕЙ В СИСТЕМАХ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Н.С. Якимов

КБ «Арматура» - филиал ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, г. Ковров

Электродные нагреватели достаточно широко используются в системах термостатирования ракетно-космических комплексов (СТ РКК).

В докладе рассматривается классификация электродных нагревателей, основные требования, предъявляемые к нагревателям для

СТ РКК, а также новые технические решения, направленные на улучшение их конструкции и технических характеристик.

В частности определены основные направления совершенствования электродных нагревателей, которые включают:

- Решения, связанные с устранением проблем, обусловленных внутренними процессами в нагревателе, например образованием неконденсирующихся газов при работе нагревателя, появлением автоколебаний;
- Решения, связанные с повышением точности поддержания заданной температуры нагреваемой среды на выходе электродного нагревателя за счет включения в конструкцию специальных устройств;
- Решения, связанные с возможностью расширения диапазона отрицательных температур, при которых возможна эксплуатация электродных нагревателей;

Предложенные решения позволяют повысить надежность и улучшить рабочие характеристики создаваемых на предприятии образцов электродных нагревателей.

**РАБОТЫ КБИММАШ ИМ.А.М.ИСАЕВА ПО ОСВОЕНИЮ ТОПЛИВНОЙ
ПАРЫ КОМПОНЕНТОВ ЖИДКИЙ КИСЛОРОД + СЖИЖЕННЫЙ
ПРИРОДНЫЙ ГАЗ С СОДЕРЖАНИЕМ МЕТАНА 90...98%**

А.Г.Яковлев, Н.Н.Орлов

КБ «ХимМаш» им.А.М.Исаева –

филиал ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, г. Королев

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

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

Поскольку в ракетной технике освоение нового компонента является достаточно трудоемкой и дорогостоящей задачей, начать ее решение представилось целесообразным на базе кислородно-водородного двигателя КВД1 тягой 7,5 т.

Описаны работы КБхиммаш в этой области с 1994 года по настоящее время. Представлены некоторые результаты огневых испытаний двигателей.

Выявлены основные проблемы, которые целесообразно решить до перехода к опытно-конструкторской разработке или одновременно с этим.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОТЕКАНИЯ РЕАКЦИИ БЕЛОУСОВА-ЖАБОТИНСКОГО В УСЛОВИЯХ МИКРОГРАВИТАЦИИ

Т.А. Лошкарева

*Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королева*

Одним из приоритетных направлений современной науки является изучение поведения самоорганизующихся систем. Примером такой системы может служить реакция Белоусова-Жаботинского, при проведении которой в реакционной смеси возникает ряд скрытых, упорядоченных в определенной последовательности окислительно-восстановительных процессов, один из которых периодически выявляется отчетливым временным изменением цвета всей взятой реакционной смеси.

Целью научной работы является изучение колебательной химической реакции Белоусова-Жаботинского с точки зрения возможности проведения её в условиях невесомости.

В рамках достижения поставленной цели были поставлены и решения следующие задачи:

1. Изучить теоретические аспекты колебательных реакций;
2. Оценить возможность создания экспериментальной установки для проведения эксперимента в условиях микрогравитации;
3. Предложить схему установки.

Данная работа имеет научную новизну, так как предполагает изучение поведения сложной самоорганизующейся системы в условиях микрогравитации. С помощью теоретических исследований и обзора литературных публикаций по теме были изучены основные процессы, определяющие протекание реакции Белоусова-Жаботинского. Была предложена экспериментальная установка реактора, в котором возможно проведение данной реакции в условиях невесомости (рис. 1).

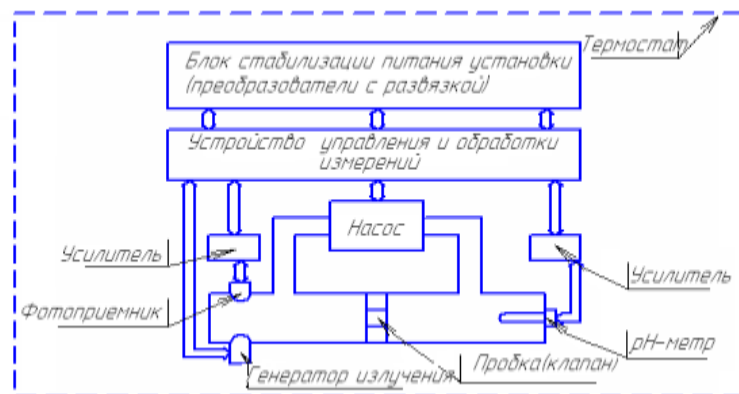


Рис. 1 – Структурная схема системы для изучения реакции Белоусова-Жаботинского в условиях микрогравитации

Эксперимент планируется осуществить в одном из ближайших запусков спутника типа «Бион-М» в рамках программы исследований, проводимой Институтом медико-биологических проблем РАН.

Результаты научной работы можно будет применять для описания поведения самоорганизующихся систем в условиях микрогравитации.

**НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФОРСАЙТ И ОСОБЕННОСТИ
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ НАНОИНДУСТРИАЛЬНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ В РОССИИ С УЧЕТОМ ПРИОРИТЕТНЫХ
НАПРАВЛЕНИЙ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
В РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКЕ**

Л.С. Раткин

Агентство безопасности по инвестициям и бизнесу в России

Создание в РФ государственной корпорации нанотехнологий и принятие нормативно-правовых документов, регламентирующих развитие nanoиндустриальной промышленности, сформировали необходимые условия для роста числа отраслевых разработок. Нанотехнологический форсайт позволяет оценить степень привлекательности и востребованности в обществе новых продуктов и материалов с применением нанотехнологий.

В докладе на основании открытых информационных источников рассматриваются основные критерии создания систем для nanoиндустриального форсайта и индикативных показателей развития нанотех-

нологических производств с учетом приоритетных направлений научных исследований в ракетно-космической отрасли, традиционно являющейся локомотивом высокотехнологичной промышленности России [1]. Также в докладе формулируются базовые принципы конструирования программных комплексов для систематизации данных об уровне нанотехнологических разработок и методы их защиты [2].

Выводы:

1. Увеличение объемов сохраняемых данных о научных результатах, оптимизация алгоритмов и рост мощностей вычислительных кластеров создают предпосылки для разработки новых технологий защиты данных в информационных системах нанотехнологического форсайта.

2. Предлагаемая в докладе защищенная патентом авторская разработка обеспечивает уровень безопасности информационных систем данного класса на уровне мировых аналогов. В отчете о поиске ФГУ ФИПС среди аналогов авторской технологии представлены разработки фирм «Microsoft Corporation» и «Sun Microsystems» с уровнем релевантности «А».

Литература:

1. Севастьянов Н.Н., Графодатский О.С., Деев А.Б., Панченко В.А., Седых О.Ю., Казинский Н.В. Нанотехнологии для космической системы дистанционного зондирования земли «Смотр». // Нефтегазопромысловый инжиниринг, № 3, 2009. // С. 18-20.
2. Раткин Л.С. Патент на изобретение № 2322693.

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ РЕГИСТРОВ ДЛЯ УЧЕТА
РЕЗУЛЬТАТОВ НИР И ОКР ПО ДИАГНОСТИКЕ И МЕТРОЛОГИИ
НАНОМАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ
ТЕХНИКЕ**

Л.С. Раткин

Агентство безопасности по инвестициям и бизнесу в России

В настоящее время в ракетно-космической технике применяются наноматериалы для выполнения ряда сложных межотраслевых технологических задач, связанных с разрешением технических противоречий – например, получением особопрочных сверхлегких материалов. Между тем, широкомасштабное внедрение наноматериалов до сих пор сдерживается в российской промышленности, и среди возможных причин можно отметить:

- необходимость закупки дорогостоящего оборудования для проведения измерений на наноуровне;

- недостаточность сведений о биологической безопасности применяемых материалов;
- высокие риски потенциальных инвесторов при реализации инвестиционных проектов с участием привлеченного капитала.

Для интенсификации работ в сфере нанотехнологий, применяемых в ракетно-космической технике, автором предлагается создание системы регистров для учета результатов НИР и ОКР по диагностике и метрологии наноматериалов. Различные варианты конструирования системы регистров рассматриваются в докладе [1-2]. Применяемые в системе уникальные разработки позволяют оценить эффективность проводимых исследований.

Выводы:

1. Использование системы регистров для результата учета НИР и ОКР по диагностике и метрологии наноматериалов, позволит повысить инвестиционную привлекательность работ для российских и иностранных инвесторов.
2. При конструировании системы регистров может быть использован передовой опыт создания аналогичных систем за рубежом, в частности, в NASA.

Литература:

1. Гольдштейн Р.В., Ченцов А.В., Кадушников Р.М., Штуркин Н.А. Методы и метрологическое обеспечение механических испытаний нано- и микромасштабных объектов, материалов и изделий нанотехнологий. - // Российские нанотехнологии, т.3, № 1-2, с. 114-124 (2008).
2. Муркин Д.А., Лукин А.В., Смолянский А.С. Проектирование автоматизированной системы «Космотест» для создания, хранения и предоставления информации в области радиационной химии и технологии неметаллических материалов. // Первая всероссийская конференция «Многомасштабное моделирование процессов и структур в нанотехнологиях». Сборник тезисов докладов. М.: МИФИ, 2008. – С. 217-219.

СПОСОБ ОХЛАЖДЕНИЯ ЗОНЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ШЛИФОВАНИИ ПЕРИФЕРИЕЙ КРУГА

Ю.Ю. Руднева, Ю.В. Василенко

Орловский государственный технический университет

Качество и конкурентоспособность машиностроительной продукции в значительной степени определяются точностью размеров, формы и взаимного расположения поверхностей деталей, а также состоянием их поверхностного слоя, окончательное формирование которых проис-

ходит на финишных операциях механической обработки. К наиболее распространенным из них относится плоское шлифование (ПШ).

Эффективность процесса ПШ - комплексный показатель, учитывающий в числе прочих условий и роль смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС), их влияние на качество изделий, производительность труда и другие технико-экономические показатели процесса обработки. Современные СОТС - это неотъемлемая часть всего комплекса средств, обеспечивающего эффективную эксплуатацию шлифовального оборудования. Совершенствование СОТС позволит увеличить производительность, повысить эксплуатационные характеристики обрабатываемых деталей.

Разработан новый способ подачи СОТС при плоском шлифовании, позволяющий гарантированно охладить зону резания. В качестве СОТС предлагается использование смеси жидкого азота и воздуха. В зону резания подается смесь следующим образом, воздух от компрессора поступает в трубопровод, к которому подсоединен резервуар с жидким азотом. Двигаясь по трубопроводу смесь, поступает в зону обработки, для эффективного охлаждения зоны резания и повышения экологической безопасности процесса шлифования, зона обработки закрывается огнеупорным материалом, это позволяет равномерно охлаждать всю поверхность детали. Использование жидкого азота дает возможность заметно снизить температуру в зоне резания, за счет этого увеличить режимы обработки и повысить производительность процесса шлифования не менее, чем на 15-20%. Отсутствие, вследствие испарения азота, проблем с окружающей средой обуславливает экологическую безопасность применения данного способа.

Разрабатываемый способ не требует значительной модернизации технологического оборудования.

**АЛГОРИТМ РАЗРАБОТКИ КОНЦЕПЦИИ ИНФОРМАТИЗАЦИИ
РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЕЙ И ПРЕДПРИЯТИЙ
ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

М.С. Гунько, Д.К. Щеглов
ОАО «КБСМ», г. Санкт-Петербург

Анализ имеющихся на сегодняшний день концепций информатизации передовых отраслей и предприятий отечественной промышленности показывает, что в ряде случаев содержание этих документов не

соответствует их функциональному назначению. Это выдвигает на первое место задачу создания универсального алгоритма разработки концепции информатизации.

Предлагаемый алгоритм основан на декомпозиционно-агрегационном подходе к созданию концепции и личном опыте авторов, приобретенном в результате работы над проектами по созданию таких документов.

Алгоритм включает в себя следующие этапы:

1. Определение сфер деятельности отрасли или предприятия, для которых разрабатывается концепция информатизации.
2. Определение основных целей информатизации в рамках каждой из выделенных сфер деятельности.
3. Определение основных направлений развития информационных технологий (ИТ) в отрасли или на предприятии, обеспечивающих достижение поставленных целей (к этим направлениям относятся: создание и развитие информационной инфраструктуры; реализация единой структуры управления процессами информатизации; разработка нормативного, методического и организационного обеспечения).
4. Постановку задач по каждому из направлений развития ИТ в рамках рассматриваемых сфер деятельности отрасли или предприятия.
5. Разработку основных концептуальных положений.
6. Определение этапности реализации поставленных задач и приоритетов этих задач в рамках каждого этапа.
7. Формулировку основных результатов достигаемых в ходе каждого из этапов реализации концепции.
8. Разработку регламента внесения изменений в концептуальные положения.
9. Оформление отчетного документа.

Предлагаемый алгоритм использовался авторами при разработке предложений ОАО «КБСМ» в проект концепции информатизации ракетно-космической промышленности на 2010 – 2015 гг.

**ПРОБЛЕМЫ В ОБЛАСТИ ЗАЩИТЫ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ
ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ*****В.С. Терентьева, А.И. Еремина, А.Н. Астапов
Московский авиационный институт (МАИ)******Б.Е. Жестков******Центральный аэрогидродинамический институт (ЦАГИ),
г. Жуковский***

Многие элементы конструкций ракетно-космической техники выполняются из особо жаропрочных конструкционных материалов, в частности, из сплавов на основе тугоплавких металлов, углеродсодержащих и керамоподобных композиционных материалов. Отвечая требованиям конструктора по характеристикам жаропрочности и весовой отдаче, все они требуют защиты от высокотемпературной газовой коррозии и эрозии в кислородсодержащих ионизированных средах. Особые проблемы связаны с обеспечением работоспособности элементов конструкций летательных аппаратов и их двигательных установок в высокоэнтальпийных сверх- и гиперзвуковых потоках воздуха, продуктов сгорания высококалорийных авиационно-ракетных топлив. Среди широкого комплекса требований, предъявляемых к поверхности, следует отметить необходимость одновременного обеспечения высоких жаростойкости и эрозионной стойкости, низкой каталитичности, гидрофобности, заданных оптических характеристик, способности к самозалечиванию случайных технологических и эксплуатационных дефектов. Эти задачи решаются с помощью создания специальных многофункциональных защитных покрытий. Как в отечественной промышленности, так и за рубежом покрытия разрабатываются применительно к конкретному конструкционному материалу и не могут быть использованы как универсальные. Кроме того, ни одно из них не отвечает всему спектру предъявляемых требований и катастрофически быстро теряет свою защитную способность в экстремальных условиях эксплуатации, сочетающих высокие температуры, нестационарные воздействия механических нагрузок и агрессивной газовой среды. Следует отметить, что до сих пор отсутствует единая теория создания высокотемпературных покрытий многофункционального назначения. В основном, это связано с многофакторностью проблемы и необходимостью решения целого ряда подзадач, каждая из которых сама является проблемной. Поэтому большинство покрытий создается методом «проб и ошибок». В ранее опубликованных авторами работах [1, 2, 3] предложен новый концептуальный подход к разработке универсальных защитных покрытий при-

нительно к деталям, унифицированным по комплексу требований к поверхности в заданном диапазоне внешних воздействий (скорости, давления, энтальпии потока, характеристик теплопереноса и др.). Выделив два основных (взаимосвязанных) направления в его реализации – материаловедческое и технологическое, разработаны основные принципы создания покрытий и определены технологические факторы, позволяющие реализовать их в конкретной рецептуре покрытий применительно к эксплуатационным условиям независимо от материала, габаритов и конфигурации защищаемого элемента агрегата, конструкции. Последнее осуществляется путем абстрагирования на первых этапах разработки материала для покрытий от технологии, принимая, что само покрытие формируется из этого материала любым из способов нанесения, сохраняющим его структуру и фазовый состав. В публикациях [1, 2, 3] достаточно подробно изложены схематическая модель структуры исходного материала и его трансформации в процессе высокотемпературной эксплуатации в многослойное покрытие с n -ым количеством функциональных слоев микро- и субмикротолщин. Также в опубликованных работах приведены положительные результаты многопараметрических стендовых испытаний образцов с покрытиями, свидетельствующие об эффективной защите особо жаропрочных материалов в широком диапазоне температур (до 1800–1900°C с возможным кратковременным отклонением вплоть до 2000°C). Теоретические разработки успешно реализованы в ряде многофункциональных покрытий, применяемых при защите конструктивных элементов реальных конструкций, в том числе, орбитально-космического корабля «Буран». Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (код проекта № 08-01-13507 офц_ц).

Литература:

1. Terentieva V.S. Modification of refractory materials surface with special heterophase coating // *16-th International Plansee Seminar*. – Reutte, Austria, 2005. – Vol. 2. – Pp. 218 – 226.
2. Terentieva V.S., Zhestkov B.E. MAI D5 Antioxidant Coating for C/C, C-SiC, SiC-SiC Materials and Refractory Metals // *17-th International Plansee Seminar*. – Reutte, Austria, 2009. – Vol. 1. – Pp. RM 14/1 – RM 14/9.
3. Терентьева В.С., Жестков Б.Е. Многофункциональные высокотемпературные покрытия Д5 МАИ и М1 МАИ // *Химическая физика*. – М., 2009. – Т. 28, № 5. – С. 64 – 70.

**ПРИМЕНЕНИЕ ИНВАРИАНТНЫХ МЕТОДОВ В АЛГОРИТМАХ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ КА И РБ**

Д.В.Коврижкин
ГКНПЦ им. М.В.Хруничева

Одной из традиционных задач, решаемых разработчиками ракетно-космических систем, является оптимизация отношения масс полезной нагрузки и средства доставки.

Эта задача решается комплексно, и один из путей ее решения – сокращение общей массы рабочего тела путем применения алгоритмов наведения, позволяющих минимизировать «гарантийные» запасы рабочего тела, необходимые для компенсации отклонений от заданной или оптимальной траектории на активном участке полета, вызванных теми или иными возмущениями, например, нерасчетным эксцентриситетом вектора тяги.

В настоящее время в связи с высоким быстродействием современных бортовых вычислителей широкое применение получили «терминальные» методы наведения, в частности, на активных участках выведения КА на околоземные орбиты.

Однако при длительных полетах, в том числе межпланетных, многократно возрастают требования к надежности как вычислителей, так и алгоритмов управления, и для решения задач наведения могут быть применены и применяются простые и надежные, не требующие мощных вычислителей, «программные» методы. Среди них можно выделить класс методов, построенных на алгоритмах, использующих принцип частичной инвариантности, обеспечивающих приемлемую точность наведения.

Частично-инвариантные алгоритмы применялись на активных участках автоматических межпланетных станций (АМС) серии «Марс», и планируется их применение на перспективных АМС этой серии.

Применение частично-инвариантных принципов в системе стабилизации на активных участках АМС «Марс-96» в совокупности с дополнительными мерами, связанными с компенсацией переходных процессов на начальном этапе работы двигателя дало экономию РТ порядка 5% от его общей массы.
