
Секция 11**Научно-технологические технологии
в ракетно-космической технике****МЕТОДИКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО
ПРОИЗВОДСТВА**

А.В. Воронцов, А.И. Островерх

*(Государственный космический научно-производственный
центр им. М.В. Хруничева)*

А.А. Гонсалес-Сабатер (МГТУ им. Н.Э.Баумана)

Технологическая подготовка производства (ТПП) – это процесс, требующий больших временных и материальных затрат. Одним из способов сокращения затрат является автоматизация ТПП с применением средств современной вычислительной техники. Рассматривается единая автоматизированная система технологической подготовки производства (АСТПП), состоящая из ядра и отдельных подсистем.

Одной из подсистем является САПР технологических процессов «Астор», состоящая из двух подсистем – проектирования и управления базой данных. Подсистема проектирования позволяет формировать технологические процессы (ТП) в автоматическом и диалоговом режимах. Автоматический режим предназначен для проектирования ТП изготовления типовых изделий, диалоговый режим – нетиповых. Приоритетные группы изделий относительно сферы подготовки производства и относительно сферы производства как такового определены, исходя из номенклатуры изделий, представленной количеством заказов и трудоемкостью изготовления относительно суммарной годовой мощности цеха.

Основную массу изделий, производимых инструментальным цехом, составляет специальный и нормализованный режущий инструмент, являющийся типовым изделием. Также изготавливаются приспособления, штампы и прочие нетиповые средства технологического оснащения. Имеются также частично типовые изделия – например, приспособления, имеющие в своем составе типовые изделия (втулки, рычаги, штыри и прочее).

В режиме диалогового проектирования технолог сам определяет список операций и переходов, и соответствующие им параметры. Данный режим позволяет получить значительную экономию времени, поскольку при выборе типа операции или перехода технолог предоставляется выбор параметров только из соответствующих данной операции или переходу диапазонов.

В результате внедрения АСТПП себестоимость проектирования одного технологического процесса снижается в 2,4 раза. Система позволяет увеличить количество спроектированных техпроцессов с 3800 до 5400 в год на одного проектировщика и сократить период освоения и выпуска новой продукции.

МОДЕЛЬНЫЕ КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ СТАБИЛЬНОСТИ И МАГНИТНО- РЕЗОНАНСНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАДИКАЛОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ ОБЛУЧЕНИИ ШЕРСТИ

*И.В. Ефименко (Государственный космический научно-
производственный центр им. М.В. Хруничева)*

Радиационная обработка в качестве одной из стадий переработки волокон является перспективной для получения текстильных материалов с заранее заданными свойствами. Результаты исследования γ -облучённых шерстяных волокон показали, что при этом образуется ряд свободных радикалов, для которых были предложены возможные структуры. Более точная информация о строении таких радикалов и их роли во вторичных превращениях, может быть получена методами квантовой химии.

Полуэмпирическими методами в валентных приближениях проведены расчёты возможных структур и энергетики образования свободных радикалов в олигомерных полипептидных фрагментах, содержащих фрагменты глицина, глутаминовой кислоты и серина. Показано, что наиболее устойчивыми являются радикалы, образуемые отрывом атомов водорода от атомов азота пептидной связи и атомов углерода в аминокислоте полипептидного фрагмента. Для полученных оптимальных структур рассчитаны магнитно-резонансные параметры исследованных радикалов. Результаты расчётов сравниваются с экспериментом, который подтверждает заключения, сделанные на основе расчётов относительной стабильности радикальных структур.

**СОЗДАНИЕ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ
АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
ПОДГОТОВКИ КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННОГО
СЕРТИФИЦИРОВАННОГО МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО
ПРОИЗВОДСТВА**

*В.Н. Сычев, В.Д. Костюков, Е.Д. Лобов
(Государственный космический научно-производственный
центр им. М.В. Хруничева)*

Рассматривая предприятие, как единое целое и учитывая многолетний опыт по эксплуатации в производственных условиях АСУТП, в настоящее время необходимо сконцентрировать усилия на автоматизации технологических процессов (конструкторского сопровождения, технологической подготовки производства и управления технологическими процессами по 14 видам переделов), как наиболее наукоемком и взаимно увязанном комплексе «технических бизнес процессов», реализуемых АСТПП. При решении задачи «реинжиниринга» технических бизнес-процессов на предприятии целесообразно использовать единую интегрированную среду для технологической подготовки производства - Teamcenter Manufacturing фирмы EDS, которая позволяет увязать и оптимизировать эти процессы. «Реинжиниринг» остальных процессов, условно называемых «общими бизнес-процессами», на предприятиях в значительной степени завершён путем создания и внедрения АСУП. Однако для повышения эффективности работы данной системы и интеграции ее с другими, вновь создаваемыми и приобретаемыми системами, целесообразно продолжить уже начатый переход на современные вычислительные платформы. При этом было бы целесообразно в дополнение к действующей АСУП использовать одну из таких известных систем как: R3 (фирмы SAP), Baan, Oracle, MANMAN/X (фирмы Computer Associates), SCALA (фирмы SCALA), CIMPLAN (фирмы Cimatel).

Выбор одной из этих систем должен быть произведен до начала очередного цикла проектных работ по созданию КСП АКТ, поскольку первым этапом в технологии «реинжиниринга» является обследование предприятия и создание его компьютерной модели, что во многом зависит от особенностей выбранной системы и определяет технику проведения обследования. Эта зависимость в значительной степени может быть ослаблена при применении для разработки новой версии корпоративной информационной системы управления (АСУП) интегрированной CASE - технологии фирмы CADRE.

Для выполнения поставленных задач создания компьютеризированного сертифицированного производства предлагается следующая конфигурация информационного комплекса предприятия. Ядром ком-

плекса служит высокопроизводительный информационно-вычислительный центр, построенный на базе мощного файл-сервера фирмы SUN Microsystems или рабочих станций с аналогичными техническими характеристиками.

Основными функциями центра являются:

- объединение различных по назначению компонент информационного комплекса и осуществление информационного обмена между ними;
- хранения обобщенной информации,
- управления информационными модулями;
- предоставления вычислительных ресурсов.
- Основными компонентами информационного комплекса являются:
 - автоматизированные рабочие места руководителей (руководитель предприятия, его заместители, руководители цехов и отделов);
 - локальные вычислительные сети подразделений различного профиля, (подразделений управления финансовыми и кадровыми ресурсами, производственной инфраструктурой и оборудованием, локальная сеть для обслуживания научно-технической библиотеки и т.п.);
 - отдельные автоматизированные места и любые другие конфигурации оборудования, которые возможно было бы подключить к ядру комплекса.

Каждая компонента информационного комплекса является самостоятельной единицей и может работать независимо от ядра комплекса. Некоторые компоненты комплекса могут быть соединены непосредственно между собой для обмена внутренней или конфиденциальной информацией, чтобы не перегружать информационные каналы ядра.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РАСКАТКИ С ЛОКАЛЬНЫМ НАГРЕВОМ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ РКТ

Д.С.Косов

(Московский Государственный Открытый Университет)

Процесс раскатки роликами совмещает в себе основные преимущества различных методов локального деформирования и кроме этого, имеет особенность, выгодно отличающую его от давящей обработки, ротационного выдавливания, круговой прокатки и родственных с ними. Возможность получения с помощью двух роликов осесимметричных деталей из плоских заготовок без соблюдения проекционной связи (так

называемого закона синуса, который устанавливает строгую связь между толщиной заготовки и толщиной готовой детали в зависимости от формы детали). Преднамеренное несоблюдение закона синуса в принципе означает возможность получать детали с желаемой толщиной на любом участке независимо от формы и толщины исходной заготовки.

Новым прогрессивным направлением в обработке металлов давлением является деформирование при средних температурах, т.е. в процессе обработки заготовка подогревается до температуры выше комнатной, но ниже температуры рекристаллизации ($200-500^{\circ}\text{C}$), так называемое теплодеформирование.

Разработанная машина МР-5 состоит из жесткой силовой рамы, на которой установлены узлы обжатия заготовки роликами, узел привода ведущего ролика. Внутри силовой рамы расположена регулируемая по отношению к силовой базовой раме подвижная рама. Подвижная рама имеет возможность поворачиваться на полуосях, укрепленных на силовой раме. Переустановкой полуосей регулируется относительный радиус поворота в диапазоне 100-900 мм. Привод подвижной рамы осуществляется двумя гидроцилиндрами. Обжатие заготовки роликами происходит в результате линейного перемещения верхнего ролика. Перемещение обеспечивается эксцентриковым механизмом, который приводит вращение через пару качалок двумя гидроцилиндрами.

Конструкция раскатной машины и работа её систем должны обеспечивать создание необходимого усилия обжатия заготовки, обкатку заготовки роликами и пространственное перемещение заготовки. Силовая рама, составляющая основу раскатной машины и воспринимающая усилие деформирования, должна иметь достаточную прочность. Упругие деформации рамы вместе с узлами крепления и подачи роликов во время раскатки вызывают отклонение толщины раскатанной детали от заданной величины и влияют на течение самого процесса. Эти деформации силовой системы не должны превышать заданной погрешности толщины детали. Составляющие усилия, возникающие при раскатке, зависят от материала заготовки и режимов обработки и могут быть определены по формулам, приведенным в работе.

Деформирующие ролики являются инструментом, в значительной степени определяющим точность формы, качество поверхности детали и производительность процесса раскатки. Деформирующие ролики являются при раскатке сменным инструментом. Они могут изготавливаться различных размеров, формы и шероховатости поверхности. При изготовлении инструмента нужно учитывать, что биение наружной поверхности роликов оказывает чрезвычайно вредное влияние на течение процесса, нарушает равномерность толщины детали и равномерность деформаций. Допустимое биение зависит от требований, предъявляе-

мых к формируемой детали, особенности установки и пр. Используемые автором ролики имели биение наружной поверхности в пределах $\pm 0,01$ мм, изготавливались из стали У8 с термообработкой рабочей поверхности до твердости HRC 62-64 и шероховатостью поверхности Ra2,5 — Ra0,63.

**О МОДЕЛИРОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ
МЕТОДОМ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ
ЭКВИВАЛЕНТОВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ СОПРОВОЖДЕНИИ
ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ
МАШИНОСТРОЕНИЯ**

В.А.Прудников

*(Государственный космический научно-производственный
центр им. М.В.Хруничева)*

Методологический подход технологического сопровождения процесса проектирования изделий машиностроения на заводе-изготовителе предполагает при проектировании процесса создания новых изделий использования наряду с традиционными принципами формирования техпроцессов – формализации и алгоритмизации, так же и таких новых принципов как комплексность, параллельность, инверсия, сквозные технологии и технологичность. Кроме этого, анализ сформированного технологического процесса должен проводиться с учетом подходов технологического прогнозирования, в рамках которых, строиться модель отдельной проектируемой технологической операций. Результат анализа должен выражаться в конструктивно-технологических решениях (КТР). Эффективность внедрения найденных КТР может быть оценена по комплексным критериям готового изделия, таким как пригодность, оптимальность и превосходство. Сами же критерии, на этапе производства, могут формироваться в четырех основных направлениях: требования заказчика (клиента), уровне научно-технической разработки, используемых материалов и полуфабрикатов, а так же возможностей производства.

Ключевым моментом анализа, в данном подходе, является построение моделей объекта исследования (в данном случае отдельных технологических операций). Подходы технологического прогнозирования позволяют использование любых моделей (математических, физических и т. п.) для описания объекта исследования и, в целом, подобны классическим методам проектирования.

Построение моделей-эквивалентов рассматривается, как пример, для выполнения углубленного анализа технологических операций. Применение конкретного метода объяснимо возможностью сведения целого класса прикладных технологических задач к типовому методу

построения моделей-эквивалентов, которые, в свою очередь, решаются так же типовыми способами имитационного моделирования. Необходимость столь подробного анализа может оправдываться так же и учетом дополнительных характеристик и свойств изделия в тех случаях, когда анализа исходной модели оказывается недостаточно.

Для пояснения пригодности метода рассматриваются две различные технологические операции: транспортировка груза и настройка электроклапана на перекладку по предельному давлению. Показана возможность построения типовых решений и получения новых данных, не учитываемых первоначальной моделью. Применения предлагаемого подхода позволяет модельно проанализировать технологическую операцию более подробно.

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ
ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ
ТЕХНИКИ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ФРАКТАЛЬНОЙ
ГЕОМЕТРИИ**

Ю.Ф.Назаров (НПО «Техномаш»),

О.Ф.Вячеславова (МГТУ МАМИ),

В.И.Ломаев (Машиностроительный завод),

Д.В.Петров (МГОУ)

Создание таких уникальных сложных технических систем (СТС), как изделие ракетно-космической техники (РКТ) сформировало особые требования по обеспечению качества, надежности и конкурентности изделий. Одним из путей достижения высокого качества изделий является применение таких технологических методов обработки, которые позволяют достичь требуемых эксплуатационных характеристик. К таким методам можно отнести интенсивно развивающиеся в последнее десятилетие методы обработки концентрированными потоками энергии (КПЭ), нанотехнологию, а также технологические процессы создания материалов с новыми физико-механическими свойствами на основе композиционных систем.

Применение композиционных материалов связано с созданием новых структур, которые при обработке могут изменять свойства. Поэтому применение методов фрактальной геометрии в технологии их производства позволяет управлять свойствами таких материалов.

В связи с особенностями физической природы методов обработки и получения материалов (интенсивное воздействие различного рода полей – электрического, теплового, и т.п., широкий интервал значений давления – до 2000 МПа, взаимодействие с высокоскоростными газовыми средами) возникают значительные трудности в описании и оценке

шероховатости традиционным профильным методом через такие известные параметры шероховатости как R_a , R_{max} , S_m и т.д.

Новые технологии, основанные на воздействии из внешней фазы на всю обрабатываемую поверхность (групповые процессы формирования поверхности), создают кластерные структуры. Особенности таких процессов диктуют потребность в осмыслении новых подходов в прогнозировании свойств кластерных образований, их количественных (параметрических) оценок.

Одним из возможных путей решения поставленной задачи является использование математического аппарата фрактальной геометрии, а в качестве оценочных параметров – фрактальных размерностей D и фрактальных сигнатур. Такой подход позволит оценить свойства поверхности независимо от формы ее элементов и плотности их распределения, что придаст данной характеристике свойство универсальности.

Полученные в нашей работе результаты, указывают на фрактальность исследуемых поверхностей позволяют в дальнейшем расширить диапазон методов обработки, а последующий анализ шероховатости, формируемой на их основе – выстроить кластерную модель формирования поверхности, что адекватно физико-химическим процессам на поверхности, имеющей кристаллическую структуру.

Особенно перспективным представляется разработка физико-математической модели процесса образования шероховатости поверхности, основанной на анализе заложенной в КПЭ – методах обработки процессов самоорганизации, рассматривающей шероховатость поверхности и поверхностный слой материала изделий как единую самооптимизирующуюся иерархическую мультифрактальную структуру. Это, как ожидается, позволит получать изделия с заданными шероховатостью и физико-химическими свойствами поверхностного слоя.

ИНВЕСТИЦИОННЫЙ ПРОЕКТ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО АРХИВА ДОКУМЕНТОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Р.Х.Даутов

*(Государственный космический научно-производственный
центр им. М.В.Хруничева)*

В современных условиях конкурентоспособность продукции обеспечивается не только ее качественными характеристиками, но и сроками изготовления, что в немалой степени зависит от организации производственного процесса.

На Западе, с целью резкого снижения затрат и сроков подготовки исходной документации и технологической подготовки производства в целом с 80-х годов перешли на новую форму организации труда - ком-

пьютеризированное сертифицированное интегрированное производство. Данная система обеспечивает эффективную работу пользователей на всех фазах производственных процессов за счет реализации принципов «сквозного проектирования-изготовления» изделий путем широкого применения CAD/CAM систем в сочетании с единой базой данных - «архивом электронных документов».

Архив электронных документов является тем звеном, которое призвано обеспечить надежное и качественное функционирование системы электронного документооборота предприятия, интегрирующего автоматизированные системы в единое целое и, прежде всего, в автоматизированную систему технологической подготовки производства. Т.е. Архив электронных документов является ядром всего документооборота предприятия и именно через документ вовлекается в реальное производство.

Таким образом, реализация инвестиционного проекта по созданию архива электронных документов в настоящее время весьма актуальна для совершенствования деятельности крупного объединения Росавиакосмоса. Данный инвестиционный проект позволит перейти на новый, более высокий уровень организации производства, сократить текущие затраты, сделать более качественным и менее продолжительным этап технологической подготовки производства, тем самым открывая огромные перспективы в области автоматизации производства.

ТРЕБОВАНИЯ ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К БОРТОВОЙ АППАРАТУРЕ НАБЛЮДЕНИЯ И БАЛЛИСТИЧЕСКОМУ ПОСТРОЕНИЮ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЛЕСОВ

Е.В. Тишина

*(Государственный космический научно-производственный
центр им. М.В.Хруничева)*

Космическая информация призвана обеспечить качественно новый уровень решения целого ряда задач лесного хозяйства. Если учесть огромные пространства России, неравномерное развитие транспортной инфраструктуры и ограниченность финансирования на природоохранные цели, то неизбежен вывод о преимуществах использования для целей мониторинга именно космических средств (использование авиационных средств оказывается более затратным).

При помощи существующих российских космических средств ДЗЗ может решаться порядка 40 % задач мониторинга лесных экосистем. Однако в перспективе практически все задачи мониторинга состояния лесов могут быть решены. Наиболее существенный вклад в их решение внесет использование гиперспектральной видеоспектрометрической аппаратуры.

Как показал проведенный анализ, для решения задач мониторинга состояния лесов в перспективе было бы достаточно двух-трех типов космических аппаратов (КА). Первый тип КА – геостационарный, позволяющий осуществлять контроль лесных пожаров. В настоящее время это достаточно успешно делается на основе информации, получаемой от КА типа NOAA (США). В 2006 г. ожидается запуск российского геостационарного КА ДЗЗ «Электро-Л» (НПО им. С.А.Лавочкина), оснащенного многозональным сканером, работающим в 3 каналах видимого и 7-9 каналах ИК-диапазона. Причем, этот КА должен быть выведен в точку стояния 79°в.д., откуда наилучшим образом обозревается вся территория России. Естественно было бы использовать этот КА в целях мониторинга лесных пожаров.

Второй и третий типы – соответственно низкоорбитальные (высота орбиты – 600-1000 км) КА оптико-электронного и радиолокационного наблюдения. В настоящее время на орбите находятся два российских КА дистанционного зондирования Земли оптико-электронного наблюдения: метеорологический и природноресурсный КА «Метеор-3М» №1 (ВД) и КА двойного назначения «Аркон-1» №2 (ВД и ближний ИК-диапазон). Средств радиолокационного наблюдения в настоящее время у России нет. В перспективе задачи мониторинга состояния лесов, возлагаемые на низкоорбитальные КА, могут быть решаться [4]:

- КА комплексной космической системы «Монитор» (собственная разработка ГКНПЦ им. М.В.Хруничева, запуск первого КА ~ 2005 г.), в составе которой должны быть КА как оптико-электронного, так и радиолокационного наблюдения;

- КА оптико-электронного наблюдения "Ресурс-ДК" (ГКНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс»);

- КА радиолокационного наблюдения системы «Кондор-Э» (НПО машиностроения);

- КА радиолокационного наблюдения "Аркон-2" №1 (НПО им. С.А.Лавочкина, запуск – 2007 г.);

- малыми и микро- КА разработки ВНИИЭМ и ЦНИИМаш.

Необходимо отметить, что в ближайшие несколько лет в ГКНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс» будет создан КА «Ресурс-ДК1» № 2, дополнительно оснащенный радиолокационным комплексом высокого разрешения (ВРЛК), что позволит вести круглосуточное всепогодное наблюдение земной поверхности в видимом и сверхвысокочастотном диапазонах спектра. Кроме того, КА «Ресурс-ДК1» с радиолокационным комплексом сможет проводить синхронную съемку поверхности Земли одновременно в видимом и СВЧ-диапазонах электромагнитного спектра с высокими характеристиками пространственного разрешения.

В этом случае КА второго и третьего рассматриваемых типов объединяются в один.

Таким образом, систему мониторинга состояния лесов в настоящее время можно было бы построить на базе информации дистанционного зондирования Земли, получаемой с КА серии NOAA (США), а также – с КА «Метеор-3М» №1 и «Аркон-1» №2. В более отдаленной перспективе могут быть рассмотрены, на наш взгляд, три варианта:

1. NOAA + КА комплексной космической системы «Монитор».
2. NOAA + КА комплексной космической системы «Монитор» + КА системы «Кондор-Э».
3. «Электро-Л» + «Ресурс-ДК1» №2.

Окончательно определить наиболее предпочтительный вариант можно было бы, исходя из экономических критериев, однако информации для этого в настоящее время недостаточно.

МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ШИФРОВКИ И МАСКИРОВКИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЧЕРТЕЖНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В КОМПЬЮТЕРНЫХ АРХИВАХ АВИАКОСМИЧЕСКОЙ КОРПОРАЦИИ

О.А.Головатая, М.И.Осин (МАИ)

Современное информационное обеспечение процесса проектирования авиакосмических комплексов включает в себя компьютерные архивы документов в электронном виде для обмена между предприятиями научно-производственной корпорации. В числе этих документов компоновки и чертежи изделий, предназначенные для ограниченного пользования. Надежная защита конфиденциальной чертежной информации является актуальной и обязательной для работы в информационных сетях, охватывающих конструкторские бюро и заводы. При отказе от архаичной неавтоматизированной системы закрытого «делопроизводства» и в дополнение к известным приемам, ограничивающим доступ путем применения паролей, электронных подписей, наборов привилегий, шифровки текстов и числовых массивов разработаны в ОАО НПО «Молния» новые и оригинальные методы защитной кодировки чертежных образов, синтезируемых в известных системах геометрического моделирования. Алгоритмы активной защиты опираются на специальные способы маскировки, генерации фантомных образов, оптимальную поэтапную перекодировку «навигатора» синтеза, то есть «дерева» построений чертежа. Сделан семантический анализ информации, содержащейся в типовом авиакосмическом чертеже. Шифровка и дешифровка чертежных изображений применяются в работах по автоматизированному архивированию сборочных чертежей специзделий.

**ИМИТАЦИЯ СИГНАЛОВ ДАТЧИКОВ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТОМ ПРИ
ПОЛУНАТУРНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ**

*С.Н.Друзькин
(ФГУП «НПО машиностроения»)*

Проведение исследований системы управления летательных аппаратов (ЛА) на комплексах полунатурного моделирования (КПМ) является одним из важнейших этапов наземной экспериментальной отработки.

Основным принципом построения КПМ является максимально возможное в наземных условиях применение штатных приборов бортовой автоматической системы управления (БАСУ), электрооборудования и бортовой кабельной сети.

Из-за того, что в наземных условиях невозможно обеспечить штатное функционирование датчиков БАСУ, их чувствительные элементы заменяются программно-аппаратными имитаторами. Сигналы, формируемые имитаторами должны максимально точно соответствовать сигналам реальных датчиков.

Одним из основных измерительных инструментов БАСУ является блок инерциальной навигационной системы (БИНС), измеряющий текущие значения угловых скоростей и линейных ускорений и выдающий в БАСУ расчетные значения текущих линейных координат и углового положения ЛА.

Имитатор БИНС реализован на основе штатного БИНС с подключением вместо модуля чувствительных элементов программно-аппаратного модуля, реализованного на универсальном персональном компьютере.

Требуемая частота импульсных сигналов, имитирующих сигналы гироскопических датчиков и акселерометров, лежит в диапазоне от 0,01 Гц до 40 кГц, что порождает техническую проблему формирования сигналов на низких частотах — до 1 Гц.

Программно-аппаратный модуль реализован с помощью платы интегральных таймеров/счетчиков серии 8254, устанавливаемой в универсальный персональный компьютер.

Натурные испытания (НИ) показывают хорошее совпадение результатов моделирования на КПМ с имитатором БИНС, телеметрической информации НИ и внешне траекторных измерений НИ.

**ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ПЛАНИРОВАНИЯ
И УПРАВЛЕНИЯ В НАЗЕМНОЙ СТЕНДОВОЙ ОБРАБОТКЕ
ИЗДЕЛИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКЕ**

Ким А.С., Бизяев Р.В. (МАТИ)

Задача сокращения сроков одного из важных этапов жизненного цикла изделия - подготовки и проведения наземной стендовой обработки (НСО), может быть решена за счет эффективного управления процессами НСО и информационного сопровождения жизненного цикла изделия, что требует разработки и внедрения автоматизированной системы планирования и управления процессом НСО ракет-носителей (РН) и разгонных блоков (РБ).

Для принятия эффективного решения о целесообразности внедрения на предприятии новых методов управления и планирования, необходимо провести анализ существующих как зарубежных, так и отечественных методов производственного планирования.

Поскольку полностью и мгновенно отказаться от традиционных подходов АСУП к производственному планированию вряд ли возможно и вряд ли нужно, требуется учитывать эти подходы при внедрении новых систем в части подготовки исходных данных, использования принятых на производстве терминов, документооборота, обучения персонала, миграции к новым системам. Возникает необходимость в поисках компромиссных решений.



Анализ особенностей НСО позволяет сделать вывод о необходимости применения современных методов производственного планирования при проведении испытаний изделий РКТ.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА ТЕХНОЛОГА ЦЕХА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

*Л.С.Точилов (ФГУП «НПО машиностроения»),
Е.С.Крылов (ЗАО «Бизнес Экспертс»),
Ж.А.Барабаш (ФГУП «НПО машиностроения»)*

Уровень оснащённости рабочих мест цеховых технологов машиностроительного предприятия персональными компьютерами постоянно повышается. Поскольку основные затраты приходится на программное обеспечение (ПО), то одной из актуальных задач становится оценка его качества применительно к тем практическим задачам, которые решают технологи цеха, начальник цеха и персонал департамента по сопровождению данного ПО. Подход, на котором базируется предлагаемая методика оценки качества автоматизированного рабочего места технолога (АРМ-Т) цеха машиностроительного предприятия, максимально учитывает не только характеристики самого ПО АРМ-Т, но и степень его соответствия задачам конкретного предприятия, подходам и возможностям по их решению.

Одним из методов, на основе которого, как принято считать, принимается объективное решение - результаты тестовой эксплуатации ПО АРМ-Т. Однако, нередко – это мнение одного-двух специалистов, по наиболее близким для них параметрам. Важность экспертных оценок неоспорима, что не только не отрицает, но существенно повышает потребность в их учёте, систематизации и обобщении.

Предлагаемая методика позволяет системно подойти к оценке ПО АРМ-Т, произвести всесторонний анализ его качества применительно к данному предприятию, получить измеряемый результат и рекомендации по дальнейшим действиям на его основе. Методика содержит три раздела, состоящих из следующих подразделов, отражающих удобство эксплуатации (инсталляция/деинсталляция/настройки/резервирование, интерфейс, быстрое начало, степень автоматизации, сопровождение), надёжность («защита от дурака», статистика отказов, восстановление, расследование, степень доверия/контроль), функциональность (поддержка/совершенствование принятой технологии работы, отраслевые данные, поиск/визуализация, интегрируемость, открытость).

Каждый из подразделов содержит набор критериев, по которым проводится оценка ПО АРМ-Т. Методика допускает, что ПО АРМ-Т с широкими возможностями, будет оценено ниже, исходя из условий конкретного предприятия, чем более простое. Это связано с тем, что оценивается не само ПО АРМ-Т, как таковое, а его проекция на практику конкретного предприятия. Низкая оценка говорит, что данное ПО АРМ-Т не даст этому предприятию выгод, обещанных в рекламных материалах (другому, возможно, и даст).

Предлагаемая методика позволяет самостоятельно провести системную оценку программного продукта, а также воспользоваться результатами оценки другого подобного предприятия отрасли. При этом, результат формируется не на основе информации производителя программного продукта, а на основе решения практических задач с его использованием. На сегодняшний день этот подход становится основным при выборе программного продукта, поскольку нацелен на получение реального положительного эффекта от инвестиций в проект.

Подводя итог, перечислим основные преимущества предлагаемой методики.

1. Фокус на практическом эффекте от использования программного продукта на Вашем предприятии.
2. Системный учёт и анализ мнений соответствующих работников предприятия.
3. Рекомендации по дальнейшим действиям на основе полученного результата.

ПРОИЗВОДСТВО ДЕТАЛЕЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЛАЗЕРНОЙ РЕЗКИ

*С.В.Усов, Ю.Ф.Назаров, А.В.Прокофьев
(ФГУП НПО «Техномаш»)*

Лазерное излучение обеспечивает значительную концентрацию энергии на относительно малых участках обработки, благодаря чему является универсальным инструментом для осуществления технологических операций резки материалов из различных металлов и сплавов. Благодаря большой плотности мощности лазерного излучения обеспечивается высокая производительность процесса в сочетании с высоким качеством поверхности реза.

Возможность управления лазерным лучом позволяет осуществлять лазерную резку по сложному контуру плоских и объемных деталей, в том числе и легко деформируемых нежестких заготовок или деталей

изделий, таких как «прокладка», «панель», «корпус», или «скоба», «кожух», «контакт».

Конструкторское решение технологической установки для лазерной обработки выполнено на базе трехкоординатного лазерного модуля.

Процесс лазерной резки деталей на вышеуказанном комплексе осуществляется фокусирующим лучом с диаметром фокального пятна в зоне резки 0,2-0,5 мм с одновременной подачей в зону обработки технологического газа (воздух-кислород) под давлением от 0,5 до 3 кг/см².

За счет мгновенного нагрева и расплавления (частичного испарения) металл удаляется из зоны обработки струей технологического газа, подаваемого через соплолазерной головки. Таким образом, образуется рез шириной $a = 0,1-0,6$ мм в теле обрабатываемого материала.

Для увеличения скорости реза и уменьшения зоны термического влияния на кромки используется способ накачки лампы твердотельного излучателя в импульсно-периодическом режиме и устройство для его осуществления.

Данный способ резки с одновременной разметкой поверхности детали сфокусированным лазерным лучом заключается в том, что устанавливают рабочее фокусное расстояние, равное расчетному теоретическому, и сообщают детали продольную подачу. В процессе обработки в узловых точках при переходе с резки Фрезки на разметку Фразм (или наоборот), происходит изменение величины фокусного расстояния лазерного луча на величину $\Delta F = F_{\text{резки}} - F_{\text{разм}}$.

Для выполнения работ по резке некоторых материалов используется способ резки лазерным лучом нежестких металлических листов, заключающаяся в том, что с целью повышения качества формообразующих поверхностей за счет компенсации микро и макро неровностей разрезаемого материала, установочный стол выполнен в виде палеты с рабочей плоскостью, образованной по высоте горизонтальной упругой металлической сеткой по теплопроводности не ниже $\lambda = 330$ ккал/м × час × °С (0...20°С).

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ФРАКТАЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ В ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

***Ю.Ф.Назаров (ФГУП НПО «Техномаш»),
В.И.Ломаев, Е.Н.Спиридонов (Машиностроительный завод)***

Качество поверхности, как известно, оказывает значительное влияние на эксплуатационные свойства деталей РКТ. К числу таких свойств можно отнести коррозионную стойкость, сопротивление износу, а также

трибологические и отражательные свойства. Исследование процесса формирования поверхности и ее геометрических характеристик имеет давнюю историю, однако проблемы совершенствования качества поверхности продолжают существовать, и, более того, приобретают особую актуальность в связи с появлением новых технологий обработки материалов. Они отчетливо проявляются в области нанотехнологии, для которых шероховатость рассматривается не как вторичная характеристика, являющаяся «следом» воздействия того или иного физического процесса (как в обработке резанием, например), а как свойство самой структуры, тем более, что размеры таких слоев сопоставимы с длиной свободного пробега в них электронов.

Естественно, что, не имея методики топографических свойств поверхности и ее геометрических характеристик, адекватно отражающей реальные процессы формирования поверхностного рельефа, невозможно со сколько – нибудь удовлетворительной достоверностью предсказать поведение этой поверхности в процессе эксплуатации детали или изделия. Особая заинтересованность в такой оценке проявляется в прогнозировании эксплуатационных характеристик таких сложных технических систем как изделия РКТ с повышенными требованиями по надежности и безопасности функционирования. Возникает задача разработки новых подходов в оценке шероховатости поверхности (по крайней мере, в отношении определенной группы поверхностей). Одним из возможных направлений поиска таких подходов является использование теории фракталов, а в качестве оценочного количественного параметра – фрактальной размерности D . Такой подход, как представляется, позволит оценить шероховатость поверхности независимо от формы ее элементов и плотности их распределения, что придаст бы такой оценке свойство универсальности.

Теория фракталов служит базой для количественного описания так называемых диссипативных структур, формирующихся в условиях, далеких от равновесных. Именно такие структуры и формируются на поверхности в процессе физико – химических методов обработки и нано – технологий. В заключении следует отметить, что успешное применение теории фракталов для качественной и количественной оценки шероховатости поверхности базируется на использовании современных методов исследования поверхностей, в частности – применении сканирующей зондовой микроскопии.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА «СБОРА ПО ИЗМЕНЕНИЮ» ДЛЯ АНАЛИЗА ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ТЕСТИРОВАНИЯ И ДИАГНОСТИКИ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ

*А.С.Перванюк, М.И.Перцовский
(МАТИ)*

Тестирование и диагностика современных цифровых систем управления, навигации и контроля является одной из важных задач при подготовке и проведении наземных и летных испытаний. В состав этих систем входят различные цифровые устройства, для тестирования и отладки которых применяются цифровые приборы, называемые логическими анализаторами (ЛА). ЛА позволяют фиксировать цифровые сигналы (входящий и исходящий потоки) посредством тактирования и сравнения уровня сигнала с заранее заданным порогом.

При фиксировании каждого значения сигнала на каждом такте, соотношение между частотой тактирования и общим временем сбора не является эффективным. Поскольку каждое полученное в один такт значение сигнала использует единицу памяти, то, соответственно, чем выше частота получения сигналов, тем короче по времени окно сбора.

Когда происходит сбор данных, которые меняются редко, но информация об изменениях является существенной, необходимо устанавливать частоту сбора достаточно высокой, для того чтобы фиксировать быстрые изменения сигнала. Следовательно, ЛА с памятью 4 Кб (4096 значений) остановит сбор данных после 16.4 мс и следующие изменения данных зафиксированы не будут. При этом тактирование сигнала во время сбора происходит постоянно, и каждое значение сигнала будет сохранено. Но поскольку значения сигнала длительное время не изменяются, использование памяти ЛА происходит неэффективно.

Для решения этой проблемы предлагается использовать метод «сбор по изменению». Который позволяет определить момент изменений в сигнале, и полярность сигнала после изменения. Чтобы получить эти данные, используется фиксатор изменений сигнала на входе ЛА совместно со счетчиком. В памяти ЛА сохраняются метки времени только тех данных, которым предшествовали изменения сигнала, вместе с временем, прошедшим с последнего изменения. При этом будут использоваться 2 ячейки памяти при изменении сигнала, и совсем не будет использоваться память, если сигнал не изменяет своего значения.

Следовательно, с использованием указанного метода можно зафиксировать не только первые изменения данных, но и все последующие до полного заполнения памяти, в зависимости от того, какое количество раз будет происходить изменение сигнала. В то же время, период тактирования сигнала останется на уровне 4 мс. Можно также говорить

о эффективной глубине памяти, которая равна общему времени сбора данных, разделенному на период тактирования.

Использование метода «сбора по изменению» позволяет значительно увеличить объем анализируемых данных без изменения технических характеристик ЛА, что в целом существенно улучшает надежность функционирования тестируемых цифровых устройств за счет оперативного контроля с большой «логической глубиной».

МИНИАТЮРИЗАЦИЯ ИЗДЕЛИЙ НАНОТЕХНОЛОГИИ В РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКЕ

*Ю.Ф.Назаров, Д.С.Свириденко
(ФГУП НПО «Техномаш»)*

Важнейшей тенденцией в области развития современной космической техники является миниатюризация всех ее компонентов и систем.

Миниатюризация позволяет создавать КА массой в сотни и десятки килограмм, которые способны выполнять задачи, которые 20 лет назад были по силам лишь многотонным спутникам. Условно миниатюризация изделий РКТ предусматривает создание наноспутников массой до 10 кг, микроспутников массой до 100 кг и малых спутников массой от 100 до 500 кг.

Миниатюризация изделий даёт толчок к развитию нанотехнологии, в первую очередь для элементов систем управления, на примере микроэлектромеханических систем (МЭМС).

Миниатюрность изделий МЭМС, являющаяся их характерной особенностью, обуславливает такие исключительно важные с точки зрения применения в космической технике свойства изделий, как портативность, высокий срок службы (предельно малые массы элементов минимизируют вибрационные и инерционные перегрузки), низкое потребление энергии, простота в обслуживании и замене.

Применение МЭМС позволяет приблизительно на порядок уменьшить размеры, массу и потребление энергии аэрокосмических систем. В качестве примеров успешного применения МЭМС в космической технике можно упомянуть кремневые гироскопы, акселерометры, клапаны, микроисточники энергии, системы химического и биологического анализа, высокочастотные оптические и механические фильтры и др.

Направлениями в нанотехнологии, применяемых к изделиям РКТ, является повышение производительности базовых компьютеров в системах управления, в миллионы раз, за счет применения нанoeлектроники, также создание высокоотражательных систем (солнечное, лазерное излучения, зеркала космических телескопов).

Миниатюризация изделий РКТ требует применения новых материалов. Это в первую очередь материалов имеющих наноразмерную структуру, которые имеют возможность используя процессы самоорганизации и самосборки получать материалы не методом «сверху – вниз», а методом «снизу – вверх».

Такие материалы могут быть в 10 раз прочнее стали, и обладать малой массой. К таким материалам можно отнести фуллерены – производные графитов, которые имеют кристаллическую гранцентрированную кубическую решетку с молекулами C_{60} . Фуллерены обладают уникальными свойствами – упругостью, пластичностью и высокой твердостью (алмаза).

Уникальным конструктивным материалом, который может применяться на малых КА является нанофазная «гибкая» керамика, которая включает в себя оксидную и нитридную составляющие с величиной зерна менее 70 нанометров.

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ РКТ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМБИНИРОВАННОЙ УПРОЧНЯЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ

Д.С.Свириденко (ФГУП НПО «Техномаш»)

Развитие производства в современных условиях предполагает широкое использование накопленного опыта по развитию и применению нетрадиционных технологий, к которым можно отнести комбинированные методы обработки, позволяющие усиливать положительные черты и снижать недостатки традиционных видов обработки. Это особенно касается деталей РКТ, которые работают в жестких условия контактного трибологического взаимодействия. При этом могут возникать условия термоэрозийного, эрозийно-механического ударно усталостного знакопеременного циклического взаимодействия поверхностей деталей РКТ, к таким деталям можно отнести детали топливной аппаратуры (камеры сгорания), детали специальной техники, тонкостенные оболочки, детали типа «вафельные конструкции» и др.

Примером комбинированных методов является сочетание ультразвукового выглаживания с лазерным термоупрочнением.

Для выбора рациональных сочетаний методов обработки создана методика проектирования технологии изготовления деталей РКТ с применением комбинированной упрочняющей обработки.

Эта методика предусматривает установление взаимосвязи между эксплуатационными характеристиками деталей и параметрами качества

поверхностного слоя с применением интегрального критерия матрицы внешних воздействий.

Матрица внешних воздействий, это обобщенный критерий параметров поверхностного слоя, который учитывает геометрические характеристики (неровности поверхностного слоя, волнистость и др.), физико-химические параметры (микротвердость, величина внутренних остаточных напряжений, структурный и фазовый состав поверхностного слоя). При этом создан математический аппарат, который помогает увязать эти параметры с эксплуатационными характеристиками деталей РКТ.

Также применяются последовательные, параллельные, а также параллельно-последовательные сочетания методов.

В каждом конкретном случае по определенному алгоритму производится проектирование технологии комбинированной обработки с применением ЭВМ.

Применение, например комбинированной упрочняющей обработки на основе ультразвукового выглаживания с последующим лазерным термоупрочнением позволяет по сравнению с существующими технологиями изготовления деталей РКТ повысить долговечность на 200...250 % и снизить интенсивность массового износа поверхностного слоя до 0,001...0,002 кг.

КОНЦЕПЦИЯ SERVICE DESK – НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ В УПРАВЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВОМ

*Е.С.Крылов (ЗАО «Бизнес Эксперт»),
Л.С.Точилев (ФГУП «НПО машиностроения»)*

Анализ концепции Service Desk на основе ITIL-процессов и традиционных методов, используемых в управлении промышленным предприятием, выявляет новые возможности в управлении производством.

Одним из ключевых понятий концепции Service Desk является единая точка контакта. Это существенное отличие от существующей практики, когда за учет и анализ отказов автоматизированной системы управления производством (АСУП) несёт ответственность отдел АСУП, за надёжность и бесперебойность работы средств автоматизации и механизации – отдел автоматизации и механизации производства, за предупреждение и устранение нарушений производственного процесса и внедрение технических средств оперативного управления - производ-

ственно-диспетчерский отдел. Такое деление приводит к следующим недостаткам:

1. Не всегда очевидно в чью зону ответственности попадает инцидент, возникший в производстве. Возможны варианты, когда необходимо участие в его разрешении нескольких служб, а в ряде случаев – руководства. Отсутствие единой точки контакта приводит к потерям времени на разбирательства, в том числе и между отделами.

2. Один и тот же инцидент, может по-разному управляться каждым отделом. Помимо неэффективности этих действий, следует отметить и другой недостаток такого подхода - отсутствие общей картины событий в производстве. Как следствие – разные подходы отделов к управлению изменениями в производстве, отсутствие общего взвешенного подхода.

3. Как правило, отсутствие документирования жизненного цикла инцидента. Управление ими в отделах часто осуществляется на основе устных сообщений. Как следствие – деятельность по разрешению инцидентов часто не измеряема и неконтролируема. Ввиду отсутствия полной и достоверной информации, невозможно провести её анализ.

В концепции Service Desk используется процессный подход, что позволяет оценивать деятельность по управлению инцидентами и непрерывно улучшать, в соответствии со стандартами серии ISO 9000.

Второе отличие концепции Service Desk от существующей практики состоит в различных механизмах решения проблем (скрытых причин, порождающих инциденты). Основные преимущества, которые обеспечивает Service Desk в части решения проблем, состоят в следующем:

1. Системный подход, выявляющий в первую очередь те причины, по вине которых происходят наибольшие потери. Преимущества концепции Service Desk в том, что решение формируется на основе аналитического анализа информации обо всех инцидентах имевших место в производстве, а затем поступает на рассмотрение руководству. В обычной практике указание на решение проблемы исходит от руководства, нередко без учёта контента, что ведёт к ошибкам в выборе проблемы, исполнителей, методах, оценке затрат и последствий.

2. Сложность некоторых проблем требует отдельных процедур, таких как использование "обходного пути" и "гарантированный откат назад", если изменения, вносимые с целью решения проблемы, приводят к отрицательным последствиям в других областях. Service Desk включает эти механизмы, сводящие к минимуму риски, связанные с решением проблем.

3. Процессный подход, используемый в концепции Service Desk, позволяет оценивать деятельность по управлению проблемами и непрерывно улучшать её, в соответствии со стандартами серии ISO 9000.

Даже этот далеко неполный перечень возможностей, которые получает промышленное предприятие, следуя концепции Service Desk, показывает её перспективность.

О МОДЕРНИЗАЦИИ ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К ПЕРСПЕКТИВНЫМ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСАМ

***В.А. Чобанян, М.В. Кобзев**
(Государственный космический научно-производственный
центр им. М.В. Хруничева)*

Актуальной задачей современного ракетостроения является задача формирования эксплуатационных требований к перспективным ракетно-космическим комплексам (РКК). Одним из путей снижения стоимости РКК и затрат на его эксплуатацию является более тщательная проработка системы эксплуатации РКК на этапах проведения научно-исследовательских и поисковых работ.

Как известно, в сложившейся системе задания требований к РКК, разработчиками уделяется недостаточное внимание системе эксплуатации и эксплуатационным характеристикам РКК. Анализ многолетнего опыта проработки вопросов эксплуатации вновь создаваемых РКК показывает, что сложившаяся практика имеет ряд существенных недостатков. Исследования показывают, что эффективность системы эксплуатации РКК зависит от ряда факторов, действующих на различных этапах создания, испытаний и эксплуатации РКК, которые в настоящее время учитываются недостаточно.

Предлагаемая методика задания требований к системе эксплуатации и эксплуатационным характеристикам комплекса позволит:

- на ранних стадиях создания РКК провести выбор и обоснование рационального варианта системы эксплуатации комплекса;
- определить необходимый состав эксплуатационных характеристик РКК и получить их прогнозные значения;
- принять рациональные схемно-конструктивные и компоновочные решения и сократить затраты на создание и эксплуатацию РКК.

**АВТОМАТИЧЕСКАЯ СТЫКОВКА ПЛАНЕТОХОДОВ.
ИДЕОЛОГИЯ И ПЕРСПЕКТИВА**

Ю.А.Хаханов, А.В.Воробьев
(ОАО «ВНИИТрансмаш»)

Новый виток интереса к освоению Луны и Марса, наблюдаемый в последние годы в Китае, Японии, США (марсоход), Европейском союзе (Евролуноход), позволяет по новому взглянуть на разработку автоматических систем передвижения луноходов, марсоходов и их взаимодействие с полезной нагрузкой (ПН).

ПН устанавливается на самоходном шасси в тех случаях, когда выполняются отдельные научные задачи. Назначение полезной нагрузки массой в сотни килограммов и несколько тонн резко расширяется: это не только научная аппаратура, но и строительные и другие расходные материалы. В этих случаях целесообразно иметь самоходные шасси, выполняющие функции стыковки с ПН и ее перевозки.

Большой научно-технический задел по стыковке был сделан в ОАО «ВНИИТРАНСМАШ» в рамках работ по проекту «Марс-75».

Автоматическая стыковка может быть использована также для подзарядки аккумуляторов планетоходов. При этом отпадает необходимость включения в состав планетоходов громоздких солнечных батарей, которые снижают профильную проходимость планетохода (например, марсохода). В случае применения солнечных батарей снижается надежность эксплуатации подвижного планетохода: в практике уже были случаи, когда из-за попадания пыли на солнечные батареи планетоход терял работоспособность и прекращал функционирование.

В 1971 г. по проекту «М-71» был доставлен на марсианскую поверхность первый в мире микромарсоход. Электропитание микромарсоход получал по кабелю от посадочного аппарата, находящегося на поверхности (кабель длиной =15 м. разматывался в процессе движения). По этому кабелю планировалось передавать научную и телеметрическую информацию на посадочный аппарат и далее по радиоканалу на аппарат «Марс-5» (находился на орбите вокруг Марса), а с него на Землю.

Имеется опыт подзарядки аккумуляторов автоматического наземного аппарата СТР-1. Аппарат (по мере необходимости) подводили к автономному электрическому блоку и через зарядное устройство производили восстановление электрической мощности аккумуляторов.

В докладе представлены примеры конструкции автоматических стыковочных систем планетохода (лунохода) и результаты их испыта-

ний на земном лунодроме. Представленные системы стыковки обладают высокими функциональными и эксплуатационными характеристиками и могут быть применены в рамках разрабатываемой в настоящее время пилотируемой экспедиции на Марс.

РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ ПЕНЕТРАТОРОВ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ГРУНТА ПЛАНЕТ

А.В.Кочетков (Государственный космический научно-производственный центр им. М.В. Хруничева)

В процессе исследования небесных тел Солнечной системы достаточно часто применяются пенетраторы, представляющие собой зонды, проникающие в поверхностные слои грунта. Преимуществом пенетраторов является возможность оперативного получения сведений о составе и характеристиках поверхностного (до глубины в 15-20 м) слоя грунта планеты, а также о сейсмических и других явлениях, возникающих при взаимодействии пенетратора с грунтом.

Одной из основных проблем, возникающих при проектировании пенетраторов, является проблема обеспечения их прочностных характеристик. Решение этой проблемы является сложной комплексной задачей, требующей больших вычислительных мощностей. При этом исходные данные не всегда четко определены на начальных этапах проектирования.

В докладе предлагается простая оценочная методика расчета на прочность пенетратора, который представляется в виде балки переменного сечения, консольно закрепленной при расчете входа пенетратора в грунт, или свободной, с распределенной нагрузкой на концах, при рассмотрении его дальнейшего движения. Расчет предлагается проводить по формулам для статического нагружения, с учетом коэффициента динамичности.

Коэффициент динамичности получен на основе решения уравнения, описывающего движение средней линии трехступенчатой балки, которая представляет собой упрощенную модель пенетратора.

Результатом расчета являются величины максимально допустимых перегрузок, воздействующих на пенетратор. На реальном примере показано, что возникающие при внедрении пенетратора в грунт планеты перегрузки не превышают допустимых значений.

**К ВОПРОСУ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ
ИНФОРМАЦИИ РАКЕТЫ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ
«ПРОТОН-М» ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОПЕРЕЧНЫХ НАГРУЗОК ПРИ
ПОЛЕТЕ НА УЧАСТКЕ СКОРОСТНЫХ НАПОРОВ**

*М.С Пономарев (Государственный космический научно-
производственный центр им. М.В. Хруничева)*

Доклад посвящен вопросам обработки и анализа телеметрической информации для оценки поперечных нагрузок действующих на конструкцию ракеты космического назначения (РКН) при полете на участке скоростных напоров. Скоростной напор увеличивает нагрузку на конструкцию РКН, опрокидывающий и изгибающий моменты, что для тяжелых ракет представляет довольно серьезную опасность. Особое влияние скоростной напор оказывает на поперечные нагрузки, которые воспринимает корпус ракеты на этом участке полета.

В связи с этим возникает вопрос, определить методы и подходы для обработки и анализа материалов полета РКН «Протон-М» для того, чтобы оценить аэродинамические силы и моменты, действующие на РКН на этом участке полета и их воздействие на корпус ракеты.

В докладе рассмотрены несколько упрощенных методов определения поперечных нагрузок по данным телеметрической информации получаемой при пуске РКН «Протон-М», с учетом того, что данные параметры не могут быть получены в результате их прямого измерения. Проведен сравнительный анализ предложенных методов и их погрешностей определения.

На основе предложенных методов в работе представлены результаты обработки и анализа телеметрической информации по данным летных испытаний РКН «Протон-М».

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛУЧИСТЫХ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ В
ДОННОЙ ОБЛАСТИ ЖИДКОСТНОЙ РАКЕТЫ НА ОСНОВЕ
ДАнных ЛЕТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ ИСПЫТАНИЙ**

Д.В. Морозов

*(Государственный космический научно-производственный
центр им. М.В. Хруничева)*

При определении тепловых нагрузок в донной области на этапе выведения обычно получают значение суммарного теплового потока, который состоит из конвективного и лучистого. Однако при этом не виден вклад каждой составляющей. Способы тепловой защиты днища ракеты от конвективной и лучистой компонент традиционно сводятся к

применению специальных покрытий. Воздействие же лучистых тепловых потоков распространяется не только на днище ракеты, но и далеко вверх по боковой поверхности первой ступени, вызывая разогрев местных обтекателей, стрингеров и прочих элементов конструкции.

Характерным примером является многоблочная компоновка без массивного центрального блока, когда источником излучения служат не только расширяющиеся струи двигателей, но и зоны их взаимодействия.

Определение лучистой составляющей теплового нагружения, а также ее пространственное распределение является актуальной задачей при проектировании новых образцов многоблочных ракет в ГКНПЦ им. М.В. Хруничева.

Исследование этой проблемы начинается с анализа телеметрической информации. Приводится описание конструкции и обобщаются показания датчиков тепловых потоков, установленных на днище первой ступени жидкостной ракеты, имеющей четырехсопловую компоновку. По показаниям датчиков восстановлены значения лучистых тепловых потоков и получено распределение величины суммарного лучистого теплового потока в донной области ракеты в зависимости от расстояния до продольной оси ракеты. Проведено сравнение показателей летного эксперимента с результатами расчетов.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СРЕДСТВ В РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКЕ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

А.Г.Леонов

(ФГУП «НПО машиностроения»)

Рассматриваются вопросы проектирования средств РКТ и стратегического управления разработками, с целью повышения качества и реализуемости проектов, при комплексном подходе к формированию интегрированных проектных решений и обеспечению их реализуемости.

Проводится анализ постановки и решения ряда взаимосвязанных задач:

- зарубежные и отечественные тенденции и перспективы развития средств РКТ и рынка космической продукции;
- формирование основных требований к проектным характеристикам и эффективности перспективных разработок;
- выбор направлений научно-технической деятельности по разработке и реализуемости проектов;

- проведение реструктуризации, технического перевооружения и образования корпоративных структур;
- разработка программ научно-технической деятельности и стратегического развития предприятия.

В качестве стратегических критериев предпочтения используются показатели, определяющие цели, ресурсы, эффективность и риски для оценки конечных результатов научно-технической деятельности предприятия.

МОДЕЛЬ ОРГАНИЗАЦИИ ПОДСИСТЕМЫ РЕГИСТРАЦИИ, ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ И ВЫДАЧИ УПРАВЛЯЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

*А.В.Яковлев, М.И.Перцовский
(МАТИ)*

Рассматриваются вопросы проектирования средств ракетно-космической техники (РКТ) и стратегического управления разработками, с целью повышения качества и реализуемости проектов, при комплексном подходе к формированию интегрированных проектных решений и обеспечению их реализуемости.

Проводится анализ постановки и решения ряда взаимосвязанных задач:

- зарубежные и отечественные тенденции и перспективы развития средств РКТ и рынка космической продукции;
- формирование основных требований к проектным характеристикам и эффективности перспективных разработок;
- выбор направлений научно-технической деятельности по разработке и реализуемости проектов;
- проведение реструктуризации, технического перевооружения и образования корпоративных структур;
- разработка программ научно-технической деятельности и стратегического развития предприятия.

В качестве стратегических критериев предпочтения используются показатели, определяющие цели, ресурсы, эффективность и риски для оценки конечных результатов научно-технической деятельности предприятия.

**ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УПРУГИХ
МЕМБРАННЫХ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С
БОЛЬШОЙ НЕЛИНЕЙНОСТЬЮ ХАРАКТЕРИСТИК**

И.Н.Жибарева

Доклад посвящен мембранным упругим чувствительным элементам с большой нелинейностью характеристики (включая и хлопающие), которые находят широкое применение в качестве первичных преобразователей давления в устройствах измерения, регулирования как самого давления, так и производных от давления параметров жидких и газообразных сред.

В докладе рассмотрены характерные особенности геометрии таких упругих элементов, обусловленные технологическим процессом изготовления, свойствами материала. Эти особенности значительно затрудняют проектирование таких элементов, превращая его процесс в интуитивный поиск решения, требующего большого опыта работы, длительного времени и искусства.

Предлагается усовершенствовать проектирование таких элементов, используя свойство непрерывности их характеристик и существенного влияния на них каждого из элементов технологического процесса изготовления, а в качестве средства решения задачи – анализ поведения и свойств выборки элементов на каждом этапе изготовления и связи их с характеристиками.

Реализация такого способа проектирования целесообразна при использовании соответствующей вычислительной техники.

Рассматриваемое предложение позволяет сделать процесс проектирования упругих элементов более целенаправленным, а результаты его – более предсказуемыми, а также использовать его при проектировании других типов упругих элементов. В докладе представлен большой фактический материал.
