

Двигатель

Научно-технический журнал № 3 (51+243) 2007

**Надо сделать так, чтобы в России
наступила мода на интеллект,
чтобы молодежи было интересно
заниматься техникой, работать в науке.
Это и есть та самая «русская национальная идея»,
какую столь долго и безуспешно пытаются найти.**

акад. Е.Н. Каблов



2005 2004



Лучшее издание по освещению проблем инноваций в промышленности

Редакционный совет

- Богуслаев В.А.,**
ген. директор ОАО "Мотор Сич"
- Бондин Ю.Н.,**
ген. директор ГП "НПК газотурбостроения "Зоря"-Машпроект"
- Губертов А.М.,**
зам. директора ФГУП "Исследовательский центр им. М.В. Келдыша"
- Данилов О.М.,**
ген. директор ЗАО "Центральная компания МФПГ "БелРусАвто"
- Дическул М.Д.,**
зам. ген. директора ЗАО "УК "Пермский моторостроительный комплекс" по экономике
- Иноземцев А.А.,**
ген. конструктор ОАО "Авиадвигатель"
- Каблов Е.Н.,**
ген. директор ГНЦ ВИАМ, академик РАН
- Каторгин Б.И.,**
ген. конструктор НПО "Энергомаш", академик РАН
- Клименко В.Р.,**
гл. инженер ОАО "Аэрофлот – РМА"
- Кобзев С.А.,**
начальник Департамента локомотивного хозяйства ОАО "РЖД"
- Коржов М.А.,**
руководитель проекта "Двигатель" ОАО "АвтоВАЗ"
- Крымов В.В.,**
директор ФГУП "ММПП "Салют" по науке
- Кутенев В.Ф.,**
зам. ген. директора ГНЦ НАМИ по научной работе
- Кухаренко Г.М.,**
зав. каф. ДВС Белорусского национального ТУ
- Лобач Н.И.,**
ген. директор ПО "Минский моторный завод"
- Муравченко Ф.М.,**
ген. конструктор МКБ "Прогресс"
- Новиков А.С.,**
ген. директор ММП им. В.В. Чернышева
- Пустовгаров Ю.Л.,**
зам. премьер-министра правительства Республики Башкортостан
- Ружьев В.Ю.,**
первый зам. ген. директора Российского Речного Регистра
- Селезнев Е.П.,**
ген. конструктор, ген. директор КБХМ им. А.М. Исаева
- Скибин В.А.,**
ген. директор ГНЦ ЦИАМ им. П.И. Баранова
- Соколовский М.И.,**
ген. конструктор, ген. директор ОАО "НПО "Искра"
- Тресвятский С.Н.,**
ген. директор СНТК им. Н.Д. Кузнецова
- Троицкий Н.И.,**
директор НИИ двигателей
- Фаворский О.Н.,**
академик, член президиума РАН
- Чепкин В.М.,**
первый зам. ген. директора НПО "Сатурн" по НИОКР
- Черваков В.В.,**
декан факультета авиадвигателей МАИ
- Чуйко В.М.,**
президент Ассоциации "Союз авиационного двигателестроения"

РЕДАКЦИЯ

Главный редактор

Александр Иванович Бажанов

Заместитель главного редактора

Дмитрий Александрович Боев

Ответственный секретарь

Александр Николаевич Медведь

Финансовый директор

Дмитрий Михайлович Чекин

Редакторы:

Александр Аркадьевич Гомберг,

Андрей Иванович Касьян,

Валентин Алексеевич Шерстянников

Литературный редактор

Андрей

Художественные редакторы

Александр Николаевич Медведь

Владимир Николаевич Романов

Елизавета Борисовна Кирвалдизе

Техническая поддержка

Ольга Владимировна Лысенкова

В номере использованы фотографии, эскизы и рисунки:

А.И. Бажанова, Д.А. Боева,

А.В. Ефимова, В.А. Зрелова,

А.Н. Медведя, В.Н. Романова

Адрес редакции журнала "Двигатель":

111116, Россия, Москва,

ул. Авиамоторная, 2

Тел.: (495) 362-3925

Факс: (495) 362-3925

engine@zebra.ru

boeff@yandex.ru

www.dvigately.ru

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ

ООО "Редакция журнала "Двигатели"©

генеральный директор Д.А. Боев

зам. ген. директора А.И. Бажанов

.....
Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

Ответственность за достоверность информации и наличие в материалах фактов, не подлежащих

разглашению в открытой печати,

лежит на авторах публикаций.

Мнение редакции не всегда

совпадает с мнением авторов.

Перепечатка опубликованных материалов без

письменного согласия редакции не допускается.

Ссылка на журнал при перепечатке обязательна.

.....
С 2002 года журнал включен

в "Перечень изданий..." ВАК

.....
Научно-технический журнал "Двигатель"©

зарегистрирован в ГК РФ по печати

Рег. № 018414 от 11.01.1999 г.

Отпечатано

ЗАО "Фабрика Офсетной Печати"

Москва

Тираж 15 000 экз.

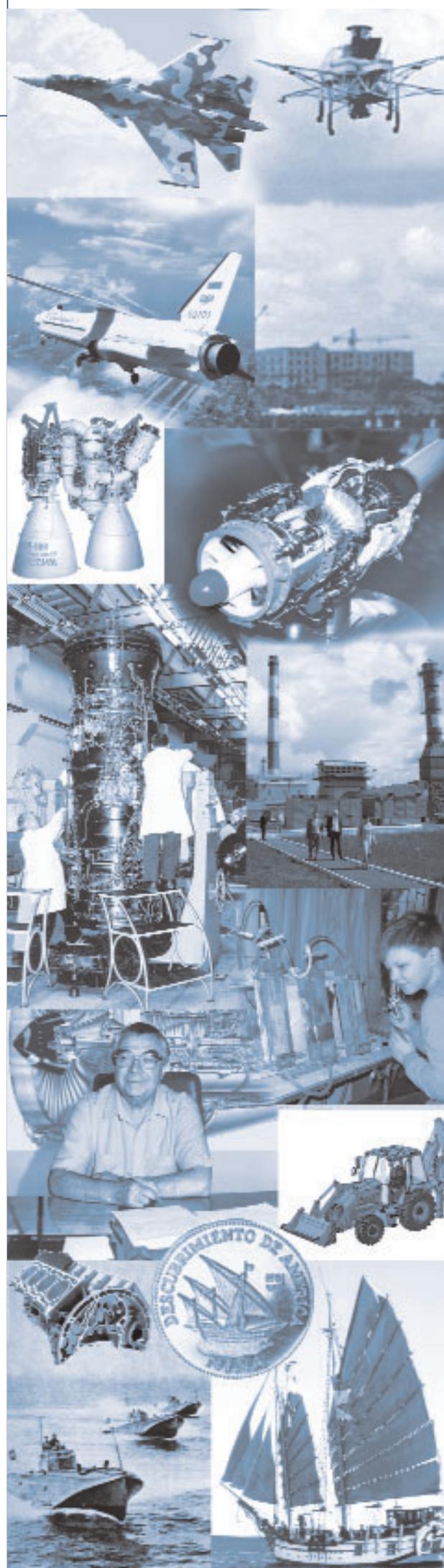
Периодичность: 6 выпусков в год.

Цена свободная



СОДЕРЖАНИЕ

- 2. Что надо для создания двигателя нового поколения**
Ю.С. Елисеев, В.В. Крымов
- 6. Некоторые технологические задачи по обработке корпусных деталей, выполненные на станках HERMLE**
- 8. Продукция уфимских авиадвигателестроителей - для энергетиков и газодобытчиков**
А.В. Артюхов, В. Ю. Иванов
- 10. GLOBATEX AG: оборудование и системы программного обеспечения фирмы ZIMMER & KREIM для технического перевооружения и модернизации предприятий**
А.Л. Смирнов, В.С. Полуянов
- 14. К 25-летию Научно-исследовательского института технологии и организации производства двигателей**
Ю.С. Елисеев
- 14. Уважаемые коллеги**
В.А. Гейкин
- 16. Взлетаем вертикально!**
Александр Николаев
- 22. Великий конструктор**
А.Н. Саженков
- 24. Технологии и комплексные ИТ-решения для автоматизации предприятий**
- 28. Объектное описание применения продукции ОАО "ЗАО" в авиадвигателях и наземных ГТУ**
В.А. Зрелов, М.Е. Проданов, В.Б. Жарский, В.В. Макачук
- 30. Из истории МКБ "Гранит"**
В.Д. Лабзин, М.А. Шамбан
- 32. Из выступлений участников Круглого стола, посвященного 100-летию журнала "Двигатель"**
- 34. Опыт, опыты, графики**
Д.А. Боев
- 36. Перспективы развития космической техники - в международном сотрудничестве**
Н.А. Пирогов, В.Ф. Рахманин, В.К. Чванов
- 42. Советские авиационные специалисты в послевоенной Германии**
С.В. Кувшинов
- 46. Биография Георгия Филипповича Байдукова**
- 49. До начала перелета и после...**
- 50. Турбулентность Леонарда Эйлера. Альтернативная интерпретация**
Ю.М. Кочетков
- 52. Из глубины веков**
В.С. Шитарев
- 55. Парусники на монетах мира**
А. Барановский
- 56. Подводный удар**
С.Л. Мальчиков
- 60. Игры интеллектуалов**
А.В. Ефимов
- 61. IV олимпиада по истории авиации и воздухоплавания**



ЧТО НАДО ДЛЯ СОЗДАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

ФГУП "ММП" "Салют": **Юрий Сергеевич Елисеев**, генеральный директор, д.т.н., профессор
Валентин Владимирович Крымов, директор по науке, д.т.н., профессор

Несомненно, успешное выполнение современных требований к двигателям летательных аппаратов обеспечит повышение удельных параметров газотурбинных двигателей. А вот пути решения этих задач крайне разнообразны: от широкого применения композиционных, конструкционных и жаропрочных материалов с новыми свойствами до перехода на новые технологии, в том числе, как теперь принято говорить, нанотехнологии.

Анализ развития двигателей для реактивной авиации, начиная с двигателей первого поколения ТР-1 и РД-45, показывает, что повышение параметров двигателя (как абсолютных, так и удельных) обеспечивалось постоянным ростом π_k и T_r^* и связанным с этим применением более жаропрочных сплавов, а затем и охлаждаемых турбинных лопаток. Переход на новые материалы и конструкцию турбинных лопаток привел к значительному росту трудозатрат. В прошлые времена с этим еще как-то мирились, но в современных условиях нельзя требовать создания двигателя, в том числе и для военной авиации, любой ценой. Вопрос экономии всех ресурсов выдвигается на первое место.

В общем можно сказать, что двигатель нового - пятого поколения должен отличаться от своего предшественника следующим:

- значительным улучшением удельных параметров;
- увеличением ресурса, эксплуатационной надежности;
- снижением затрат на создание, изготовление и эксплуатацию.

Следует заметить, что эти требования не являются какими-то исключительными, они формулируются при создании каждого нового двигателя, но сейчас ситуация особая.

Во-первых, удельные параметры необходимо улучшить не на единицы, а на десятки процентов.

Во-вторых, в конструкции двигателя пятого поколения будут применяться совершенно новые материалы.

В-третьих, необходимо остановить рост стоимости двигателя от поколения к поколению, так как при сохранении существующей тенденции двигатель не выдержит конкурентной борьбы.

И, в-четвертых, из-за отставания по некоторым направлениям от западных фирм следует сжимать сроки разработки, интенсифицировать поиск новых материалов и технологий. Следует понимать, что технология - это только часть проблем, стоящих перед разработчиками при создании двигателя нового поколения. Но ей принадлежит главная, основная, ведущая роль среди всех составляющих при создании ГТД.

К примеру, сегодня широко используется вычислительная техника, созданы современные методики расчетов, проектирования. На "Салюте" у конструкторов нет кульманов. Все расчеты от обвязки двигателя до расчетов газодинамического тракта выполняются на компьютерах. Можно сказать, что конструкторский труд

на 100 % автоматизирован. Это позволяет сократить сроки создания новых изделий и значительно снижает вероятность совершения каких-либо ошибок и принятия неоптимальных решений при проектировании узлов двигателя.

К сожалению, сегодня пока нет возможности в такой степени автоматизировать разработку новых технологических процессов. Тем не менее, поиск таких технологий, которые позволили бы создать двигатель, способный конкурировать на любом рынке, осуществляется постоянно.

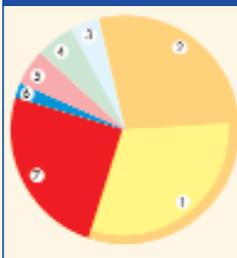
Как уже отмечалось, среди основных направлений совершенствования параметров двигателя находится повышение температуры газов перед турбиной двигателя пятого поколения до 1900...2000 К. Но лопаток, способных работать при таких температурах (а есть мнение о целесообразности еще большего ее повышения), не существует. Да и повышение температуры газов перед турбиной с одновременным ростом удельных параметров приведет к еще большим нагрузкам на отдельные элементы, детали и узлы, т.е. новый двигатель будет и более теплонапряженным.

Основные направления создания перспективных технологических процессов можно разделить на несколько групп. К одним можно отнести совершенствование технологий изготовления отдельных элементов конструкции двигателя, таких как лопатки турбины и компрессора, камеры сгорания и т.д. Другая группа охватывает технологии, которые связаны с заготовительным производством и контролем точности. Здесь особо следует отметить роль информационных технологий, которые пронизывают всю структуру производства и без которых оно уже эффективно существовать не может.

В короткой статье невозможно подробно остановиться на каждой проблеме, поэтому ограничимся кратким описанием того, что удалось достичь и в каком направлении следует искать пути решения некоторых проблем.

1. Лопатки турбины. Из перспективных технологических процессов, обеспечивающих возможность длительной работы лопаток компрессора при высокой температуре, можно выделить метод направленной кристаллизации и монокристаллическое литье. Повышение температурного градиента на фронте кристаллизации до 200 °С/см, по данным ВИАМ, уменьшает размер жидко-твердой области, что обеспечивает получение более однородной, тонкоде-

Структура трудоемкости изготовления двигателя АЛ-31Ф



- 1 - механическая обработка (58,5 %);
- 2 - механическая обработка лопаток от трудоемкости механической обработки в целом (57,5 %);
- 3 - литье и штамповка заготовок (4,1 %);
- 4 - листовая штамповка, сварочные работы (5,3 %);
- 5 - сборка (4,8 %);
- 6 - испытания (2,2 %);
- 7 - гальваника, термическая обработка, нанесение покрытий и другие виды работ (25 %).

Развитие авиационных ГТД

Поколение	Типичный представитель	Годы производства	Температура газов на входе в турбину, К	Тяга двигателя, кгс	Удельная тяга двигателя, кг/кгс	Ресурс до первого ремонта, ч
I	ТР-1, РД-45	1940 - 1950	900...1100	2270	0,35...0,6	100
II	АЛ-7Ф	1950-1960	1200...1275	9600	0,18...0,22	300
III	АЛ-21Ф	1960-1970	1350...1450	11 300	0,14...0,18	400
IV	АЛ-31Ф	1980-2010	1650...1680	12 500	0,12	300
V	АЛ-41Ф	после 2010	1750...1900	-	0,1...0,08	-

ритной структуры с меньшей дендритной ликвацией, меньшим размером упрочняющих фаз и выделенной g/g'-звтектики, меньшей пористостью. Все это повышает усталостную прочность литейных никелевых сплавов на 15...20%.

Специалисты в конце прошлого века предполагали, что с 2005 г. удастся изготовить турбинные лопатки из интерметаллидов, но, к сожалению, эта технология так и не была реализована. Одновременно шло создание новых жаропрочных материалов, в которых в той или иной комбинации присутствовали почти все элементы таблицы Менделеева, в том числе и редкоземельные. Наиболее эффективным оказалось присутствие рения и рутения. Известно, что использование рения в качестве легирующего элемента приводит к повышению рабочей температуры рабочей лопатки, но при этом возможно возникновение топологически плотноупакованных фаз. Эту проблему удалось решить путем введения еще одного редкоземельного элемента - рутения. Рений-рутеновые сплавы при изготовлении турбинных лопаток не только обеспечат более высокие параметры у перспективных ГТД, но и гарантируют повышение его ресурса.

И все же, для того, чтобы выйти на более высокие температуры, требуется повышение эффективности охлаждения лопаток путем применения проникающего (транспирационного) охлаждения, что позволит увеличить температуру газа перед турбиной до 2200 К.

Еще одним направлением обеспечения ресурса охлаждаемых лопаток турбин является использование защитных покрытий, которые предохраняют поверхность внутренней полости и внешней поверхности от высокотемпературного окисления. Предстоит разработать новые способы комплексного легирования, обеспечивающие одностадийный процесс формирования покрытий. В настоящее время одним из таких методов является метод газовых циркуляционных покрытий, который может применяться для защиты поверхности охлаждающих отверстий лопаток с конвективно-плечным и проникающим охлаждением.

2. Лопатки компрессора. Одним из направлений совершенствования технологии производства лопаток компрессора, имеющих длину пера до 140 мм, можно считать штамповку "в размер". Последующей механической обработке подвергается только хвостовик лопатки на станках с ЧПУ. Это на сегодня самая дешевая технология. Альтернативой данной технологии является электрохимическая обработка пера, причем пера с большой закруткой и широким профилем. Трудоемкость изготовления лопатки по этой технологии сопоставима со штамповкой.

3. Зубчатые колеса.

Это третьи по значимости и нагруженности детали двигателя, от качества которых зависит ресурс двигателя. Точность изготовления шестерен достигла 4 и 5 степени, но надежность их работы зависит от состояния поверхностного слоя, который, в основном, формируется в процессе химико-термической обработки. Радикальным средством улучшения качества зубчатых колес и повышения ресурса их работы является

Материалы, применяемые в производстве ГТД				
Материалы		Поколения двигателей		
		II	III	IV
Жаропрочные стали и сплавы	%	26	41	58
	Марки	ЭИ-437БУ 18ХНВА	ЭП-742ИД ЭИ-698ВД	ЖС-64 ЖС-32
Нержавеющие стали	%	26	12	12,6
	Марки	ЭИ-961	ЭП-517Ш ЭП-961Ш	ЭИ-961Ш
Титановые сплавы	%	5,5	11,5	12,6
	Марки	BT3-1	BT-9, BT-5-1 BT-18	BT-18Y, BT-20Y
Алюминиевые сплавы	%	7,3	1,8	0,28

применение новых высокоэффективных технологических процессов:

- глубинного шлифования - нового процесса зубонарезания и финишной обработки зубчатых колес;
- ионной химико-термической обработки, включающей процессы ионной цементации и нитроцементации, а также ионного азотирования. При такой обработке резко повышаются несущие свойства поверхности зубчатых колес.

Немаловажное значение при изготовлении зубчатых колес для редуктора двигателя имеет и применяемое оборудование. Раньше для изготовления одного корпуса редуктора требовалось до десяти единиц оборудования и 12 рабочих. А так как коробка имеет более 1500 мерных размеров, то здесь существовала возможность совершения ошибки. По новой технологии используется только одна единица технологического оборудования и один оператор. А это еще один технологический способ обеспечения качества зубчатых передач.

4. Механическая обработка составляет более 60 % трудоемкости изготовления двигателя четвертого поколения. Это наиболее длительные и трудоемкие процессы, через которые проходят практически все детали. И здесь заложен главный резерв в повышении эффективности производства. К основным направлениям следует отнести автоматизацию механической обработки (на заводе 600 единиц различного оборудования с ЧПУ) и максимальную концентрацию операций на одном рабочем месте. Уже существуют машинные центры, на которых деталь обрабатывается точением (причем возможна обработка одновременно двумя резаками по разным программам), фрезерованием, сверлением, шлифованием.

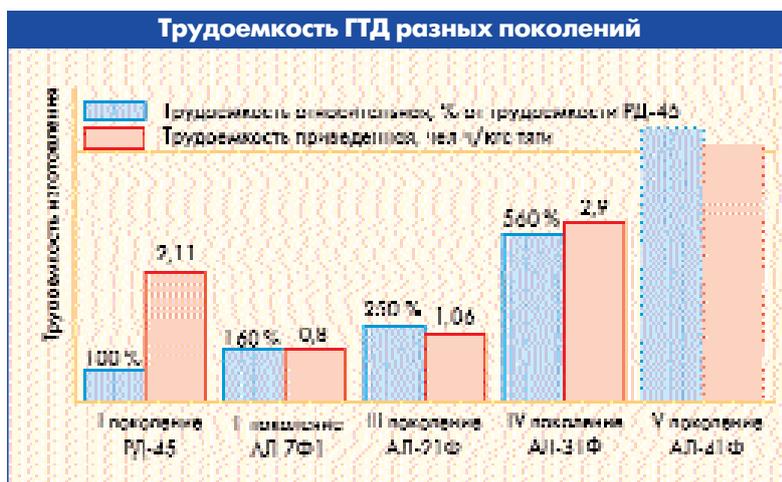
Сегодня оборудование определяет не только технологию изготовления двигателя, но и его конструкцию. Только наличие станка Turboblisk фирмы Liechti позволило приступить к проектированию и изготовлению моноколес нового компрессора двигателя АЛ-31ФМ и АИ-222-25.

Во многих случаях целесообразна замена механической обработки электроэрозионной или электрохимической, лазерной или плазменной. Как уже неоднократно упоминалось, все это оборудование оснащено ЧПУ. Широкое применение оборудования с ЧПУ хорошо вписывается в общую стратегию компьютеризации производства. Это обеспечивает кратчайший путь от мысли конструктора через проектно-конструкторские работы, технологическую подготовку производства непосредственно к изготовлению продукции и контролю параметров на измерительных машинах. В перспективе можно говорить о внедрении технологии компьютерной сборки и автоматических испытаниях двигателей (на испытательной станции не будет моториста, движущего РУД).

5. Упрочнение и покрытие.

Этот вид обработки необходим для того, чтобы помочь материалу деталей выдерживать большие нагрузки и температуры. Диффузионные, кондиционные и комбинированные покрытия уже позволили решить некоторые проблемы.

Что касается упрочнения материала турбинных лопаток, то в последние годы удалось отработать процесс горячего изостатичес-



кого прессования, благодаря которому пропали макро- и микропористость лопаток турбин. Испытания образцов на малоцикловую усталость показало, что число циклов до разрушения увеличилось на два порядка. Тем не менее, нерешенных задач еще очень много, и для движения вперед необходимо привлечение академических институтов РАН.

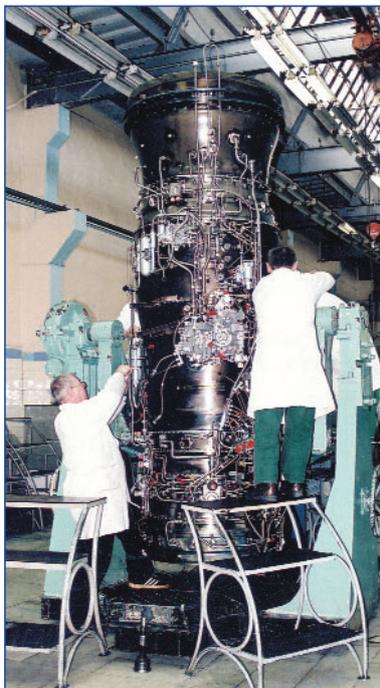
6. Разработка новых материалов. Для изготовления целого ряда деталей двигателя пятого поколения требуются новые уникальные материалы, обладающие заранее заданными свойствами, причем разными в разных точках детали, например по теплопроводимости или по твердости. Это возможно при использовании новых технологий, в том числе и самораспространяющегося высокотемпературного синтеза. У этого направления хорошие перспективы, так как из материалов, полученных в результате СВС, возможно получение, например, керамических лопаток. Эти же технологии позволяют получать специальные порошки, которые при их нанесении на детали могут резко повысить температурную стойкость.

7. Новые виды обработки. Свойства и качества деталей определяются не только механической обработкой, но и термообработкой, химико-термической обработкой, вакуумной термообработкой, ионными процессами химико-термического упрочнения детали.

Еще одним направлением получения новых свойств деталей является использование порошковой и гранульной металлургии. Перспективно внедрение специальных станков для горячей раскатки дисков, при этом получается иная структура материала диска, и повышаются его прочностные характеристики. Немаловажно и то, что при этом повышается коэффициент использования металла.

К эффективным методам обработки следует отнести также электроэрозионные и электрохимические методы. Основным их достоинством является то, что при этом возможна обработка деталей из материалов, твердость которых практически не уступает твердости инструмента. Первоначально электроэрозия использовалась в инструментальном, а теперь она все чаще используется в основном производстве. Ранее уже упоминалось применение электроэрозии для прошивки в лопатках турбины охлаждающих отверстий малого диаметра и большой глубины. Причем современные электроэрозионные станки оснащены системами ЧПУ.

8. Наноматериалы. В последние годы прогресс в совершенствовании композитов и других материалов связывают с исследованиями в области наноструктурированных материалов и технологий. Перспективы их использования оказались столь значительными, что



ученые и инженеры многих специальностей увидели в этом феномене отчетливые признаки новой научно-технической революции.

Особые свойства материи на наномасштабном уровне проявляются в силу того, что размеры частиц становятся сравнимы с масштабами таких физических величин, как средний пробег электрона в металлах. В основе функционирования наносистем лежат, таким образом, квантовые проявления материи. На основе этих представлений и уже наработанного эксперимента прогнозируется создание для применения в двигателестроении наноструктурированных материалов, во много раз более прочных, чем традиционно используемые. При изготовлении из них только крепежа и кронштейнов, используемых на двигателе, можно снизить массу двигателя на 100...200 кг. И это только одно из возможных применений нанотехнологий.

9. Информационные технологии. Этот вид технологии, по сути своей, не должен стоять последним в перечне. Как уже упоминалось, информационные технологии сопровождают

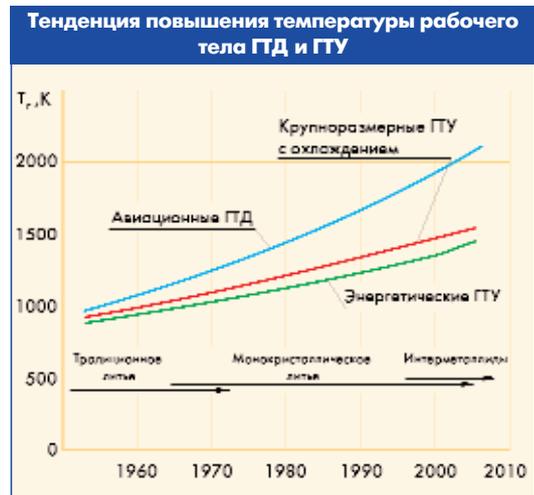
каждый этап жизненного цикла двигателя. А на этапе создания двигателя пятого поколения роль информационных технологий возрастает многократно.

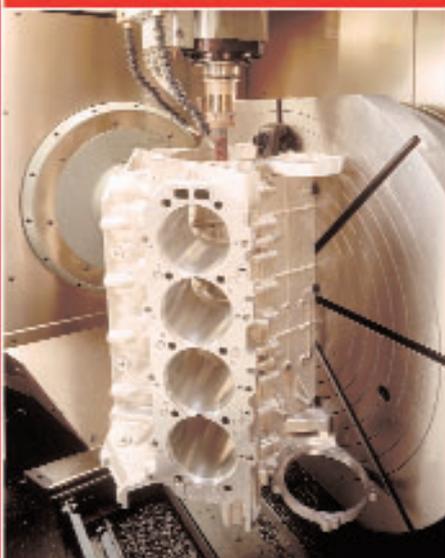
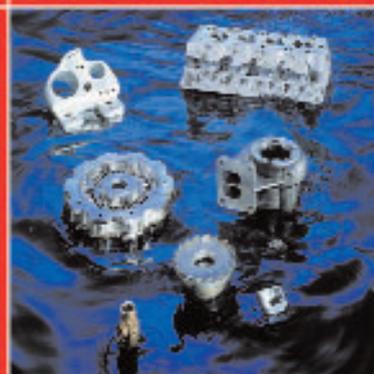
В последнее время информационные технологии развиваются чрезвычайно быстро. Причем развитие идет по нескольким путям. Это и появление все более мощных компьютерных систем, и появление всевозможных программ, охватывающих все этапы жизненного цикла двигателя. Сюда же можно отнести и рост мощности компьютерной сети предприятий. Например, если в 1996 г. на заводе "Салют" было всего 50 персональных компьютеров, то к началу 2007 г. их насчитывалось более 4500; важным является широкое внедрение современного оборудования с ЧПУ.

В этой статье перечислена незначительная часть стоящих перед двигателестроителями проблем, связанных с освоением новых технологий при создании двигателя пятого поколения. Некоторые из них уже близки к разрешению, для решения других нащупываются пути. Есть и те, над которыми предстоит серьезно поработать. В одиночку ни одному предприятию России с этим не справиться, необходимо объединение интеллектуальных и финансовых ресурсов. ММП "Салют" готов к такому сотрудничеству и призывает другие предприятия и организации включиться в эту сложную, но крайне важную работу.

Только концентрация усилий предприятий и КБ, финансовых и интеллектуальных возможностей при неременном условии поддержки государства позволит в кратчайший срок ликвидировать наметившееся отставание в создании двигателей нового поколения. ■

Обрабатываемость материалов, применяемых в конструкции ГТД		
Материалы	Марки материалов	Коэффициент относительной обрабатываемости материалов по сравнению со сталью 45
Нержавеющие и жаропрочные стали	1Х12Н2ВМФ (ЭП961)	0,6
	ЭП537Ш, ЭП961Ш	0,26...0,3
Титановые сплавы	BT-1, BT-5, BT-5-1	0,35...0,48
	BT-6, BT-20, BT-22	0,22...0,26
Жаропрочные никелевые сплавы: - деформируемые	ХН77ТЮР (ЭП437Б)	0,14...0,22
	ХН37МБТЮ (ЭП698ВД) ЭП742ПД, ЭП767	
- литейные	ЖС6КП, ВЖЛ12-У ВЖ36-Л2, ЖС32-ВП	0,07...0,035





**Станки, которые Вас не подведут,
и партнер, которому Вы можете доверять -
сегодня и завтра!**

ООО "Хермле Восток":
127018, Москва, ул. Полковная, 1, стр. 4.
Тел.: (+7 495) 221-8368.
Факс: (+7 495) 221-8393.
E-mail: md@hermle-vostok.ru
www.hermle-vostok.ru



НЕКОТОРЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ПО ОБРАБОТКЕ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ, ВЫПОЛНЕННЫЕ НА СТАНКАХ HERMLE



Как правило, при рассмотрении запросов от наших клиентов, либо при сдаче станка, наша фирма участвует в разработке технологии обработки деталей заказчика.

В качестве исходных данных для изготовления этих деталей используются чертежи. Построение математических моделей проводится в системе Pro/Engineer. Расчет управляющих программ также выполняется в системе Pro/Engineer. Для некоторых корпусных деталей часть программ готовится непосредственно на стойке управления станка с использованием возможностей стойки Heidenhain.

Приводимые ниже примеры обработки деталей разработаны применительно к станкам HERMLE C30U.

Пример 1

Корпус топливного насоса высокого давления

Заказчиком была поставлена задача подготовки комплексного технологического решения, связанного с изготовлением трех модификаций корпусов топливных насосов высокого давления для их крупносерийного производства.

В рамках проекта были выполнены следующие работы:

1. Для сокращения трудоемкости было принято решение об использовании специального ступенчатого инструмента, позволяющего обработать несколько размеров за один рабочий ход. К проектированию и изготовлению инструмента была привлечена инструментальная фирма, совместно с которой был проработан и согласован с заказчиком технологический процесс обработки детали. В обработке задействовано 54 инструмента. Время обработки дета-

ли составило 24 минуты. Для выполнения производственной программы понадобилось три станка в пятикоординатном исполнении.

V-образный корпус был полностью обработан с пяти сторон с одной установки. Обработка рядных корпусов выполнялась с шести сторон с переустановкой. Для обработки двух моделей рядных корпусов было решено использовать два станка со сменщиками паллет. Использование сменщика паллет позволило исключить из времени цикла изготовления детали время на переустановку. В этом случае время на переустановку перекрывается машинным временем. Всего в рамках данного проекта было поставлено три станка, при этом на каждом из трех станков обрабатывался корпус одной модификации.

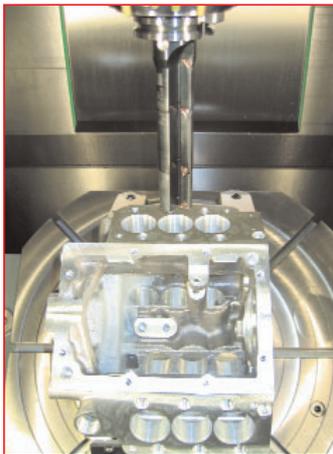
2. Разработаны приспособления для базирования и крепления детали с гидравлической системой зажима (для шестирядного корпуса топливного насоса высокого давления).

3. Для соблюдения жестких допусков на расположение осей отверстий в запрессовываемых в деталь латунных втулках относительно отверстий в детали было принято решение о выполнении на одном станке операций запрессовки латунных втулок и последующей расточки отверстий в них, а также расточки отверстий в детали без снятия ее с приспособления. Для запрессовки втулок спроектировано и изготовлено механо-гидравлическое приспособление, с помощью которого запрессовка выполняется в зоне ожидания сменщика паллет станка.

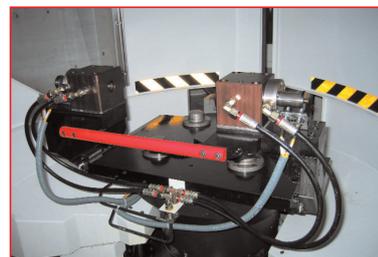
4. Программирование обработки осуществлялось на стойке с ЧПУ Heidenhain 530 без применения специальных пакетов компьютерных САМ-программ.

5. Сдача технологического проекта на предприятии заказчика.

На предприятии были обработаны пробные партии деталей по 20 экземпляров каждой модификации. На этом этапе отработывались режимы обработки, позволяющие стабильно получать хорошее качество деталей при оптимальной стойкости инструмента. Одним из условий сдачи являлась обработка на каждом станке партии из 40 деталей в автоматическом режиме без замены режущего инструмента. После изготовления этих партий заказчик контролировал как качество



V-образный корпус топливного насоса высокого давления.

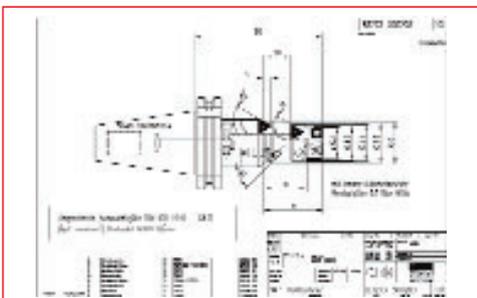
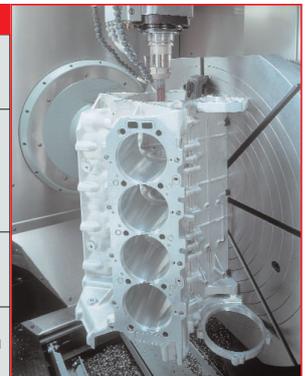


Пример спецификации рабочих параметров

Опер. №	Кол-во операций	Поверхность	Инструмент №	Описание инструмента	Обработка	Рабочий путь. Глубина сверления	Vc (м/мин.)	n (об./мин.)	fz (мм)	f (мм/об.)	Vf (мм/мин.)	Ост. маш. время (мин.)	Вспомогат. время (мин.)	Общее время (мин.)
21	1	AF14	6	Дисковая фреза с разнонаправленными зубьями с механическим креплением поворотных пластин F2252.BN.080.Z03.09.S684 Dc 80 Xs/X1 95	Фрезерование пазов, черновая обработка	30	400	1592	0,1	0,3	477	0,067	0,000	0,067
22	1	AF12	5	Концевая фреза D=25 с механическим креплением поворотных пластин F3042.T22.025.Z03.09 Dc 25 Xs/X1 120	Фрезерование пазов R82	90	400	5093	0,1	0,3	1527	0,060	0,000	0,060
23	1	AB9	7	Концевая монотельная фреза F1700E.Z.10.Z2.50.45.W Dc 10 Xs/X1 148	Торцевое фрезерование поверхности для центрирования для D7	12	200	6366	0,01	0,02	127	0,110	0,000	0,110
24	1	AB11	7	Концевая монотельная фреза F1700E.Z.10.Z2.50.45.W Dc 10 Xs/X1 148	Торцевое фрезерование поверхности для центрирования для D7	12	200	6366	0,01	0,02	127	0,110	0,000	0,110
25	1	AB12	7	Концевая монотельная фреза F1700E.Z.10.Z2.50.45.W	Фрезерование пазов поверхности для центрирования для D7	12	200	6366	0,01	0,02	127	0,110	0,000	0,110

Пример спецификации режимов обработки

№ инстр. налад.	Арт. №	Обозначение	Наименование	Обороты, об/мин.	Подача на контуре, мм/мин.	Обраб. размер
T1	087709	ARPF-20S20WE	Прецизионная особо длинная фреза D = 20 мм L _{общ} = 250 мм с механическим креплением твердосплавной пластины, державка выполнена из титанового сплава. Производитель - фирма HITACHI TOOL	10584,00	1028,00	D36 Винтовое врезание шаг 1 мм
	087724	ZCFW-200-03,PCA12M	Пластина твердосплавная для прецизионной особо длинной фрезы D = 20 мм, R = 0,3 мм	14286,00	2787,00	D41.8 Винтовое врезание шаг 1 мм
	00038930	E346958342080	Оправка с гидропластовым зажимом D20	15834,00	3406,00	Спиральная обработка фаски 2 x 45



Пример спецификации инструмента

обработки деталей, так и износ применявшегося инструмента. Все обработанные детали признаны высококачественными, а износ инструмента оказался минимальным.

1. Проработан технологический процесс с использованием универсального инструмента.
 2. Совместно с заказчиком спроектировано приспособление для базирования и крепления детали.
 3. Программирование полностью выполнено на стойке Heidenhain 530 с использованием стандартных циклов.
- Обработка велась с пяти сторон.

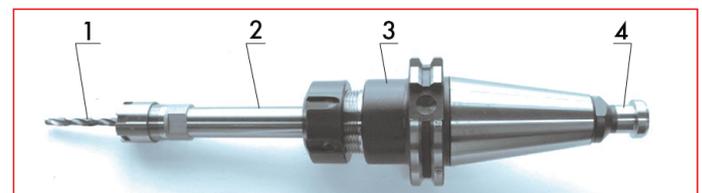
ООО "ХЕРМЛЕ-ВОСТОК"

Россия, 127018, Москва, ул. Полковная, д. 1, стр. 4.
Тел.: (495) 221-8368. Факс: (495) 221-8393.
E-mail: Info@hermle-vostok.ru

**Пример 2
Корпус прибора**

Заказчиком была поставлена задача подготовки комплексного технологического решения, связанного с изготовлением детали корпусов редуктора для мелкосерийного производства.

В рамках проекта были выполнены следующие работы:



Пример описания инструмента из комплекта для обработки детали



Номер позиции инструментальной наладки в магазине станка						14
Состав инструментальной наладки						
Поз. №	1	2	3	4		
Фирма-производитель	REGO-FIX	SECO	REGO-FIX	SECO	SECO	
Наименование	Сверло Ø4.6	Цанга Ø5-4 ER16	Цанговый патрон ER16 -удлинитель	Цанга Ø16-15 ER25	Цанговый патрон ER25	Хвостовик
Шифр	Из набора 111600000	54501616R	Из набора 112500000	E446958 752570Q	E9544 31628	

РАЗВИТИЕ ПРОГРАММЫ ГАЗОТУРБИННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ НА ОАО "УМПО"



ОАО "Уфимское моторостроительное производственное объединение":
Александр Викторович Артюхов,
генеральный директор

ОАО "Уфимское моторостроительное производственное объединение" - один из лидеров мирового авиационного двигателестроения. Сегодня многие авиационные фирмы приступают к производству так называемых изделий двойного назначения. УМПО также сделало решительный шаг по применению авиационных двигателей в наземной технике, а именно - в газоперекачивающих и энергетических установках.

Стационарный газотурбинный привод АЛ-31СТ разработан НТЦ им. А. Ляулки (НПО "Сатурн") по техническому заданию ОАО "Газпром" на базе авиационного газотурбинного двигателя АЛ-31Ф, устанавливаемого на самолете СУ-27 и его модификациях.

В рамках Генерального соглашения между Правительством Республики Башкортостан и ОАО "Газпром" от 15.07.97 г. ОАО "УМПО" подключилось к реализации программы модернизации действующего парка газоперекачивающих агрегатов на компрессорных станциях ОАО "Газпром".

Предусмотрено несколько направлений участия ОАО "УМПО" в программе обновления парка газоперекачивающих агрегатов, установленных на компрессорных станциях (КС) магистральных газопроводов и на станциях подземного хранения газа (СПХГ), с использованием газотурбинного двигателя АЛ-31СТ, который может компоноваться в следующих газоперекачивающих агрегатах мощностью 16 МВт:

1. В агрегате ГПА-Ц-16 для замены двигателя НК-16СТ. Такая работа проведена на КС "Карпинская". На этом агрегате в 1996 г. прошел приемочные испытания и был рекомендован для серийного производства двигатель АЛ-31СТ. Общая наработка составляет более 28 тыс. ч.

2. В агрегате ГПА-Ц-16Л производства СМНПО им. Фрунзе (Сумы, Украина). Газоперекачивающий агрегат прошел Приемочные испытания в августе 1998 г. и рекомендован для изготовления промышленной партии.

3. В агрегате ГПА-16АЛ "Урал", производства НПО "Искра" (Пермь). Разработан проект и техническая документация по установке двигателя в ГПА. Объект применения - КС "Юбилейная" ООО "Севергазпром" запланирован на 2007 г. Первый опыт совместного производства агрегата реализован на КС "Москово" в этом году. Агрегат ГПА-16Р "Урал" с нашим двигателем испытан заказчиком и находится в промышленной эксплуатации.

4. В агрегате ГПА "Нева-16", производства АО "Кировский завод" (Санкт-Петербург), газоперекачивающий агрегат про-

шел Приемочные испытания в феврале 2003 г. и рекомендован для изготовления опытной промышленной партии.

5. В агрегате ГПА "Волга-16" разработки АО "НИИтурбокомпрессор" (Казань). Разработан проект и техническая документация по установке двигателя в агрегат.

6. Газогенератор двигателя (без силовой турбины) используется в качестве привода в составе газоперекачивающего агрегата РТ-21S изготовления фирмы Nuovo Pignone, Италия. Ведется эксплуатация пяти агрегатов на КС "Алмазная", Пермтрансгаз.

7. Двигатель АЛ-31СТЭ с пятиступенчатой силовой турбиной в составе блочно-модульной энергетической установки, разработанной и изготовленной в кооперации с НПО "Искра" (Пермь). Лидерная установка смонтирована на производственной площадке нашего объединения. Начало опытной эксплуатации запланировано в IV кв. текущего года.

8. И, наконец, в агрегате ГПА-16Р "Уфа" при проведении реконструкции газоперекачивающих агрегатов ГТК-10-4. Разработчиком агрегатов является ОАО "УМПО". В настоящее время на базе данного агрегата разработан и проходит защиту в ОАО "Газпром" технический проект, предназначенный для реконструкции ГН-16, а также блочно-контейнерный вариант для нового строительства.

Первая очередь работ предусматривала оснащение десятью агрегатами ГПА-16Р "Уфа" двух компрессорных цехов на КС "Москово" и КС "Поляна" ООО "Баштрансгаз", а потребность в агрегатах этого класса только по России составляет более 600 единиц.

Суть реконструкции цеха заключается в следующем: существующие 8 агрегатов ГТК-КМ мощностью 10 МВт каждый заменяются на 5 агрегатов мощностью 16 МВт с сохранением суммарной мощности цеха в 80 МВт. При этом освобождается площадь целого цеха, которая может быть использована для хозяйственных нужд, либо утилизирована.

Газоперекачивающий агрегат ГПА-16Р "Уфа" предназначен для обеспечения транспорта природного газа по магистральным газопроводам с рабочим давлением 7,45 МПа. Агрегат спроектирован и изготовлен в соответствии с техническим заданием, где отражены основные требования заказчика к проведению реконструкции:

- повышение экономичности и к.п.д. (выигрыш по удельному расходу топливного газа, потребляемого агрегатом на собственные нужды, составляет 9%, другими словами, при среднегодовой



Владимир Юрьевич Иванов,
директор программы газотурбинной энергетики



Сравнительные характеристики ГТК-10-4 и ГПА-16Р "Уфа"

Показатели	Тип агрегата	
	ГТК-10-4	ГПА-16Р "Уфа"
К.п.д., %	28	36
Номинальная мощность, МВт	10	16
Удельный расход газа, кг/кВт·ч	0,248	0,217

наработке агрегата 7000 ч экономия составит 5 млн м³ в год);

- увеличение единичной мощности и снижение массогабаритных показателей (достаточно сказать, что привод нового агрегата в 6 раз легче прежнего и составляет чуть более 5 т, что имеет немаловажное значение при проведении ремонтных работ и технического обслуживания);
- блочность;
- полная заводская готовность;
- высокий уровень автоматизации;
- пригодность конструкции к дальнейшей модернизации в течение всего срока эксплуатации;
- возможность использования отдельных узлов и блоков для проведения модернизации и реконструкции других типов ГПА.

В создании агрегата и проекта реконструкции компрессорной станции принимали участие ведущие проектные организации и предприятия, выпускающие продукцию для ОАО "Газпром", среди которых ГИПРОспецГАЗ, "Компрессорный комплекс", "Невтурботест" (Санкт-Петербург), "Система-газ", "Газхолдтехника" (Москва).

Объектом реконструкции является газоперекачивающий агрегат ГТК-10-4 на действующей компрессорной станции, вместо которого, посредством установки на существующие фундаменты, монтируются следующие основные узлы:

- газотурбинный двигатель АЛ-31СТ в защитном кожухе со вспомогательными системами, обеспечивающими его работу;
- входной тракт с системой очистки циклового воздуха, шумоглушением и противообледенительной системой;
- выхлопной тракт с шумоглушением, выхлопной трубой и утилизатором тепла выхлопных газов.

Существующий нагнетатель дорабатывается с увеличением производительности путем замены сменной проточной части.

В комплект поставки агрегата входит система автоматического управления "Series-5" фирмы Compressor Controls Corporation, с помощью которой осуществляется автоматический пуск, работа под нагрузкой, защита, контроль, сигнализация, нормальный и экстренный останов, сбор, обработка и представление необходимой информации, противопожарная защита и регулирование нагнетателя.

Реконструкция агрегатов предусматривает и глубокую реконструкцию всех станционных систем, так например, на КС "Москово" введены в эксплуатацию новые станционные объекты:

- блок подготовки топливно-пускового газа;
- подстанция;
- воздушная компрессорная станция;
- склад ГСМ;
- административное здание.

В декабре 2002 г. на КС-18А "Москово" ООО "Баштрансгаз" проведены приемочные испытания лидерного образца газоперекачивающего агрегата ГПА-16Р "Уфа". На сегодняшний день агрегат отработал в трассу более 19 000 часов, а суммарная наработка агрегатов ГПА-16Р "Уфа" составляет более 60 000 часов. На КС "Москово" за этот период проведена реконструкция еще четырех агрегатов.

В декабре 2005 г. сдан в эксплуатацию 1-й агрегат на КС "Полянская", в 2006 г. завершена реконструкция одного цеха на КС "Москово", начата реконструкция агрегатов в соседнем цехе и завершён монтаж второго агрегата на КС "Полянская" ООО "Баштрансгаз".

ОАО "УМПО" совместно с ООО "Баштрансгаз" постоянно производит отработку конструкторско-технологических мероприятий, направленных на дальнейшее повышение эксплуатационных показателей как привода АЛ-31СТ, так и всего агрегата в целом.

На агрегатах ООО "Баштрансгаз" проведены испытания

пластикового входного устройства, позволяющего снизить гидросопротивление всасывающего тракта.

Совместно со специалистами ООО "Баштрансгаз" отработана промывка газозводного тракта на холодном пуске. Отработана новая система утилизации тепла выхлопных газов.

На сегодняшний день для ООО "Баштрансгаз" ведется поставка оборудования для реконструкции КС "Шаран" и КС "Поляна" совместно с НПО "Искра" (Пермь). Планируемое начало реконструкции - IV квартал 2007 г.

28 октября 2006 г. с участием президента Республики Башкортостан М. Рахимова и заместителя председателя правления ОАО "Газпром" А. Ананенкова состоялось торжественное открытие цеха КС "Москово", прошедшего комплексную реконструкцию и полностью оснащённую приводом АЛ-31СТ и ГПА-16Р "Уфа".

Привод АЛ-31СТ и ГПА на его базе признаны перспективным техническим решением для реконструкции и нового строительства компрессорных станций, что зафиксировано протоколом о сотрудничестве между Республикой Башкортостан и ОАО "Газпром", подписанном президентом М. Рахимовым и А. Миллером 12 марта 2007 г.

Установка газотурбинная энергетическая ГТЭ-18

1. Назначение

ГТЭ-18 применяется для выработки электрической и тепловой энергии в любой климатической зоне. Такая энергетическая установка способна обеспечить электроэнергией и теплом населенный пункт в 60 тыс. человек.

Основные технические данные ГТЭ-18

Параметр	Размерность	Величина
Номинальная мощность	МВт	18
Напряжение вырабатываемого тока	кВ	10,5/6,3
Частота вырабатываемого тока	Гц	50
Располагаемая тепловая мощность	МВт	24
Количество нагреваемой воды	м ³ /ч	230
Температура воды на выходе из теплообменника	°С	114
Расход топливного газа	м ³ /ч	5450
Давление топливного газа	МПа	3,14±0,2
Мощность потребления на ГТЭ, не более	МВт	0,4
Масса установки, не более	т	250
Габариты установки, не более	м	20 x 12 x 30
Электрический к.п.д. установки, не менее	%	37

2. Конструктивные особенности

Применение двигателя АЛ-31СТЭ исключает необходимость использования редуктора в цепи "двигатель - турбогенератор" за счет измененной 5-ступенчатой силовой турбины.

Принцип блочности позволяет применять установку при реконструкции и при новом строительстве, с ведением монтажа в предельно сжатые сроки.

3. Организация производства

Изготовление ГТЭ-18 планируется осуществлять силами объединения с привлечением сторонних предприятий-поставщиков.

Использование в качестве привода конвертированного авиационного двигателя требует более ответственного подхода к организации монтажа, эксплуатации и технического обслуживания агрегата. От этого, во многом, будет зависеть жизнеспособность агрегата нового поколения. Поэтому на объединении сформирована бригада специалистов, которая ведет монтаж наиболее ответственных узлов установки, в том числе самого двигателя, проводится обучение персонала станций, который в дальнейшем будут их эксплуатировать и обслуживать. Активно внедряется практика технического послегарантийного сопровождения и обслуживания агрегатов в эксплуатации.

GLOBATEX AG:

ОБОРУДОВАНИЕ И СИСТЕМЫ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФИРМЫ ZIMMER & KREIM ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕВООРУЖЕНИЯ И МОДЕРНИЗАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ

Алексей Львович Смирнов, к.ф.-м.н.
Владимир Сергеевич Полуянов, к.т.н.

Модернизация и техническое перевооружение предприятий являются необходимыми условиями их выживания и рентабельности в современных условиях жесткой конкуренции. Компания Globatex AG работает на рынке СНГ более 15 лет (прежнее название фирмы - Charmilles & Mikron Diffusion), обеспечивая переоснащение предприятий оборудованием, сертифицированным в соответствии с Европейскими стандартами. За это время предприятиям СНГ поставлено более 1000 высококачественных станков. Компания Globatex AG основное внимание уделяет поставке новых технологий на основе использования высокопроизводительных прецизионных станков, нового оборудования и программных продуктов европейских фирм, а также фирм Японии.

Компания Globatex AG предлагает станки и оборудование фирм: R ders, Zimmer & Kreim, Peter Wolters AG (Германия), Unisign (Голландия), Seibu Electric & Machinery Co., LTD (Япония), Bumotec, Voumard, Dixi, Rollomatic (Швейцария), Samputensili - отделение фирмы SAMP S.p.A. (Италия). Некоторые предлагаемые станки могут быть объединены в гибкие производственные системы с использованием предлагаемых компанией Globatex AG средств автоматизации процессов смены инструментов и деталей, их транспортировки и хранения.

Краткая информация о продукции большинства перечисленных выше фирм представлена в серии статей, опубликованных в журнале "Двигатель" (№№ 1-6 за 2006 г. и 1-2 за 2007 г.).

В настоящей статье основное внимание уделено вопросам автоматизации производства деталей штампов и пресс-форм и деталей основного производства путем создания гибких производственных ячеек, модулей и систем на основе оборудования и программного обеспечения, предлагаемых фирмой Zimmer & Kreim.

На сегодняшний день фирма Zimmer & Kreim является лидером на рынке Германии в области электроэрозионных копировально-прошивочных станков и мировым лидером в области автоматизации - создания автоматических систем загрузки/разгрузки станков.

Для создания автоматизированных производств фирма Zimmer & Kreim предлагает системы электроэрозионных копировально-прошивочных станков, системы интеллектуального программного обеспечения для электроэрозионных и фрезерных станков, координатно-измерительных машин и ГПС, системы смены электродов, деталей, режущих инструментов, их хранения и транспортировки. Такой подход с предложением системных решений является новым в мировой практике. Предлагаемые фирмой системы создаются на модульной основе, которая обеспечивает надежность и высокую производительность обработки. Модульный дизайн систем позволяет потребителю выбирать нужную ему конфигурацию, соответствующую его техническим требованиям. Возможны комбинации отдельных модулей систем. Таким образом фирма, Zimmer & Kreim способствует оптимальной организации производства у потребителя, сокращая его ин-

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОПИРОВАЛЬНО-ПРОШИВОЧНЫХ СТАНКОВ ФИРМЫ ZIMMER + KREIM

Характеристика	genius 602	genius 700	genius 850	genius 1200	genius 1700
Высота, мм	2540	2530	2780	2710	3550
Ширина, мм	840	1213	1110	1540	2060
Глубина, мм	1680	2326	1840	1520	1960
Масса, кг	1950	3200	2750	3700	8000
Стол: длина x ширина, мм	576 x 400	575 x 500	840 x 600	1200 x 850	1700 x 1200
Масса обрабатываемой детали, кг	500	700	1000	3000	3000
Уровень диэлектрика над столом, мм	365	420	360	410	550
Т-образн. пазы: кол-во x ширина, мм	4 x 10	4 x 10	6 x 10	6 x 12	6 x 12
Расстояние: стол - шпинд. головка без патрона макс./мин., мм	550 / 240 (опция 615/305)	550 / 200	595 / 180 (опция 660 / 245)	650 / 235 (оптим. 750 / 325)	935 / 420
Макс. перемещения по осям X x Y, мм	350 x 250	400 x 350	565 x 400	900 x 680	1250 x 1000
Макс. перемещение по оси Z, мм	315	350	415	405	515
Разрешающая способность по осям X, Y, Z, мм	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Разрешающая способность по оси C, °	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Скорость быстрого перемещения по осям X, Y, мм/мин	2000	18 000	2000	2000	2000
Скорость быстрого перемещ. по оси Z, мм/мин	4000	18 000	4000	4000	2000
Масса электрода без вращения, кг	50	100	100	100	500
Масса электрода с вращением, кг	50	50	50	50	50
Объем диэлектрика, л	250	355	400	800	1800
Сменный бумажный картридж для фильтров, шт.	3	2 x 2	4	6	12
Тип генератора	genius	genius (встроенный)	genius	genius	genius

вестиционные затраты благодаря тому, что станки, предлагаемые фирмой, могут быть приобретены в минимальной конфигурации, которая в дальнейшем может быть расширена по инициативе потребителя по мере развития его производства.

Электроэрозионные копировально-прошивочные системы

Гамма копировально-прошивочных станков *genius* фирмы Zimmer & Kreim представлена в таблице 1, в которой также приведены их основные технические характеристики. Компактная и жесткая конструкция копировально-прошивочных станков гаммы выделяет их из аналогов этого класса, предлагаемых на рынке, по сравнению с которыми они занимают мало места. Кроме того, к оборудованию возможен свободный доступ с трех сторон, что позволяет компоновать их совместно с системами установки/снятия электродов, деталей, приспособлений, обеспечивая, таким образом, необходимую конфигурацию ГПМ, ГПЯ, ГПС и т.п.

Все станки поставляются с неподвижными столами, с рабочими ваннами, положение которых по высоте может регулироваться бесступенчато, а также со встроенной осью С, которая имеет повышенную жесткость и наибольший момент инерции по сравнению с известными станками других фирм (6000 кг·м² по сравнению с 2000 кг·м² оси С станка Roboform фирмы Charmilles Technologies). Частота вращения вокруг оси С: 0-40 об/мин.

Станки могут управляться вручную, полуавтоматически и автоматически.

Абсолютная погрешность измерений по осям X-Y-Z - 0,001 мм. Абсолютная погрешность измерения по оси С - 0,001°. Максимальная скорость быстрого перемещения по оси Z в станках *genius* - 4000 мм/мин (18 000 мм/мин в станке модели *genius 700*).

В станках *genius* обеспечивается наилучшее использование поверхности стола благодаря оптимальному соотношению перемещений по осям X и Y и размеров стола. В станке *genius 700* обеспечены наибольшие для такого класса станков на рынке размеры от поверхности стола до конца шпинделя (большая гибкость, большие технологические возможности). Все станки *genius* изготавливаются в Германии. На станке *genius 850* возможна установка двух паллет с обрабатываемыми деталями, что позволяет оставлять работающую машину без надзора на 2 дня. Станки *genius 1200* и *genius 1700* имеют порталную конструкцию. Каждый из них оснащен уникальной системой привода с двумя одновременно действующими приводами перемещения стоек портала по оси X.

Фирма предлагает различные опции для станков *genius*, расширяющие их технологические возможности, в том числе:

- O-модуль для получения обрабатываемой поверхности с шероховатостью, меньшей 0,2 мкм Ra;
- C-модуль для производительной обработки труднообрабатываемых материалов, например, твердых сплавов, и для обработки вращающимся электродом;
- дополнительный силовой блок генератора для увеличения максимального тока до 150 А;
- вращающуюся головку (с частотой вращения от 0 до 550 об/мин) с пневмоприводом для скоростного и точного прошивания глубоких полостей полыми электродами диаметром от 0,6 до 6 мм с использованием C-модуля и с прокачкой жидкости под высоким давлением, а также для контурной обработки электродом, имеющим минимальный диаметр 0,1 мм. Вращающаяся головка может быть установлена в патроне станка из магазина устройства смены электродов;
- Q-ось, являющаяся пятой полноценной осью для электроэрозионной обработки. Может быть установлена на столе станка горизонтально или вертикально. Используя эту ось, можно позицио-

нировать и вращать установленную в ней деталь или вести одновременно обработку полости в режиме прошивки;

- адаптер для установки в шпинделе станка электродов больших размеров и веса. Адаптер имеет конструкцию, позволяющую не снимать при этом стандартный патрон для установки электродов стандартных размеров и веса;

- опция *genius transfer* с джойстиком, позволяющая измерять обрабатываемые детали и электроды непосредственно на станке, аналогично измерению на координатно-измерительной машине. Значения офсетов (смещений) по результатам измерений определяются непосредственно системой управления *genius*;

- устройство для скоростной прошивки отверстий диаметром от 0,6 мм до 6,0 мм с кондуктором на отдельной стойке, закрепляемой на шпindelной головке станка. По сообщению директора фирмы Zimmer & Kreim по маркетингу и продажам г-на Эмерта, разработана новая система прошивки глубо-

ких отверстий диаметром от 0,2 мм (на глубину до 300 мм). Система обеспечивает, например, прошивку отверстия 0,5 мм на глубину 300 мм за 30..40 мин, в зависимости от обрабатываемого материала;

- устройство для проволочной резки, устанавливаемое в шпинделе станка.



Системы смены электродов-инструментов

Станки *Genius* оснащаются устройствами смены электродов с магазином на 16, 24, 50 и более позиций с системами оснастки для рабочей головки, предлагаемыми фирмами EROWA, 3R, Hirschmann и др. Некоторые устройства смены предлагаются с опцией идентификации электродов с использованием радиометок.

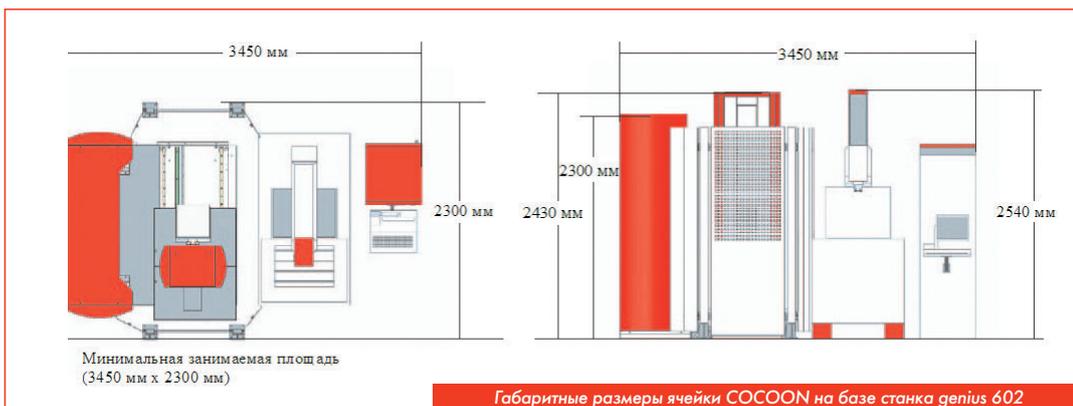
Системы загрузки/разгрузки

Фирма Zimmer & Kreim уделяет большое внимание объединению станков *genius* с новыми системами загрузки/разгрузки и их оснащению различными опциями интеллектуального программного обеспечения.

В соответствии с концепцией фирмы для реализации возможностей поставляемых ею станков в виде модулей устройства смены деталей и инструментов должны быть полностью отделены от станка. Эти устройства могут быть установлены слева или справа от станка в зависимости от производственного помещения у потребителя.

Фирма предлагает ячейку типа COCOON (на фото внизу страницы показана ячейка на базе станка *genius 602*) - компактную и полностью автоматизированную копировально-прошивочную ячейку с системой автоматической загрузки/разгрузки и копировально-прошивочным станком *genius*. Ячейка обеспечивает смену обрабатываемой детали и электрода-инструмента. Внедрение этой ячейки может стать для потребителей первым простым





ствующее его техническим требованиям.

Системы автоматизации загрузки/разгрузки, предлагаемые фирмой, можно назвать основой уверенности в качестве производства у потребителя. Чем выше степень автоматизации, тем меньше вероятность ошибки и безопаснее процесс производства.

Разработка комплекса стала огромным шагом в

Другие станки, используемые в производстве у потребителя, могут быть объединены с системой линейного типа Chameleon, обеспечивающей транспортировку, загрузку/разгрузку электродов, режущих инструментов и паллет с деталями.

Chameleon - система автоматизации, сочетающая ее непревзойденную приспособляемость и универсальность с



Chameleon

надежным процессом установки, даже при работе со станками различного типа. Систему Chameleon можно бесконечно наращивать по мере необходимости, и она будет продолжать загружать/разгружать несколько станков одновременно. Эта система автономна и имеет интерфейсы, которые могут быть использованы с любым периферийным оборудованием независимо от станков фирмы Zimmer & Kreim. Система Chameleon функционирует в

режиме возможного подключения к ней дополнительного оборудования: все другие станки, которые используются в производственном процессе у потребителя, например, фрезерные или проволочно-вырезные станки могут быть без проблем объединены с системой загрузки/разгрузки. Разные захваты, например, захваты для электродов, фрез или захваты для паллет управляются собственным блоком управления.

Система Chameleon быстро загружает станки, перемещая детали, электроды и инструменты горизонтально или вертикально, в том числе и во время процесса обработки, что упрощает их размещение и сортировку. Все это дает преимущество пользователю в сокращении времени рабочего цикла и своевременном выполнении заказов.

На основе указанного оборудования современной конструкции и новейшего программного обеспечения фирма ZUK предлагает клиентам экономичные и высоко эффективные производственные системы электроэрозионной обработки полостей и отверстий для производства штампов, пресс-форм и деталей основного производства. Фирма гарантирует, что все составные части производственной системы вместе будут работать в оптимальном режиме. Фирма исходит из того, что условия сегодняшнего рынка требуют от потребителей использования гибких систем, которые позволяют им завтра эффективно использовать многие существующие ресурсы.

Фирма может адаптировать любое из этих решений к индивидуальным нуждам, потребителя, предложив ему решение, соответ-

развитии процесса производства пресс-форм и штампов: потребитель может организовать рабочий процесс по включению всех систем, нескольких одновременно работающих различных станков в одну производственную линию. Потребитель всегда будет иметь возможность модернизировать производственную систему в соответствии с его будущими потребностями.

Фирма предлагает на выбор различные магазины модульного типа. Возможна их комбинация и расширение в соответствии с потребностями пользователя. В таблице 2 приведены основные данные магазина-модуля и указаны некоторые весовые характеристики.

Вес магазина - 550 кг. Его максимальная загрузка - 1000 кг. Вес робота Chameleon с одним магазином - 1000 кг.

В системе предусмотрены устройства для осуществления операций смены, имеющие одинарные и двойные захваты, а также державки для автоматической смены захватов, передаточное устройство (тележка) и моеющее устройство. Все устройства объединены в сеть.

Система управления genius - база для оптимизации процессов

Фирма разработала систему управления для автоматизации и программирования копировально-прошивочных станков genius.

Система поставляется со встроенной базой данных, которую потребитель может использовать как при обработке полостей на отдельном станке, так и при работе группы станков для обеспечения их максимальных функциональных возможностей.

Интерфейс программирования EASYPROG позволяет потребителю работать без затруднений с разными технологиями, осуществляя программирование во время обработки полости, а также передавать данные через несколько внешних интерфейсов.

При разработке системы управления genius было уделено большое внимание гибкости, что позволит потребителю выполнять копировально-прошивочную обработку полностью в соответствии с техническими условиями - удобно и результативно, даже в нестандартных ситуациях.

С интерфейсом Windows и несколькими опциями отображения графической информации система управления genius являет собой пример системы, удобной для пользователя.

Трехмерное представление и манипулирование координатными системами позволяет осуществлять систематический контроль и выявление ошибок. Кроме того, возможно задание вручную в диалоговом режиме координат обрабатываемых деталей.

Система управления genius может быть по отдельному заказу оснащена несколькими модулями, которые предлагают решения как в условиях индивидуального, так и серийного производства. Эта система также позволяет управлять осью Q станка какой-либо другой фирмы.

Фирма сконцентрировала свое внимание не только на точности и производительности станков genius, но и на периферийных устройствах. Именно в области подготовки, последующей обработки данных и отдельных промежуточных этапов рабочих процессов имеется много неиспользованных возможностей. Программное обеспечение является ключевым словом для их реализации.

Таблица 2

Основные данные магазина-модуля			
Элементы	Размер (макс.)	Перемещаемая масса, кг (включая паллету, макс.)	Масса, кг (в расчете на полку, макс.)
Электроды	250 x 250 x 100	20	120
Паллеты:			
Compact-Combi	50 x 50 x 40	8	120
PowerChuck	300 x 200 x 100	40	120
UPC	320 x 320 x 200	125	200

Системы программного обеспечения

На рисунке справа приведена структура программного обеспечения, предлагаемого фирмой Zimmer & Kreim для управления станками genius как в отдельном их виде, так и в составе гибких производственных ячеек, модулей и систем.

Система управления genius оснащена базой данных с ПО SQLzuk по применению этой базы, которую можно использовать как при обработке детали на отдельном станке, так и при работе группы станков для максимальной реализации их возможностей.

Кроме того, ПО SQLzuk выполняет функции центрального устройства аварийной сигнализации всей производственной

линии у потребителя: Системы управления станками связаны с ПО SQLzuk, которое, в свою очередь, направляет пакеты сообщений, содержащих доклады о состоянии оборудования, информацию о нарушениях процесса или операционные данные. Все это позволяет потребителю более эффективно спланировать размещение его ресурсов.

Для решения различных задач управления фирма Zimmer & Kreim предлагает систему ПО, включающую следующие ее составляющие:

- SUPzuk - ПО для поддержки потребителя, являющаяся дистанционной системой диагностики, которая обеспечивает помощь и техническую поддержку потребителей в любом месте в мире. Более 80 процентов всех неполадок станка могут быть быстро устранены при работе в диалоговом режиме инженерами сервисной службы фирмы. Таким образом, в значительной мере улучшен доступ к системам у потребителя и, кроме того, повышена надежность процесса;

- SMSzuk - ПО для телеинформации о состоянии работающего оборудования и производства;

- PROGzuk - ПО для подготовки управляющих программ вне станков для систем управления станков genius. Потребитель может запрограммировать обработку полостей на копировально-прошивочных станках, используя программу составления электронных таблиц с понятным для пользователя интерфейсом. ПО PROGzuk соединено с базой данных и облегчает управление заказами и деталями. Модуль POCONVERT, предлагаемый по отдельному заказу, обеспечивает совместимость ПО PROGzuk с выпущенными ранее системами управления, такими как PEG и POCON;

- JOBzuk - ПО для управления процессом производства (диспетчеризации) с целью оптимизации работы станков. Это ПО позволяет потребителю управлять последовательностью выполнения работ на станках в индивидуальном пользовательском режиме согласно выбранным приоритетам. В случае прерывания процесса ПО JOBzuk сохраняет все текущие настройки процесса, благодаря чему возможно в любое время начать выполнение следующего или более позднего заказа.

ПО JOBzuk оснащено связью с базой данных и упрощает запись времени и расширенные функции управления процессом. Таким образом, в распоряжении у потребителя имеются важные данные оценки для контроля и управления производством. Фирма разработала четыре версии ПО JOBzuk, каждая из которых предназначена для решения задач в следующих областях применения:

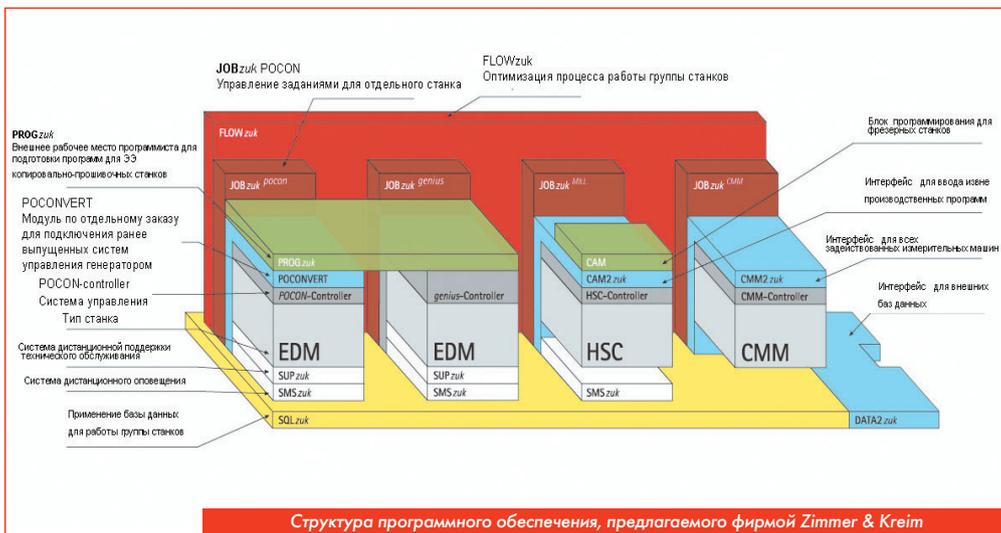
- JOBzuk^{geniu} - ПО для оптимизации работы станков серии genius;

- JOBzuk^{POCON} - ПО для модернизации систем управления станков фирмы Zimmer&Kreim, находящихся в эксплуатации, путем установки в них нового ПО. Соединяет даже старые станки с современными автоматическими системами, такими как Chameleon или 50-позиционное устройство смены, что является весьма важной

особенностью ПО JOBzuk^{POCON}. Оно гарантирует оптимальное использование ресурсов станков у потребителя;

- JOBzuk^{MILL} - ПО для эффективного фрезерования за счет оптимального распределения работ для фрезерных станков потребителя. Устройство контроля смены инструментов этой системы упрощает процесс их предварительного тестирования. Процесс управления инструментами оптимизирован, и эффективный процесс смены обеспечивает значительную экономию времени;

- JOBzuk^{CMM} - ПО для измерений на станках фирмы Zimmer & Kreim;



- CMM2zuk предлагает интерфейс для всех существующих измерительных машин. Оно оснащено системой управления деталями и заказом, а также связью с базой данных.

- CAM2zuk - ПО, которое позволяет потребителю соединить базу данных с теми станками, которые необязательно должны быть включены в производственную программу;

- DATA2zuk - обмен данными с другими системами. Используя это ПО, потребитель может применять его как интерфейс для всех существующих систем баз данных. Таким образом фирма предоставляет потребителю возможность использовать на станках фирмы данные другой фирмы без каких-либо усилий;

- FLOWzuk - ПО для получения положительных результатов по обеспечению оптимального использования нескольких одновременно работающих станков - для квалифицированного планирования. ПО FLOWzuk соединяет отдельные станки благодаря ПО JOBzuk и определяет их загрузку и возможности. Затем FLOWzuk рекомендует, благодаря его развитой логике, способы оптимизации рабочего процесса. Основная цель применения FLOWzuk - обеспечение эффективности производства. Потребитель может использовать полностью потенциал имеющегося у него оборудования. И если потребитель захочет - он может вручную настроить процесс производства в соответствии с его собственными приоритетами;

- ZUKIS - ПО идентификации электродов, инструментов, паллет и т.п.

Специалисты фирмы Globatex AG готовы ответить на вопросы о приобретении предлагаемых станков, модулей, ячеек, а также периферийного оборудования и ПО для создания гибких производственных систем. □

Представительство фирмы Globatex AG в России:
129223, Москва, пр. Мира, д. 119, стр. 69.
Тел.: (+7-495) 739-0376.
Факс: (+7-495) 232-3625.
www.globatex.ru

Globatex AG



К 25-ЛЕТИЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ДВИГАТЕЛЕЙ (НИИД)



Юрий Сергеевич Елисеев, генеральный директор ФГУП "ММП" "Салют", д.т.н., профессор

Сердечно приветствую и поздравляю работников научно-исследовательского института технологии и организации производства двигателей (НИИД) со знаменательной датой – 25-летием его создания.

НИИД организован в 1982 году и в настоящее время входит в интегрированную структуру

ФГУП "ММП" "Салют" на правах филиала.

Создание авиационных газотурбинных двигателей невозможно без глубоких научных исследований, постоянного совершенствования технологических процессов, разработки и внедрения новых методов и средств обработки, обеспечивающих постоянно возрастающие требования к качеству, надежности двигателей, экономичности их производства и эксплуатации. Использование передовых технологий открывает новые возможности для совершенствования конструкции ГТД.

Желаю всем работникам НИИД счастья в личной жизни, здоровья и успехов в работе во славу российской авиации и дальнейшего процветания нашего родного предприятия. **П**



УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!



Валерий Александрович Гейкин, директор филиала НИИД ФГУП "ММП" "Салют", д.т.н., профессор, лауреат премии Правительства, действительный член Академии наук авиации и воздухоплавания

8 июня 2007 г. исполняется 25 лет со дня основания "Научно-исследовательского института технологии и организации производства двигателей" (НИИД).

В 1982 г. на базе НИАТ был создан новый научно-исследовательский институт - НИИД, который в 1994 г. был преобразован в АООТ "НИИД".

В 2003 г. институт вошел в состав интегрированной структуры ФГУП "ММП" "Салют". Приказами генерального дирек-

тора 13.10.2003 г. № 525 на НТЦ "НИИД" были возложены отраслевые функции в области создания технологий и высокопроизводительного оборудования авиационного двигателя- и агрегатостроения. В марте 2005 г. на базе НТЦ "НИИД" был образован филиал "Научно-исследовательский институт технологии и организации производства двигателей". В составе института работали: Омский, Уфимский, Куйбышевский и Казанский филиалы.

Основными видами деятельности института являются:

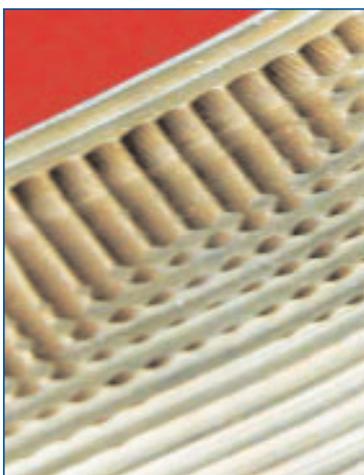
- технологическое и организационное обеспечение создания и производства перспективных авиационных газотурбинных двигателей, агрегатов и специальной техники;

- осуществление поисковых и прикладных исследований в области технологии двигателе- и агрегатостроения;
- создание технических регламентов, современных методов и средств обеспечения качества продукции, сертификации технологии и производства газотурбинных двигателей;
- разработка научно-обоснованных прогнозов развития авиационного двигателе- и агрегатостроения.



Наиболее важными задачами являются:

- исследование и разработка новых высокопроизводительных технологических процессов механической, электроэрозионной, электрохимической, электронно-лучевой прецизионной обработки и упрочнения деталей поверхностным пластическим деформированием и лазерной обработкой, оборудования и средств неразрушающего геометрического контроля, определения остаточных напряжений, обеспечивающих снижение трудоёмкости и повышения ресурса авиационной техники;
- исследование, разработка и внедрение технологических процессов и оборудования для пайки и сварки (электронно-лучевая, лазерная, сварка трением), нанесения защитных покрытий, порошковой металлургии и композиционных материалов;
- производственная апробация и внедрение новых технологических процессов и оборудования для обеспечения серийного производства и освоения вновь создаваемых двигателей и агрегатов с учетом оценки их технологичности и ремонтпригодности;
- исследование, разработка и внедрение технологии и оборудования для ремонта деталей и узлов ГТД, создание автома-



тизированных и механизированных средств сборки, испытаний и функционального контроля двигателей и агрегатов.

"НИИД" осуществляет технологическое обеспечение создания и изготовления двигателей для гражданской и военной авиационной техники, в том числе двойного назначения.

Институт сотрудничает с отечественными промышленными предприятиями и исследовательскими организациями на дого-



ворной основе, выполняет заказы на разработку новых технологических процессов, оборудования и приборов.

Специалистами института выполнено более 3100 научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок.

На разработанные институтом новые методы обработки, технологические процессы, оборудование, приборы, инструмент получено свыше 100 патентов и около 2000 авторских свидетельств.

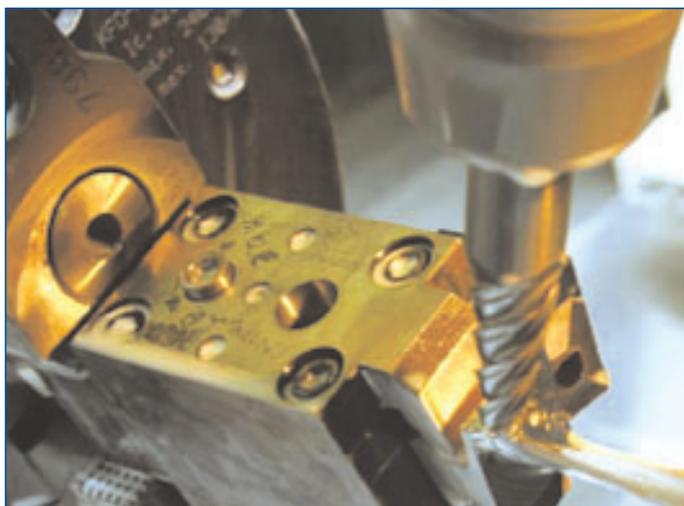
Внедрено и используется в различных отраслях промышленности свыше 700 научно-технических достижений института.

За участие в авиакосмических салонах, международных выставках институт неоднократно награждался медалями, дипломами, свидетельствами и почетными грамотами.

Институт имеет сертификат Российской Федерации "Лидер Российской экономики".

В год знаменательного юбилея сердечно, от всей души поздравляю сотрудников и ветеранов труда с 25-летием института.

Желаю Вам творческих успехов, здоровья, благополучия, осуществления надежд на лучшее будущее, дальнейшего наращивания научного потенциала НИИД.



ВЗЛЕТАЕМ ВЕРТИКАЛЬНО!

Александр Николаев

Первые шаги

Спустя примерно десятилетие после окончания Второй мировой войны развитие боевой авиационной техники и изменения во взглядах на характер будущей войны выдвинули в разряд весьма перспективных задач создание боевого самолета, способного осуществлять вертикальный или короткий взлет и посадку (В/КВП). Причин для возникновения интереса к самолету В/КВП было несколько, и в качестве важнейших можно назвать:

- стремительное увеличение потребной длины ВПП аэродромов с ростом скорости полета "нормальных" боевых самолетов, ложившееся тяжелым бременем на бюджет страны и делавшее затруднительным постройку запасных аэродромов и, следовательно, сдерживавшее рассредоточение подразделений авиации;
- высокую уязвимость боевых самолетов на открытых стоянках аэродромов с бетонированными ВПП, легко обнаруживаемых разведывательными самолетами и космическими средствами разведки противника;
- как правило, большую удаленность бетонированных аэродромов от линии боевого соприкосновения с противником, ограничивающую возможности быстрого реагирования на появление неприятеля;
- появление малогабаритных, обладающих достаточно большой тягой газотурбинных двигателей, способных обеспечить тяговооруженность самолета, превосходящую единицу.

Следует отметить, что еще одним стимулом для разработки самолетов В/КВП в конце сороковых - начале пятидесятих годов прошлого века являлось широкое распространение вертолетов, а также осознание их ограниченных возможностей в смысле достижения максимальной скорости. Ну и, наконец, не следует забывать о первых боевых ракетах - наследниках знаменитой V-2, наглядно продемонстрировавших возможность удержания реактивного летательного аппарата в требуемом пространственном положении с помощью газовых рулей. Энтузиасты идеи самолета В/КВП полагали, что достоинства такой машины перевесят вполне очевидные недостатки: ограниченный радиус действия и малую боевую нагрузку вследствие повышенного расхода топлива на взлетно-посадочных режимах.

Но для начала следовало убедиться в том, что длительный управляемый полет верхом на "реактивном помеле" возможен в принципе. Одними из первых попытку создания летательного аппарата предприняли доктор А.А. Гриффитс и инженер С. Харерт из фирмы "Роллс-Ройс", сконструировавшие по заданию британского министерства снабжения экспериментальный

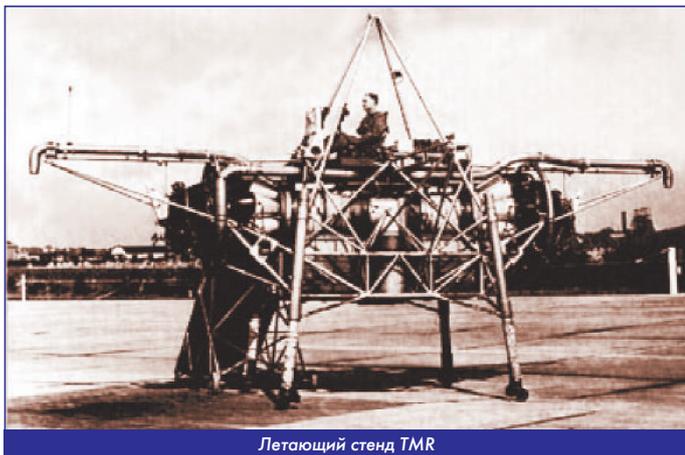
стенд TMR (trust measuring rig - установка для измерения тяги). На мощной металлической раме горизонтально смонтировали два двигателя "Нин" Mk4 по схеме "тяги-толкай", воздухозаборниками наружу. Поворот реактивных струй на угол 90° в районе центра масс производился с помощью дефлекторов, а управлялась машина сопловыми рулями, для питания которых за компрессорами осуществлялся отбор приблизительно 10 % воздуха. В два топливных бака заливали 400 л керосина, что ограничивало продолжительность полета примерно 15 минутами. Взлетную массу стенда (3267 кг) выбрали такой, чтобы она была приблизительно на 25 % меньше суммарной тяги двух "Нин" с учетом потерь на систему управления и пространственную стабилизацию. В кабине экспериментатора смонтировали нормальные для самолета органы управления: педали, обеспечивавшие поворот относительно вертикальной оси, колонку, наклоном которой выбирали желаемое направление полета, и спаренные РУДы двигателей.

Стенд, получивший официальное обозначение ХА314, в начале июля 1953 г. был подготовлен для начала испытаний. Их проведение поручили летчику-испытателю фирмы "Роллс-Ройс" Х. Хайворту. На первых порах подвижность стенда предельно ограничили - тросы позволяли ему лишь "подняться на цыпочки", разгрузив масляно-пневматические амортизаторы стоек шасси, при этом колеса машины не отрывались от земли. В дальнейшем для обеспечения безопасности полеты осуществлялись с использованием кабель-крана - на привязи. Предосторожности оказались не лишними: доводка стенда заняла многие месяцы, происходили разного рода неожиданности, возникали отказы, но использование кабель-крана позволило ограничить негативные последствия.

19 ноября 1953 г., после выполнения десятков квази-летных экспериментов и налета приблизительно 20 часов, разработчики приняли решение капитально модернизировать TMR, поэтому его испытания возобновились лишь в августе 1954 г. На этот раз капитан Р. Шеферд приступил к выполнению настоящих свободных полетов. Стенд по желанию пилота набирал высоту, двигался в выбранном направлении, описывал виражи, совершал мягкую посадку и т.п. Результаты сочли многообещающими, и на протяжении следующих четырех месяцев аппарат многократно поднимался в воздух, в одном из полетов поднявшись аж на... 15 метров. В декабре 1956 г. машина была потеряна в результате аварии. Впоследствии фирма "Роллс-Ройс" построила второй экземпляр стенда TMR, получивший обозначение ХА426. Эта машина в 1955-1957 гг. также использовалась для изучения особенностей вертикального взлета и посадки летательных аппаратов с ГТД, и именно она потерпела катастрофу в Фарнборо 28 ноября 1957 г., похоронив в горящих обломках пилота.

Однако неудача не обескуражила разработчиков из "Роллс-Ройс". Они занялись созданием первого в мире специального малоразмерного подъемного двигателя RB.108, предназначенного для английского экспериментального самолета вертикального взлета и посадки SC1, спроектированного и построенного фирмой "Шорт". Отработка RB.108 производилась на двух самолетах Глостер "Метеор", на одном из которых двигатель был смонтирован в законцовке крыла (для симметрии во второй законцовке смонтировали груз), а на другом - в фюзеляже в вертикальном положении позади кабины летчика.

В 1955 г. в Советском Союзе конструкторским бюро Летно-испытательного института была разработана и построена близ-



Летающий стенд TMR

кая к TMR по идеологии летающая лаборатория, известная под наименованием "турболет". Научным руководителем работ по турболету являлся В.Н. Матвеев, ведущим инженером - А.И. Квашнин, главным конструктором А.Н. Рафаэлянц, инженером-конструктором - Г.Н. Лапшин, а ведущим инженером по испытаниям - Г.И. Кобец. Первоначально она оснащалась одним двигателем РД-45Ф, смонтированным горизонтально, что создавало определенные проблемы с центровкой. Поэтому в указанной конфигурации стенд практически не отрывался от земли, подобно TMR на раннем этапе испытаний. В дальнейшем на турболете установили двигатель РД-9БП в вертикальном положении. В ходе летных экспериментов планировали изучить закономерности взаимодействия реактивной струи с подстилающей поверхностью, измерить поле температур под аппаратом, оценить эффективность средств стабилизации и управления полетом.

Ведущим летчиком-испытателем назначили Ю.А. Гарнаева. Как удалось установить, газовая струя ГТД растекалась равномерно во все стороны тонкой веерообразной пленкой над ВПП от места ее взаимодействия с поверхностью, не поднимаясь вверх. Таким образом, двигатель работал в относительно благоприятных условиях, однако серьезные проблемы создавали недостаточные устойчивость и управляемость турболета. Малейшая допущенная пилотом неточность - и аппарат мог опрокинуться. Полеты выполнялись на незначительной высоте, поэтому о применении парашюта не могло быть и речи.

Десятки раз поднимал Ю.А. Гарнаев в воздух этот уникальный летательный аппарат. Он вспоминал, что, в основном, внимание разработчиков в то время занимал один главный вопрос: с помощью каких рулей - струйных или газовых - можно лучше управлять самолетом вертикального взлета и посадки. Воздух для обеспечения работы струйных рулей отбирался от компрессора ГТД. Газовые рули располагались попарно в реактивной струе за срезом сопла. После определенной доводки сочетанием этих двух типов рулей удалось добиться удовлетворительной управляемости аппарата.

Постепенно машина становилась все более надежной и послушной, поэтому летом 1957 г. ее решили показать на воздушном параде в Тушино. Турболет произвел на зрителей неизгладимое впечатление.

"Странное сооружение, извергая раскаленный поток газов, выпрыгнуло из облака пыли и зависло в воздухе. Аппарат немного наклонялся в разные стороны, делая полный оборот вокруг вертикальной оси. Затем, подавшись вперед, с увеличивающейся скоростью удалялся в другой конец летного поля", - восхищались журналисты, давшие ему прозвище "летающий стол".

Выполненные на турболете эксперименты позволили установить необходимость применения для СВВП автоматических средств стабилизации на режимах взлета, висения, движения с малой скоростью и посадки, а также установить потребный уровень эффективности газовых и струйных рулей. Результаты исследований, проведенных на турболете, были использованы при создании первого отечественного самолета вертикального взлета и посадки Як-36.

От летающих стендов - к экспериментальным самолетам

Контракт с фирмой "Шорт" на разработку самолета SC1 с комбинированной силовой установкой, включавшей пять двигателей RB.108, Министерство снабжения Великобритании заключило в 1954 г. В соответствии с заданием ER.143 машина получила пять таких ГТД: четыре подъемных и один маршевый. Следует отметить, что миниатюрный двигатель RB.108 был способен развивать максимальную тягу 966 кгс при собственной массе всего в 120 кг, что для того времени было выдающимся результатом.

Сегодня SC1, скорее всего, назвали бы самолетом-демонстратором технологий. Он не обладал выдающимися летными качествами, имел неуклюжее неубирающееся шасси. Но эта небольшая машина оказала огромное влияние на дальнейший прогресс авиации в целом. Законченный постройкой в декабре



Летающий стенд "турболет"

1956 г., первый экземпляр SC1 на протяжении полутора лет доводился "на привязи" и модернизировался, а в 1958 г. приступил к свободным полетам. Пилотировал машину летчик-испытатель Т. Бурк-Смит. Именно ему в апреле 1960 г. довелось выполнить первый в мире полет самолета вертикального взлета и посадки по полному профилю - с вертикальным взлетом, переходом к горизонтальному полету и последующей вертикальной посадкой.

Гордые своим достижением англичане продемонстрировали SC1 в 1960 г. на авиационной выставке в Фарнборо, а еще через год - в Ле Бурже. Машина прилетела во Францию "своим ходом" и в ходе выставки поднималась в воздух, поражая многочисленных зрителей.

В сентябре 1960 г. выставку в Фарнборо посетил советский авиаконструктор А.С. Яковлев, которому представители фирмы "Шорт" дали возможность подробно ознакомиться с самолетом и его необычной силовой установкой. В изданной в 1967 г. книге "Рассказы авиаконструктора" А.С. Яковлев так оценивал эту машину:

"Это был один из первых экспериментальных самолетов, и он был далек от того, каким должен быть вертикально взлетающий самолет будущего. Если проблема вертикального взлета и посадки будет решена успешно, то это повлияет на дальнейшее



Экспериментальный самолет SC1



Экспериментальный самолет "Кестрел"

развитие как военной, так и гражданской авиации. Отпадет необходимость в специальных аэродромах. Современным скоростным самолетам станут доступны самые глухие уголки земли..."

Как известно, именно ОКБ А.С. Яковлева в первой половине шестидесятых годов вплотную занялось созданием отечественных самолетов В/КВП, поэтому приведенная цитата в известной мере отражает мысли и ожидания главного конструктора, обладавшего определенным практическим опытом. Следует отметить, что еще за год до визита в Англию А.С. Яковлев в рамках проекта "Зоркий" планировал изготовить летающий стенд для отработки режимов висения и силовой установки перспективных СВВП. Аппарат планировали оснастить одним двигателем Р-25-26, однако проект реализован не был.

Но вернемся к английскому первенцу SC1. Вслед за первым экземпляром был построен второй. Оба самолета использовались для оценки характеристик управляемости и устойчивости с системой автоматической пространственной стабилизации по программе, рассчитанной до 1963 г. Однако 2 октября 1962 г. одна из машин, совершившая уже более 80 полетов, потерпела катастрофу, свалившись на крыло с режима висения на высоте 10...15 м. Летчик Дж. Грин погиб. Как сообщалось, катастрофа произошла из-за несовершенства системы автостабилизации, однако не исключен и отказ одного из двигателей.

Результаты испытаний экспериментального самолета SC1 убедили английских конструкторов в том, что комбинированная силовая установка отличается большой конструктивной слож-

ностью, имеет большой объем и массу и требует применения совершенной системы стабилизации. Логичным шагом после этого явилась выдача задания на разработку первого в мире подъемно-маршевого двигателя "Пегас" бристолюскому отделению фирмы "Роллс-Ройс".

Двигатель создавался на базе ТРД, носившего наименование "Орфей". От предшественника "Пегас" отличался новым перегазовым компрессором и наличием четырех сопел. Передние два сопла были "холодными", через них выбрасывалась часть воздуха, сжатого в компрессоре, а два задних - "горячими", отводившими реактивную струю из-за турбины. Все четыре сопла соединялись механически, что гарантировало синхронность отклонения вектора тяги. Первые образцы двигателя, поступившего на испытания в 1959 г., имели тягу чуть более 5000 кгс.

Двигатель предназначался для второго английского экспериментального самолета В/КВП Р.1127 "Кестрел". Его разработка была задана еще в 1957 г., первый полет на привязи машина совершила 21 октября 1960 г., а свободное висение - в 19 ноября 1960 г. Летом 1961 г. машина впервые слетала "по полному профилю" с вертикальным стартом, переходом в крейсерский горизонтальный полет и вертикальной посадкой. Искусство пилотирования "Кестрела" оказалось весьма сложным - с переходом к горизонтальному полету самолет проседал, опускался и раскачивался. При малых скоростях отмечалось попадание горячих газов в воздухозаборники двигателя, что приводило к "просадке" тяги. Один из шести построенных прототипов разбился на раннем этапе испытаний, но пилот успел катапультироваться. Так выявилось огромное преимущество единого подъемно-маршевого двигателя: как правило, его тяга на всех соплах уменьшается синхронно, поэтому не развиваются значительные некомпенсируемые вращательные моменты, особенно опасные при полетах на малой высоте.

В дальнейшем все остальные прототипы "Кестрела" переоснастились двигателями "Пегас" 3 тягой 6130 кгс. В 1962 г. Великобритания, США и ФРГ договорились о реализации совместной программы дальнейшего совершенствования многообещающей машины и решили оснастить самолетами "Кестрел" FGA Mk 1 одну экспериментальную многонациональную эскадрилью. Для этого были построены еще девять "Кестрелов" с двигателями "Пегас" 5, тягу которых довели до 6800 кгс, с увеличенным размахом крыла и длиной фюзеляжа. Первая из таких машин поднялась в воздух в марте 1964 г. Многонациональная эскадрилья действительно была развернута, но просуществовала недолго -



К 100-ЛЕТИЮ ВЫХОДА ПЕРВОГО НОМЕРА ЖУРНАЛА "ДВИГАТЕЛЬ"



Александр Викторович Артюхов, генеральный директор ОАО "УМПО"

Сердечно поздравляю сотрудников редакции, авторов и читателей со 100-летием журнала "Двигатель"!

Вековой юбилей одного из старейших и авторитетнейших технических изданий страны - знаменательная дата для специалистов двигателестроения. Вы сумели сохранить лучшие традиции российской журналистики и высокий уровень ответственности перед читателями.

Прошедшие годы ознаменованы для вас замечательными достижениями. Журнал завоевал высокий авторитет в техническом сообществе, его отличают актуальность материалов, серьезный подход к техническим проблемам и интересная журналистика. Журналу присущ свой фирменный почерк: это - глубина, масштабность, умение отбирать факты и определять рейтинговые темы, хороший русский язык и эстетика подачи материала.

Взаимодействие УМПО с вашей редакцией, начиная с первых возобновленных выпусков 1999 года, всегда проходит в атмосфере партнерства и дружеского взаимопонимания.

Желаем вам всегда быть на гребне читательского интереса, находить новые актуальные темы, расширять читательскую аудиторию и добиваться роста тиража журнала.

с октября 1964 г. по ноябрь 1965 г. Самолеты эскадрильи были способны нести подвесное вооружение общей массой не более 450 кг на двух пилонах. После этих событий шесть "Кестрелов" отправились в США, где получили обозначение XV-6A. Они были внимательно изучены американскими специалистами и пилотами. Вероятно, именно это близкое знакомство впоследствии послужило причиной весьма редкого для американцев решения о закупке лицензии на производство военного самолета, разработанного в другой стране. Речь, понятно, идет о "Харриере" - прямом наследнике "Кестрела".

Французы, извечные конкуренты британцев в сфере авиации, ревниво следили за результатами испытаний английских экспериментальных самолетов В/КВП. Работа над самолетом "Бальзак" в кооперации с предприятиями "Сюд авиасьон" была начата в 1960 г. Программа разработки была разделена на два основных этапа. На первом этапе предусматривалось проектирование, постройка и экспериментальные исследования опытного образца самолета "Мираж" III, предназначавшегося для приобретения опыта пилотирования. Так как при разработке самолета не выдвигалось требование получения максимальной скорости полета, на машине применили силовую установку, обеспечивающую взлет, полет с относительно небольшой дозвуковой скоростью и посадку. Опытный образец самолета под названием "Бальзак" получил девять двигателей: восемь подъемных уже знакомого нам типа RB 108 тягой по 1000 кгс и один маршевый типа "Орфей" тягой 2200 кгс.



Экспериментальный самолет "Бальзак"

Самолет был испытан на привязи 13 октября 1962 г., а его облет по полной программе (вертикальный взлет, горизонтальный полет и вертикальная посадка) выполнили в марте 1963 г. На этой машине был осуществлен довольно широкий круг полетных исследований, но в 1964 г. произошла катастрофа. Самолет пострадал меньше, чем пилот, и был отремонтирован. Испытания продолжили, но в 1965 г. во время 125-го полета снова произошла катастрофа, и "Бальзак" был полностью уничтожен. Это летное происшествие случилось из-за потери поперечной устойчивости во время посадки самолета. Следующий опытный образец самолета с увеличенными габаритами, массой и несколько иной двигательной установкой получил сначала обозначение "Мираж" III-V, а затем - "Мираж" V. В этом обозначении V - не латинская пятерка, а буква (V - "vertical").

Как видно из того же наименования, базовой машиной послужил серийный "Мираж" III. В фюзеляж самолета французские конструкторы умудрились втиснуть восемь подъемных двигателей RB162-31 максимальной тягой по 2450 кгс каждый, а в хвостовой части разместился маршевый двигатель TF-104 тягой 5400 кгс (9000 кгс на форсаже). Устройства управления, аналогичные примененным на "Бальзаке", включали воздушные сопла на носу и в хвосте фюзеляжа, а также в законцовках крыла. Машина впервые поднялась в небо (как обычно, на привязи) 12 февраля 1965 г., затем маршевый двигатель заменили более мощным TF-106, и в марте 1966 г. состоялся первый полет по профилю "вертикальный взлет - гори-

зонтальный полет - вертикальная посадка". Следует подчеркнуть: аппарат, в отличие от предшественников, создавался для установления рекорда скорости. На втором экземпляре машины смонтировали американский маршевый двигатель TF-30. В этой конфигурации "Мираж" III V установил 12 сентября 1966 г. мировой рекорд скорости для самолетов вертикального взлета и посадки, разогнавшись до $M=2,04$.

Девять довольно мощных двигателей с ужасающей быстротой пожирали топливо, а места для него в небольшом по объему фюзеляже и крыле "Миража" оставалось немного. В этом на собственном опыте убедился американский летчик-испытатель, которому французы позволили полетать на оригинальной машине: действуя нерасчетливо, он сжег весь керосин и, когда двигатели поочередно замолчали, вынужден был катапультироваться. Вскоре после этого был потерян в аварии и второй "Мираж" III-V.

Опыт создания машины этого типа свидетельствовал, что в общем-то практически любой истребитель третьего поколения мог быть переделан в самолет В/КВП путем установки подъемных двигателей в фюзеляже взамен топливных баков. Беда, однако, в том, что после этого он становился абсолютно небоеспособным из-за крайне незначительной продолжительности полета. Кроме того, французы, так же как и англичане, пришли к выводу о чрезмерной сложности и ненадежности многодвигательной установки для самолета В/КВП и отказались от создания боевого варианта машины, так как не рискнули затратить средства на разработку единого подъемно-маршевого двигателя.

Германские авиационные конструкторы также внесли свой вклад в историю вертикально взлетающих экспериментальных самолетов. После опытов со специальным летающим стендом (собственный "турболет" имелся в каждой стране, пытавшейся создать самолет В/КВП) консорциум из трех фирм - "Мессершмитт", "Хейнкель" и "Бельков" - объявил о начале реализации программы сверхзвукового VJ101C. Силовая установка машины состояла из шести двигателей RB145, разработанных совместно фирмами "Роллс-Ройс" и MTU. Два двигателя (тяга каждого составляла 1250 кгс) монтировались вертикально в фюзеляже позади кабины пилота, а остальные четыре - попарно в поворотных мотогондолах на концах плоскостей. Второй экземпляр машины оснастили более мощными крыльевыми двигателями с форсажными камерами, при этом тяга каждого из четырех ГД возросла до 1660 кгс.

Первый раз "подпрыгнуть" в небо VJ 101C сумел 10 апреля 1963 г., а в последний августовский день он выполнил полет с горизонтальным взлетом и посадкой. Менее чем через месяц - 20 сентября 1963 г. - состоялся полет по профилю "вертикальный взлет - горизонтальный полет - вертикальная посадка". В июле 1964 г. первый экземпляр машины (без форсажных устройств) стал первым в мире сверхзвуковым летательным аппаратом вертикального взлета и посадки, правда, для этого его пришлось немного разогнать в пологом пикировании. В сентябре 1964 г. самолет потерпел аварию из-за потери поперечной устойчивости немедленно после отрыва от земли. Пилот катапультировался, когда до земли оставалось всего три метра, но получил тяжелые травмы.



Экспериментальный самолет VJ101C



Экспериментальный самолет VAK 191B

Второй экземпляр VJ-101С начал летать в июне 1964 г., в октябре он продемонстрировал вертикальный взлет с переходом к горизонтальному полету, а вот при осуществлении посадки выявились серьезные проблемы. Раскаленные газы, истекавшие из форсажной камеры, негативно действовали не только на ВПП, но и на конструкцию самого самолета. В одном из полетов газы попали на ход ПДД, как следствие произошли потеря тяги и неконтролируемый крен. В итоге немецкие конструкторы вынуждены были отказаться

от применения поворотных мотогондол и подъемных двигателей с форсажной камерой. В проекте VJ-101D предусматривалось использование пяти подъемных двигателей RB162-81 (подобных примененным на "Мираже" III V) и двух подъемно-маршевых RB153 с отклоняемым вектором тяги. Оценив потребные капиталовложения, фирмы консорциума сочли затраты чрезмерными и прекратили дальнейшую разработку машины.

В конце шестидесятых годов еще одну попытку создания вертикально взлетающего самолета-штурмовика предпринял консорциум германских фирм "Фокке-Вульф", "Везер-Флюгцойгбау" и итальянской компании "Фиат". Разработанный ими аппарат VAK 191B напоминал английский "Кестрел", но имел принципиально иную силовую установку, состоявшую из одного подъемно-маршевого двигателя RB193-12 тягой 4600 кгс и двух подъемных двигателей RB162-81 тягой по 2700 кгс. Параллельно строились два прототипа, первый из них поднялся в небо 10 сентября, а второй - 2 октября 1971 г. Ни по летным данным, ни по срокам доводки машина не обладал никакими преимуществами перед английским "Харриером", который к тому времени уже был запущен в небольшую серию. Кроме того, союзники ФРГ, в общем, не были заинтересованы в возрождении былой мощи германского авиастроения. В связи с этим опытные VAK 191B не получили продолжения, хотя ни о каких летных происшествиях с ними не сообщалось. Машина тихо "умерла" по политико-экономическим соображениям. □

(Продолжение в следующем номере)



К 100-ЛЕТИЮ ВЫХОДА ПЕРВОГО НОМЕРА ЖУРНАЛА "ДВИГАТЕЛЬ"

Ваш журнал с самого его создания занимается не только информированием о жизни науки и промышленности, но и популяризацией работы в этих областях. И о чем бы вы ни писали, основной темой всегда будет стремление пробудить интерес у читающего человека к самовыражению через творчество. Воспроизведение того, что было кем-то создано, а тем более, создание чего-то принципиально нового, требует немалых усилий в плане приобретения знаний и реализации их на практике. Я полагаю, что вы, ваш журнал, занимаетесь очень важным и благородным делом, показывая, что, несмотря на трудности, все это еще и чрезвычайно интересно!



Евгений Николаевич Кабанов

Без популяризации таких перспективных и важных направлений, как работа в науке и с новыми разработками в любой области техники, говорить о какой-то возможности существенного развития экономики нашего государства бесперспективно. Как говорил академик Гинзбург, нобелевский лауреат: "Надо сделать так, чтобы в России наступила мода на интеллект". Иначе, чтобы молодежи было интересно заниматься техникой, работать в науке. В противном случае, сколь угодно современные технические средства без наличия тех, кто должен будет их применять, конечно же, не работают.

Не случайно Президент в послании неоднократно подчеркнул, что будущее России связано с науками, с высокими технологиями. Авиационная промышленность, самолетостроение, двигателестроение - яркий пример таких высоких технологий. Так, в мире очень мало государств, способных спроектировать, создать и организовать серийное производство авиационных двигателей и больших самолетов. К сожалению, мы подходим к тому, что вскоре Россия не сможет создавать большие самолеты и двигатели к ним. Этого нельзя допускать, поскольку снова запустить такой процесс невозможно. Полагаю, что создание высоких технологий есть магистральный путь развития. Это и есть та самая "русская национальная идея", которую столь долго и бесполезно пытаются найти.

действительный член РАН, ген. директор ФГУП ВИАМ

Редакция старейшего отечественного научно-технического журнала "Двигатель" сердечно поздравляет ФГУП ВИАМ с юбилеем!

Искренне желаем славному коллективу института дальнейших побед на ниве создания новых материалов и композиций для авиации и космонавтики планеты Земля.

Пусть каждый прожитый рабочий день послужит достойным вкладом в венок славы, который по праву принадлежит вашему институту.

Удачи вам во всех начинаниях, здоровья и творческого роста всему коллективу, поддержки и понимания руководства нашей славной страны.

А мы с удовольствием оповестим мир о ваших новых успехах.

Всегда ваши:

Главный редактор журнала "Двигатель" **А.И. Бажанов**

Генеральный директор издательства **Д.А. Боев**





НЕБО БУДЕТ НАШИМ

В 2007 году сразу же три принципиально новых авиадвигатели «Сатурн» вступают в фазу лётных испытаний: **SaM 146** для регионально-магистральных лайнеров Sukhoi SuperJet 100, **АЛ-55И** для учебно-тренировочного самолёта индийских ВВС HT 36, **Д-30КП «Бурлак»** для ремоторизации Ил 76.

В этом же году пройдёт очередной этап лётных испытаний двигателя **117С** для полётных модификаций современных тяжёлых истребителей.

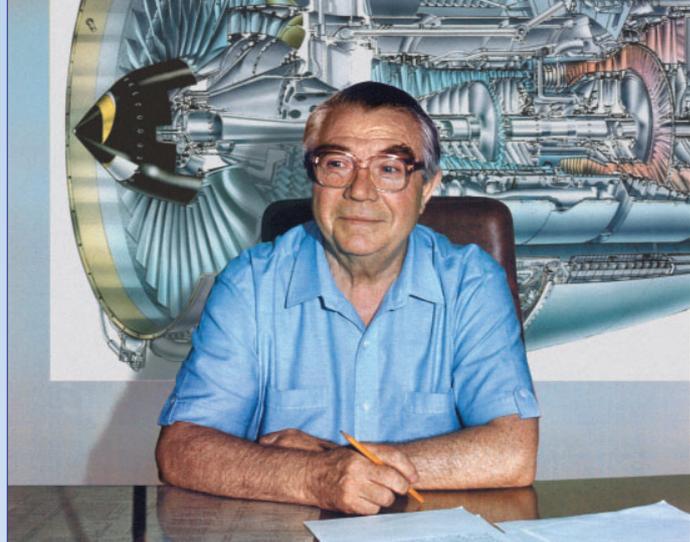
Впервые в постсоветский период отечественная авиадвигателестроительная компания выходит на подобный уровень проведения научно-исследовательских, опытно-конструкторских и испытательных работ в сфере создания нового поколения авиационных двигателей.

SATURN
АВИАЦИОННЫЕ ДВИГАТЕЛИ

ВЕЛИКИЙ КОНСТРУКТОР

Алексей Николаевич Саженов,

помощник генерального конструктора
ОАО "Авиадвигатель", к.т.н.



В 2007 году авиационное сообщество России торжественно отмечает 90 лет известного конструктора авиационных двигателей Павла Александровича Соловьёва.

Соловьёв Павел Александрович родился 26 июня 1917 года в деревне Алекино Кинешемского района Ивановской области в семье крестьянина. В 1934 году после окончания 9 классов поступил учиться в Рыбинский авиационный институт имени С. Орджоникидзе, который окончил с отличием по специальности "Авиационные двигатели".

По путевке Комиссариата авиационной промышленности СССР в апреле 1940 года П. Соловьёв прибыл в пермское ОКБ-19 (ныне - ОАО "Авиадвигатель"), где до 1942 года работал конструктором, с 1942 по 1944 - начальником конструкторской бригады, с 1944 по 1948 годы - ведущим конструктором. В 1948 году по предложению главного конструктора ОКБ-19 А.Д. Швецова и с согласия И.В. Сталина Павла Александровича Соловьёва назначают заместителем главного конструктора. В 1953 году после ухода из жизни А.Д. Швецова, он становится главным конструктором ОКБ -19.

П.А. Соловьёв является одним из основоположников создания высокоэкономичных двухконтурных двигателей авиационного назначения и основателем пермской конструкторской школы газотурбинного двигателестроения.

В 1958 году по инициативе Павла Александровича был создан первый отечественный серийный двухконтурный двигатель Д-20П. По уровню параметров цикла и степени двухконтурности этот двигатель значительно опередил аналогичные разработки на Западе и показал большую перспективность двухконтурной схемы. Д-20П имел тягу 5400 кгс, серийно производился на заводе имени Я.М. Свердлова (ныне - ОАО "Пермский моторный завод") в 1960 - 1977 годах и эксплуатировался на самолёте Ту-124.

В 1959 году под руководством П.А. Соловьёва была создана первая в Советском Союзе газотурбинная силовая установка со свободной турбиной (двигатель Д-25В мощностью 5500 л.с.). Всего было выпущено примерно 3000 двигателей Д-25В всех модификаций. Для тяжелых вертолетов Ми-6 и Ми-10 в пермском КБ была спроектирована также уникальная установка, в которой два Д-25В работали на один редуктор Р-7. Эта установка на протяжении четверти века являлась самой мощной в мире вертолетной силовой установкой (11 000 л.с.) и послужила основой для самостоятельного развития производства редукторов и трансмиссий в Перми (ныне - ОАО "Редуктор-ПМ").

В 1964 году в Перми был спроектирован наиболее экономичный и совершенный для

своего времени двигатель Д-30 с тягой 6800 кгс для ближнемагистрального самолета Ту-134. В этом двигателе впервые в практике отечественного двигателестроения применены охлаждаемые рабочие лопатки 1-й ступени из новейших жаропрочных материалов. Это позволило повысить температуру газов перед турбиной и, соответственно, увеличить степень двухконтурности. Позднее на линиях "Аэрофлота" был введен в эксплуатацию Д-30 2-й серии с реверсом тяги. В 1974 году был спроектирован двигатель Д-30 3-й серии, который позволил самолету Ту-134 взлетать с полной нагрузкой в жаркую погоду и с высокогорных аэродромов. В настоящее время объём пассажирских перевозок на самолётах Ту-134 составляет ~ 10 % от всего объёма перевозок в России.

В 1966 году для улучшения эксплуатационных характеристик самолёта Ил-62, оснащенного двигателями НК-8 разработки Н.Д. Кузнецова пермским КБ под руководством П.А. Соловьёва разработан двигатель Д-30К тягой 11 тс. Благодаря дальнейшему повышению параметров цикла и степени двухконтурности, как следствие, топливной эффективности, модернизированный Ил-62М стал обеспечивать беспосадочные перелёты в западное полушарие (США и Южную Америку) через Атлантический океан.

Необходимо заметить, что во всех разработках Павла Соловьёва проявлялась отличительная сторона его конструкторского таланта – поиск наименее рискованных, но отнюдь непростых решений, поэтому соловьёвские двигатели всегда отличались надёжностью, экономичностью и долговечностью, обеспечивая одновременно принципиально новые качества разрабатываемым самолётам. Это, безусловно, импонировало генеральным конструкторам А.Н. Туполеву, С.В. Ильюшину, Г.В. Новожилову, способствовало укреплению производственных связей пермских двигателестроителей с самолётными КБ.

Являясь создателем нового направления в двигателестроении, крупным ученым и талантливым конструктором, Павел Соловьёв на протяжении всей жизни показывал пример умелого сочетания науки и производства двигателей для летательных аппаратов. Его научные разработки, воплощенные в серийных конструкциях новых двигателей, на десятилетия вперед определили уровень отечественного двигателестроения. Признанием научных заслуг Соловьёва П.А. явилось присвоение ему в 1967 году ученой степени доктора технических наук. Позднее - в 1981 году - П.А. Соловьёв избирается членом - корреспондентом Академии наук СССР, а в 1973 году Указом Президиума Верховного Совета РСФСР талантливому ученому присвоено почетное звание "Заслуженный деятель науки и техники РСФСР".

Во второй половине 60-х годов в нашей стране начался интенсивный рост воздушных грузовых перевозок. Необходимость доставки крупногабаритных грузов воздушным транспортом, особенно в отдалённые районы Сибири и Дальнего Востока, определила потребность в новом транспортном самолёте - Ил-76. Но главным назначением этого самолёта, согласно приказу МАП СССР, являлось посадочное и парашютное десантирование войск, боевой техники и военных грузов. В 1966 - 1967 годах под руководством П. Соловьёва был завершён выпуск чертежей нового двигателя Д-30КП (тяга 12 тс) для всего семейства Ил-76, а в производстве начато изготовление опытной партии.



Уже в мае 1971 года Ил-76, оснащённый четырьмя двигателями Д-30КП, продемонстрирован руководству страны во Внуково, а затем был представлен мировой общественности на международном авиационно-космическом салоне во Франции (Ле Бурже). Тогда же была представлена и разработка ОКБ М.Л. Миля – вертолёт В-12, оснащенный четырьмя двигателями Д-25ВФ с редукторами Р-12, а лучшим двигателем салона был признан пермский двигатель – соловьевский Д-30КУ.

В этот период производственные мощности серийного завода имени Свердлова были задействованы максимально: массово выпускались двигатели Д-30, ТВ2-117 и ракетные двигатели. С 1971 года в обстановке строжайшей секретности и условиях технического противостояния с лучшими американскими учёными, уже создавшими бомбардировщик F-111, под руководством П.А. Соловьёва интенсивно ведётся работа над новым военным двигателем для модернизации Миг-25П. Всё это требовало от пермских моторостроителей максимальной концентрации усилий, большого напряжения и полной самоотдачи. Вместе с этим, практически простаивал Рыбинский моторный завод (ныне - ОАО "НПО "Сатурн"). Поэтому, в 1972 году по решению правительства серийное производство двигателей Д-30КУ и Д-30КП было начато в Рыбинске с участием специалистов филиала Пермского МКБ. Сюда, на Волгу, для организации надлежащего конструкторского сопровождения и решения острых производственных задач Павел Александрович приезжал регулярно. В 1976 году военно-транспортный самолёт Ил-76 был поставлен на вооружение. Всего же было изготовлено более 4,5 тысяч двигателей Д-30КП. В настоящее время общий парк самолётов Ил-76 составляет более 700 единиц и приносит более 60 % всех доходов грузовой авиации России.

В 1983 году на Рыбинском моторном заводе, входящем ныне в состав НПО "Сатурн", по чертежам Пермского ОКБ начато массовое производство двигателя Д-30КУ-154 для воздушного лайнера Ту-154М, который и по сей день является "рабочей лошадкой" гражданской авиации.

Лучшие достижения пермской конструкторской и производственной школы двигателестроения П.А. Соловьёв воплотил в газотурбинных турбореактивных двигателях четвёртого поколения Д-30Ф6 и ПС-90А.

В 1979 году под руководством Павла Александровича был разработан и успешно внедрен в серийное производство принципиально новый двигатель Д-30Ф6 с форсажной камерой и регулируемым соплом для дальнего многоцелевого истребителя Миг-31. Отличительной особенностью этого самолёта явилось то, что за счёт экономичности двигателей Д-30Ф6, он может часами барражировать в воздухе вдоль воздушных границ страны, вплоть до Северного полюса; а в случае появления противника - очень динамично развить почти утроенную скорость звука. Скоростные и лётно-технические характеристики Миг-31 уже более 25 лет остаются непревзойденным в мире, а сам истребитель является надёжным авиационным щитом России.

В коллективе ОКБ Павел Александрович создал удивительно творческую и тёплую атмосферу, уважительное отношение друг к другу. Организуя новую работу, он умел спланировать специалистов, окружать себя начинающими, но талантливыми инженерами и конструкторами. В этой группе учеников вырос его преемник – Александр Александрович Иноземцев, ныне генеральный конструктор ОАО "Авиадвигатель", доктор технических наук. В настоящее время под его руководством коллектив КБ трудится над решением новых задач.

Как руководитель и ученый, П.А. Соловьёв неустанно проявлял заботу о подготовке молодых специалистов и научных кадров. Он воспитал двух докторов и 16 кандидатов технических наук.

В течение многих лет он работал ведущим кафедрой авиадвигателей



Пермского политехнического института (ныне - ПГТУ) в звании профессора, присвоенном ему ещё в 1960 году. Охотно встречался с молодёжью, делился воспоминаниями о своей молодости и своим учителем Аркадием Дмитриевичем Швецовым, особенно увлечённо рассказывал о перспективных разработках пермского конструкторского бюро.

27 апреля 1981 года постановлением Совета Министров СССР П.А. Соловьёв был утверждён в должности Генерального конструктора пермского МКБ. В этой должности он приступает к созданию двигателя Д-90А с тягой 16 тс. Впоследствии этому двигателю был присвоен индекс "ПС" (аббревиатура - Павел Соловьёв).

Роль Павла Александровича в создании своего последнего детища невозможно переоценить. Ему непосредственно принадлежат - выбор термодинамических параметров и конструктивной схемы двигателя; определение типа и размера газогенератора; многие новые конструктивные решения (применение системы форсирования тяги, позволяющей осуществить взлёт самолёта Ту-204 с одним отказавшим двигателем; акустическое совершенство и экология, повышение экономичности на основе высокоточного управления радиальными зазорами и охлаждением турбины).

Павел Александрович участвовал во всех оперативных совещаниях по ПС-90А вплоть до последних дней своей жизни, отдавая все силы, знания и опыт доводке двигателя, проработке путей его дальнейшего развития.

Двигатель ПС-90А, имея высокие термодинамические параметры на уровне лучших западных аналогов PW-2037 и RB211, с успехом обеспечил в 1993 году начало эксплуатации дальнемагистрального Ил-96-300.

В 1995 году стали совершать свои первые рейсы среднемагистральные пассажирские лайнеры Ту-204, начались летные испытания нового военно-транспортного самолёта Ил-76МФ. Казалось, можно было бы и отдохнуть. Однако времени на это у Павла Александровича уже не осталось – сказались последствия многолетнего напряжённого труда и немислимых интеллектуальных нагрузок, инфарктов и переживаний. 13 октября 1996 года Павла Александровича Соловьёва не стало.

За большие заслуги в развитии отечественного авиационного моторостроения Соловьёву Павлу Александровичу присвоено звание Героя Социалистического Труда, присуждены Ленинская и Государственная премии. Он награждён четырьмя

орденами Ленина, орденами Октябрьской Революции, Трудового Красного Знамени, Красной Звезды, медалью "За трудовую доблесть" и двумя Почётными грамотами Президиума Верховного Совета РСФСР.

Именем талантливого конструктора в Перми названа улица, вскоре будет установлен памятник. В Рыбинске у проходных моторного завода Павлу Александровичу также установлен памятник, а на учебном корпусе Рыбинского авиационного института - барельеф, как и на здании КБ, где он работал.



ТЕХНОЛОГИИ И КОМПЛЕКСНЫЕ ИТ-РЕШЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ

В настоящее время необходимым условием конкурентоспособности предприятия является наличие единого информационного пространства, внедрение новых технологий на всех этапах конструирования, производства и эксплуатации высокотехнологичной продукции.

За более чем десятилетний период работы компанией Arbyte накоплен большой опыт производства профессиональных графических станций, высокопроизводительных кластерных решений, систем хранения данных и поставки решений на основе выпускаемой техники и программного обеспечения, в частности, в сфере современных технологий параллельных вычислений и многопроцессорной обработки данных. Основной задачей компании является создание комплексных ИТ-решений для корпоративного рынка. Компанией установлены тесные связи с ведущими российскими и зарубежными разработчиками систем автоматизированного проектирования: "АСКОН", "ТЕСИС", MSC.Software, UGS PLM Solutions, PTC и многими другими.

Предлагая заказчику определенную конфигурацию, компания исходит из состава используемого программного обеспечения, а также из сложности задач, которые предстоит решать с использованием оборудования. Возможна "обкатка" машины на реальных задачах заказчика с последующим изменением конфигурации. Таким образом, заказчик получает оптимально сбалансированную для выполнения его задач систему, не переплачивая за неиспользуемый функционал. Как уже упоминалось, компания плотно сотрудничает с ведущими производителями приложений для САПР, предоставляя им рабочие станции как для тестирования аппаратной части на совместимость с последними версиями выпускаемых продуктов, так и для оптимизации выпускаемых или приложений для работы с последними моделями графических карт, материнских плат, процессоров и другого оборудования. Из такого сотрудничества родился программно-аппаратный комплекс, поставляемый совместно с компанией "АСКОН", который представляет собой специально оптимизированную графическую станцию ARBYTE с предустановленной последней версией программы "КОМПАС-3D". Данное решение позволяет заказчикам максимально полно раскрыть возможности программного обеспечения "АСКОН".



Профессиональная графическая станция Arbyte CADStation WS600

В графических станциях ARBYTE применяются современные двухъядерные и четырехъядерные процессоры Intel (в одно- и двухпроцессорных конфигурациях), hi-end видеоподсистема, обеспечивающая четкое и стабильное изображение при высоких разрешениях и глубине цветности (используются профессиональные видеокарты nVidia Quadro FX), высокоскоростная оперативная память, наращиваемая до 32 Гб, быстродействующие жесткие диски (с возможностью объединения в дисковые массивы RAID разных уровней).

Будучи ориентированными на программы трехмерного проектирования, рабочие станции ARBYTE конфигурируются так, чтобы иметь максимальную скорость работы с файловой системой, а также высокую скорость визуализации. Таким образом, при работе с большими сборками значительно сокращается время загрузки данных и ускоряется работа с файлом подкачки, а также ускоряется процесс прорисовки модели. По исследованиям журнала "САПР и графика" до 58 % рабочего времени конструктора уходит на позиционирование модели. Ускорение отрисовки изображения способствует сокращению затрачиваемого на этот процесс времени.

Поскольку большая часть графических станций приобретает для работы с CAD/CAM/CAE приложениями, Arbyte уделяет большое внимание отслеживанию новинок, позволяющих повысить производительность не только компьютера, но и человека, сидящего за ним. Одним из последних нововведений является комплектация графических станций 3D-манипуляторами компании 3DConnexion (SpacePilot, SpaceExplorer). Использование этих устройств позволяет значительно упростить и ускорить процесс трехмерного проектирования, подключая в работу вторую руку конструктора для изменения пространственного положения модели и ввода последовательностей запрограммированных команд нажатием на кнопки манипулятора. По результатам исследований компании 3DConnexion, это позволяет сэкономить до 30 % рабочего времени.

Все графические рабочие станции Arbyte обладают низким уровнем вибраций и акустического шума (менее 35 дБА). Компания контролирует акустические параметры продукции с привлечением специалистов акустической лаборатории МГУ им. М.В. Ломоносова. Подобное исполнение значительно снижает утомляемость пользователя при работе, вызванную шумовым фактором. Особенно это актуально в случае размещения конструкторского отдела в сравнительно небольшом помещении. Каждая рабочая станция может комплектоваться профессиональными графическими LCD-мониторами NEC, специально разработанными для работы в CAD-приложениях, которые отличаются повышенным качеством и скоростью отрисовки изображения при любом, даже самом высоком, разрешении экрана и отличной цветопередачей. Это снимает зрительное напряжение и уменьшает утомляемость глаз, что также повышает комфортность работы.

Arbyte выпускает три модельных линии профессиональных графических станций, позволяющих решать задачи различного уровня:

- ARBYTE CADStation WS2xx (однопроцессорная рабочая станция с профессиональным графическим видеоадаптером, обеспечивающим высокую производительность при проектировании в среде CAD/CAM), предназначенная для решения задач автоматизиро-

ванного проектирования средней сложности, разработки трехмерных моделей и конструкторско-технологической документации;

- ARBYTE CADStation WS4xx (высокопроизводительная рабочая станция, с профессиональной графической системой high-end класса), предназначена для работы с большими трехмерными сборками и поверхностными моделями любой сложности. Может использоваться для проведения инженерных расчетов, цифрового монтажа и анимации;

- ARBYTE CADStation WS6xx (высокопроизводительная двухпроцессорная рабочая станция, большой объем оперативной памяти, профессиональная графическая подсистема), предназначенная для работы с большими трехмерными сборками, моделями высокой сложности, проведения сложных инженерных расчетов, подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ. Обеспечивает высочайшую производительность при проектировании в среде CAD/CAM и 3D-приложениях.

Все новые модели проходят тестирование с использованием программного обеспечения международной Корпорации стандартизации сравнения производительности систем (SPEC), результаты тестов регулярно публикуются на веб-сайте этой организации. Графические станции также периодически высылаются зарубежным разработчикам САПР для апробации и сертификации. По результатам этих работ, решения Arbyte имеют статус полностью совместимых с программными пакетами Autodesk Inventor, Unigraphics NX3, "Компас 3D", Pro/Engineer и многих других общемашиностроительных программных приложений. Компания планирует начать работу со специализированными приложениями для судостроительной отрасли.

Инженерные расчеты производятся не только на высокопроизводительных графстанциях, но и на кластерах Arbyte. Применение кластерных технологий Arbyte позволило многим отечественным предприятиям повысить конкурентоспособность изделий, уменьшить время разработки и экономить материальные ресурсы, что связано с сокращением числа натуральных испытаний и рабочего времени конструкторов, затраченного на ожидание решения. В настоящее время наиболее востребованы и используются в качестве узлов кластера серверы Arbyte Alkazar в компактном исполнении на базе технологии Intel® Core®. Новый сервер может быть оснащен двумя 64-разрядными двухъядерными и четырехъядерными процессорами Intel® Xeon®, иметь до 32 Гб памяти FB-DIMM DDR2 и два гигабитных сетевых адаптера с поддержкой технологии Intel I/O Acceleration Technology. При этом обеспечивается высочайшая производительность системы при минимальной потребляемой мощности. Если возникнет необходимость, то наращивание производительности системы возможно путем увеличения рабочей частоты процессоров. Компактность сервера позволяет увеличивать вычислительные мощности без существенного увеличения расходов на инженерное обеспечение серверных комнат (электропитание, кондиционирование, занимаемая площадь). Как показывают результаты предварительного тестирования, проведенного совместно специалистами Arbyte и ведущего авиационного предприятия, системы, основанные на процессоре 51xx, обеспечивают производительность, в два раза превышающую данный показатель для серверов предыдущего поколения, и трехкратную экономию энергопотребления, что позволяет одновременно использовать больше приложений на меньшем числе систем с меньшим энергопотреблением. Технологии, использованные в новой архитектуре, гарантируют возможность создания консолидированных вычислительных центров крупного предприятия.

Программные системы анализа позволяют не только создавать многомерные модели в виртуальном пространстве, но также рассчитывать и графически отображать профили распределения давления в двигателях или турбулентности потоков жидкости с помощью специальных систем стереовизуализации. На западе такие системы широко используются на предприятиях, в исследовательских центрах и в образовательных учреждениях. Эти весьма дорогостоящие изделия в недалеком прошлом строились на уникальных компонентах и использовали специфическое программное обеспечение. От-

Arbyte, являясь партнером компании EMT P, последние несколько лет проводит совместные тестирования новых программных продуктов ANSYS и аппаратных платформ ARBYTE, что позволяет находить оптимальные конфигурации для проведения инженерных расчетов.

Специалистами компании Arbyte при непосредственном участии специалистов ЗАО EMT P были проведены тестирования линейки серверов ARBYTE Alkazar в связи с выходом на рынок новых версий программных пакетов ANSYS 11.

В качестве тестируемой задачи под приложение ANSYS 11 была предложена задача по расчету кронштейна забустерной части управления несущего винта вертолета. Были просчитаны пять вариантов конструкций с разными типами нагрузки. Тестирование проводилось на двухпроцессорных платформах с двумя типами процессоров (двух- и четырехъядерными). Результаты тестирования показали, что оптимальной конфигурацией по критерию цена/производительность является конфигурация сервера ARBYTE Alkazar:

2 CPU Intel DualCore Xeon 5160
16Gb FBRAM
73 Gb 15000 rpm SAS Hdd
Red Hat 4.4 ES EM64T
ANSYS 11 для Linux EM64T

Результаты тестирования позволили сделать вывод, что использование четырехъядерных процессоров (например, Intel Quad Core Xeon 53XX) не дает большого прироста производительности, а использование четырехпроцессорных платформ экономически неоправданно (рост цены на четырехпроцессорное решение в 2-3 раза при приросте производительности менее чем на 20 %).

Вторым этапом было проведено тестирование программного продукта ANSYS SFX 11 на тестовой задаче "Трансзвуковое и сверхзвуковое внешнее обтекание крылатой ракеты". Результаты тестов показали, что оптимальной конфигурацией для данного программного пакета и данного типа задач является следующая конфигурация сервера ARBYTE Alkazar:

2 CPU Intel Dual Core Xeon 5160
16 Gb FBRAM
80 Gb SATA2 Hdd
Red Hat 4.4 ES EM64T
ANSYS 11 SFX для Linux EM64T

Результаты тестирования показали, что существенный прирост производительности может обеспечить объединение двух и более узлов предложенной конфигурации в кластер.



Сервер Arbyte Alkazar

носителем недавняя разработка Arbyte - система стереовизуализации ARBYTE VizioCenter - отличается от своих собратьев простотой, универсальностью и гораздо более интересной ценой. Такую систему можно использовать для разработки формы и внешнего вида изделия, анализа результатов инженерных расчетов, сборки частей изделия, а также для создания реалистичных моделей изделия и тренажеров. ARBYTE VizioCenter - платформа, основанная на новейших технологиях получения стереоскопического изображения. Эти технологии не только позволяют добиваться высококачественного стереоскопического эффекта и избавляться от традиционных недостатков подобных систем (двоение изображения, пропадание стереоэффекта при повороте головы), но и дают возможность использования экранов любых типов, что значительно снижает стоимость решения.

В качестве генераторов изображения используется профессиональная графическая станция ARBYTE CADStation. Система совместима с любым программным обеспечением, которое поддерживает режим стереоскопического отображения информации. Стоимость внедрения и эксплуатации ARBYTE VizioCenter на порядок ниже аналогичных зарубежных систем, что делает стереоскопическую визуализацию доступной для широкого круга заказчиков, включая средние и мелкие конструкторские бюро компаний, конструкторские и маркетинговые подразделения предприятий. Arbyte предлагает несколько типов конфигураций ARBYTE VizioCenter. Таким образом, клиенты могут выбрать решение в соответствии с требованиями своего бюджета и с возможностью сложной модернизации в будущем. Кроме того, специалисты компании могут выполнять работы по сложному трехмерному моделированию, созданию видеопрезентаций, интерактивных мультимедиа-



Система стереовизуализации ARBYTE VizioCenter в переговорной комнате компании Капитал-Групп

инструкций к сложным техническим объектам на основе трехмерной графики. Среди работ студии ARBYTE VizioCenter - создание комплексной модели БМП-3, включая системы динамической, электрической и средства снижения заметности (НИИ Стали), трехмерных моделей интерьеров и зданий для ОАО "Капитал Групп", а также воссоздание ландшафтов, логотипов и других трехмерных элементов для видеопрезентаций.

Не менее важно обеспечить надежность и безопасность информационной структуры, от которых напрямую зависит работа целого предприятия. Одной из основных проблем управления ИТ-инфраструктурой обычно является сопровождение жизненного цикла персональных компьютеров, рабочих станций и серверов, требующее больших трудовых, финансовых и временных затрат на инвентаризацию, установку и обновление программно-аппаратного обеспечения. Особенно это важно на предприятиях с территориально-распределенной структурой. Внедрение автоматизированной системы управления ИТ-инфраструктурой LANDesk позволяет создать единую базу данных, содержащую информацию об аппаратном и программном обеспечении рабочих станций, содержит инструменты автоматического сбора такой информации и отслеживания изменений в аппаратном и программном обеспечении клиентов. Внедрение системы позволяет существенно снизить затраты на администрирование и эксплуатацию ИТ-инфраструктуры, повысить управляемость и безопасность информационной системы в целом.

Комплексное обеспечение рабочими местами конструкторов и разработчиков, оснащение центров обработки данных и поставка других решений для автоматизации работы подразделений от одного поставщика - целесообразный подход, обеспечивающий эффективное функционирование всего предприятия. **П**



К 100-ЛЕТИЮ ВЫХОДА ПЕРВОГО НОМЕРА ЖУРНАЛА "ДВИГАТЕЛЬ"

У нас, работающих в двигателестроении, одна общая задача - создание двигателей новых поколений. Сейчас есть возможности для успешного разрешения данной задачи - и финансовые и научные. В наше время самым узким местом в этой работе стала проблема кадров. Не просто кадров, а людей, способных решать очень серьезные научные задачи, наделенных нужными для этого знаниями и, мало того - желающих работать в науке, видящих свое место в этой работе.

И вот как раз это - привлечение молодежи к научной деятельности - та работа, которой мы занимаемся вместе. С самого первого номера ваш журнал постоянно размещает статьи, созданные совместно с ведущими сотрудниками нашего института и всей авиадвигателестроительной отрасли. Деятельность вашего журнала весьма способствует формированию научного контингента и росту его мастерства, а также, в немалой степени информации о том, что и как делается в смежных отраслях двигателестроения, каков современный мировой уровень этих работ. А ведь изо всех технических объектов современного авиастроения, двигатель - самый сложный объект. Знание имеющихся наработок, путей, которыми они были достигнуты, просто необходимо. Я вижу, что столь же тесным было сотрудничество "Двигателя" с ведущими моторостроительными предприятиями России и сто лет назад. Вы хорошо сохраняете эту славную традицию.



Владимир Алексеевич Скибин, генеральный директор ЦИАМ

В результате активной, напористой информационной политики журнала, постоянно сотрудничающего с нами, мы обретаем новых сторонников, поддерживающих проводимую в ЦИАМ программу перспективной деятельности. Работа журнала помогает и формированию современного мировоззрения наших собственных сотрудников, особенно молодежи. Высокий профессиональный и технический уровень редакционного коллектива и коллектива авторов, чьи статьи размещены на страницах "Двигателя" очень положительно влияет на развитие газотурбостроения в России.

Хочу пожелать успеха в развитии вашего журнала и несмотря на все финансовые и прочие проблемы, которые есть сейчас у всех, не сдавать достигнутых позиций и достигать новых вершин на благо нашей Родины.

К 100-ЛЕТИЮ ВЫХОДА ПЕРВОГО НОМЕРА ЖУРНАЛА "ДВИГАТЕЛЬ"



С удивлением обратил внимание, на то, что вышел уже 50-й номер журнала "Двигатель". Это событие - свидетельство вашей инициативы и воли. Я понимаю, что сама идея и возможность ее реализации возникла при вашем участии в работе АССАДовских Салонов "Двигатель", в которых вы участвовали с самого их начала. Понимаю, что идея создать журнал по двигателям разного назначения, типов, схем была тою же, что владела организаторами наших Салонов, собравших в одной экспозиции столь разные конструкции, объединенные единственным: все они - энергоприводы.

Было очень приятно, когда после архивного поиска выяснилось что мы ("мы" в широком плане - российские инженеры - моторостроители) выпускаем такой уникальный в мире журнал уже 100 лет. И как ни было трудно, а все-таки 50 номеров вы за этот второй период реинкарнации журнала выпустили. Особенно приятно, что создан большой авторский коллектив, с которым сотрудничает редакция. Этот круг позволяет объединять вокруг публикаций журнала еще более широкие массы отечественного инженерного сообщества и интересующихся техникой. Очень важно, что среди ваших читателей много молодежи - нашей надежды на пополнение рядов отечественных инженеров, ученых, рабочих. Последнему способствует ваши постоянные публикации очень глубоких и обоснованных статей из истории отечественного моторостроения и техники в более широком смысле.

Большое место у вас традиционно уделяется методам и способам практического разрешения предприятиями и организациями проблем, "дарованных" нам нашими политиками и управленцами. Мы стали участниками уникального эксперимента, когда в масштабах крупнейшей страны на Земле для "установления демократии" была порушена экономика. Результаты разбираем все вместе с тобой год. И именно в это время вы ухитрились выпустить журнал и поддерживать его, вселяя во всех нас надежду на единение и продолжение совместной деятельности. Это вещь обоюдная, поскольку знаю, что для любого журнала важна поддержка авторов, читателей, рекламодателей. Так мы и опирались друг на друга все эти годы - и в моральном и в экономическом плане.

Сегодня я с большим удовлетворением выражаю свое восхищение работой редакции журнала, его редакции и редакционного совета. Логически объяснить очень сложно, как в этих архинепонятных финансовых условиях ваш журнал выходит регулярно, без сбоев и пропусков. И при этом журнал пользуется неслабеющим спросом наших двигателестроителей, агрегатчиков, металлургов, электронщиков, производителей и вообще, инженеров всех специальностей. Хорошо бы, чтобы вы и дальше развивались в направлении разнообразия тем, больше было бы статей от эксплуатантов различных двигателей на самой различной технике. Ваш читатель молодеет за счет публикации статей, рассчитанных на студентов и школьников. Это очень здоровая идея, пусть ее воплощение постоянно будет на ваших страницах - это способствует некоторому ослаблению давления на промышленность кадровой проблемы.

Позвольте передать всему вашему коллективу большую благодарность за работу все эти годы, до 50-го номера. Надеюсь, что 100-й номер будет еще лучше, чем мы выпускаем сегодня и промышленность к тому недалекому времени не будет испытывать такого давления политиков-экспериментаторов, а развиваться только по своим законам - техники и экономики.

Виктор Михайлович Чуйко, президент и генеральный директор АССАД



Издательский Дом "Авиамир" специализируется на выпуске изданий по авиационно-космической тематике с 1996 года. Мы сотрудничаем со многими ведущими предприятиями отрасли. Авторским коллективом были изданы справочники-календари по истории ОКБ им. П.О. Сухого, ММП "Салют", ГосМКБ "Вымпел", и т.д.; книги: "Ильюшинцы: Люди и самолеты", "История Долгопрудненского НПП", "Авиационная корпорация"Рубин", "Энциклопедия авиателестроения", "Иностранные авиационные двигатели", "Военпреды ОКБ МиГ", "Воспоминания ветеранов ДНПП" и т.д., а также различная полиграфическая и сувенирная продукция для предприятий авиации и МО РФ. ИД принимал участие в подготовке к юбилеям ЛИИ им. Громова, ГосМКБ "Радуга", "Звезда-Стрела", ТМКБ "Союз", Гос. МКБ "Вымпел", ОКБ им. П.О. Сухого, ЦИАМ, ГосНИИАС, "Калужский двигатель" и других.

Мы приглашаем организации, заинтересованные в отражении своей истории, предоставить информационный материал для размещения в календарях и разместить в нем свои рекламные страницы.

СПРАВОЧНИК-КАЛЕНДАРЬ

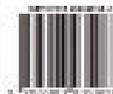
ПО АВИАЦИИ, ВОЗДУХОПЛАВАНИЮ,
РАКЕТНОЙ ТЕХНИКЕ И КОСМОНАВТИКЕ



Ежегодно с 1998 года ИД "Авиамир" выпускает юбилейные справочники-календари по истории авиации, воздухоплавания, ракетной техники и космонавтики, которые, кроме исторического материала, содержат интересные события и знаменательные даты из жизни авиационной отрасли. Календари стареем около 4.000 лет (события, даты рождения) и более 800 иллюстраций. Первые публикации авиационной тематики.

Эти календари издаются по заказу и в тиражах по МКС - крупнейшему государственному заказчику этой страны.

С уважением, Генеральный директор
ООО "ИД" Авиамир"
Сергей Александрович Чернавин,



103007, Россия, г.Москва,
Петровский-Рязанский пр-д., 24, к.1
Тел./факс: +7(495) 261-56-07
811-03-40
E-mail: id@aviamir.ru
www.id-aviamir.ru

2008

Структуру объектов покажем на примере применения продукции ОАО "ЗАП" в авиационных ГТД и наземных ГТУ фирмы ОАО "СНТК имени Н.Д. Кузнецова". В альбоме представлены следующие объекты:

фирма-разработчик двигателя

- сведения о фирме (рис. 1);
- схема исторического развития разработок фирмы (рис. 2, 3);
- продукция ОАО "ЗАП"**
- тип и наименование двигателя на котором применяются подшипники;
- применение двигателя, наименование летательного аппарата или наземной установки;
- элементы двигателя (турбокомпрессоры, коробки приводов, агрегаты);
- обозначение подшипников в соответствии с каталогом ОАО "ЗАП" (рис. 4-6).

Такое представление информации позволяет выделять кооперативные связи ОАО "ЗАП" и формировать спецификации поставляемых изделий для предприятий - заказчиков.

Для подготовки данных, поддерживающих этапы ЖЦИ "производство" и "эксплуатация" необходимо подробное объектное описание самого изделия - подшипника. Эти данные создаются в основном классе системы SmartTeam "Проекты" на основе базы данных компании "БиПитрон". Технологическая база данных, включающая описание сборочных единиц, относящихся к двигателю, содержит описание в подклассе "Комплекты" - комплект "Система смазки и суфлирования", и в классе "Технологические документы" - подкласс "Технологические карты". Документация, подключенная к объекту "Роликоподшипник опоры" (рис. 7) представляется в графическом виде в различных классах описания.

В частности, приводится описание объекта "Паспорт на подшипник", в котором указываются: условное обозначение подшипника, класс точности, стандарты, по которым изготовлен подшипник и др. Этот документ заполняется на ОАО

"ЗАП" и прикладывается к каждому изделию.

Дополнительные документы, отражающие информацию об эксплуатации подшипника, формируются в виде так называемых "желтых карточек" и "белых карточек". В "желтых карточках" содержатся сведения о подшипниках, приведших к снятию двигателя с эксплуатации, а также ремонтная документация, в которой записываются сведения о дефектных подшипниках, ставших причиной досрочного съема двигателя. В "белых карточках" хранятся эксплуатационные сведения о бездефектных подшипниках. Они начинают заполняться на заводе-изготовителе подшипников и дополняются на всех этапах жизненного цикла изделия.

PDM-решение, разрабатываемое Центром истории авиационных двигателей им. академика Н.Д. Кузнецова (ЦИАД) Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королева (СГАУ), совместно с ОАО "ЗАП", представляет собой систематизированную информацию о газотурбинных двигателях и применяемых в них подшипниках, а также технологические приемы автоматизации всех стадий ЖЦ подшипника в составе ГТД.

В настоящее время в стадии разработки находятся электронная база данных в среде PDM-системы Smarteam (рис. 8) и интерфейс пользователя в виде электронного варианта альбома.

Достоверность информации о двигателях в альбоме подтверждается их разработчиками.

Наличие такой структуры данных о подшипниках в среде PDM Smarteam, позволяет:

- организовать хранение данных в единой информационной среде;
- обеспечить быстрый и удобный переход, от рассмотрения одного этапа ЖЦ к другому;
- отказаться от бумажных носителей информации;
- обеспечить доступность информации об изделии для каждого участника процесса на любом этапе ЖЦ изделия;
- существенно сократить затраты на его разработку;
- снизить время на устранение неисправностей и внесение изменений в конструкцию.

Рис. 5



Рис. 7

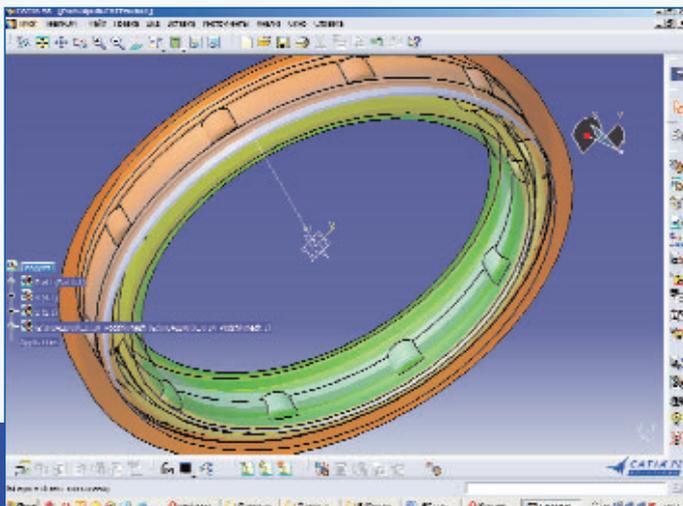
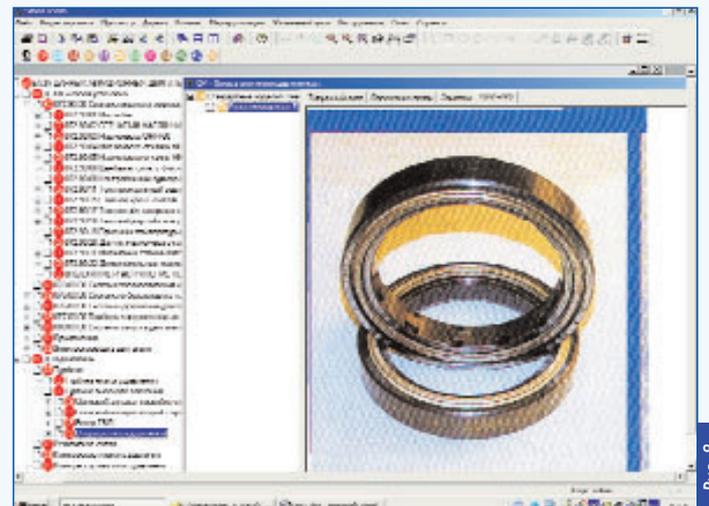


Рис. 6



Рис. 8



ИЗ ИСТОРИИ МКБ "ГРАНИТ"

МКБ "Гранит": **Владимир Дмитриевич Лабзин**
Марк Александрович Шамбан

(Окончание. Начало в № 1, 2 - 2007)

Не только авиация

Помимо авиационной тематики в разные годы коллектив МКБ "Гранит" выполнял много интересных и оригинальных работ, связанных с установками различного назначения.

Особое место в истории МКБ занимает работа по созданию турбохолодильной машины. В 60-е годы прошлого века учеными в нашей стране был разработан новый термодинамический цикл, на основе которого в 1963 году коллективом под руководством С.К. Туманского была создана первая турбохолодильная машина ТХМ-1-300, способная выдавать потребителю воздух с температурой -80°C . Эта машина была запатентована во многих странах мира, а ее серийный выпуск был освоен на Казанском компрессорном заводе. До тех пор, пока в Казани заработал серийный участок, в изготовлении первой серии этих машин участвовало ОКБ-45, которое изготовило 25 комплектов компрессоров и ряд других узлов и деталей.

В это время советскими учеными-медиками была разработана программа замораживания крови и костного мозга до температуры -143°C , при которой кровь и костный мозг могут храниться годами, не теряя жизнеспособности. Для медицинских целей оптимальной является воздушная турбохолодильная машина с обеспечением полной автоматизации процесса замораживания, в которой хладагентом является воздух при нормальном давлении. Так как ТХМ-1-300 не обеспечивала требуемой температуры заморозки, правительством СССР было принято решение о создании новой турбохолодильной машины с температурой воздуха на выходе -175°C , что соответствовало границе возможностей воздушной машины (при -183°C кислород в воздухе выпадает в жидкую фазу). Создание такой уникальной машины и изготовление

пяти ее комплектов для Центрального института переливания крови было поручено филиалу ММЗ "Союз", который возглавлял д.т.н. проф. М.Г. Дубинский, и коллективу МКБ "Гранит".

Новую машину назвали ТХМ-3-300. МКБ "Гранит" было поручены следующие работы: компоновка всей машины, проектирование, изготовление, испытание и доводка турбокомпрессора, проектирование, изготовление и доводка коробок переключения регенераторов и потребителя. Создание машины проводилось в тесном содружестве с филиалом ММЗ "Союз" с использованием опыта многих институтов и КБ разных отраслей вплоть до Академии наук СССР.

Для проектирования, создания и доводки ТХМ-3-300 в конструкторском отделе была организована бригада "ТХМ" во главе с О.А. Кротовым. Ведущим конструктором темы был Б.Л. Перов, Кроме них "костяк" бригады составляли: Л.Н. Смирнов, В.Л. Раскачаев, Ю.Ф. Соловьев, Т.И. Чурсина, С.А. Кривошеев, Т.И. Пислякова, В.Н. Дедкова, Ю.Н. Галкин. Всеми работами руководил главный конструктор Э.Э. Лусс. В процессе работы над машиной было найдено и использовано много новых оригинальных конструкторских решений, которые были защищены более чем десятью авторскими свидетельствами.

Проектирование, изготовление и доводка ТХМ-3-300 завершились прекрасным результатом, о чем свидетельствуют высокая оценка проекта, которую дала комиссия во главе с академиком Б.С. Стечкиным, а также получение всех заявленных основных данных и пуск машины у заказчика с минимальной доработкой.

В 1972 году машина ТХМ-3-300 экспонировалась на ВДНХ и была удостоена бронзовой медали. Бронзовые медали ВДНХ получили также О.А. Кротов и Л.Н. Смирнов.



Группа сотрудников МКБ "Гранит", 1985 г.

Когда в 80-е годы на предприятиях оборонного комплекса страны началась разработка и изготовление товаров народного потребления, в МКБ "Гранит" было организовано специальное подразделение под руководством начальника группы Е.С. Боровеева и ведущего конструктора Л.П. Сердцева, которое обеспечило выпуск на шести заводах отрасли 55 агрегатов автоматизированной линии АГАТ для изготовления упаковочных ящиков из гофрокартона. Сборка и испытание масштабных линий АГАТ длиной 25 м и массой 45 т проводились на Омском моторном заводе.

Позже была создана более совершенная линия ЛИГА-1024, оснащенная электроникой, с автоматизированной переналадкой, цветной печатью, машинным пакетированием и обвязкой, близкая по своим характеристикам к современным зарубежным аналогам. Однако позднее, во время перестройки, работы над этими агрегатами были прекращены.

В то же время, в конце 80-х годов прошлого столетия, МКБ "Гранит" приступило к разработке наземной энергетической установки ГТУ-89СТ-20 мощностью 20 МВт. Установка создавалась на базе серийного двигателя АЛ-21Ф и доработанной силовой турбины двигателя Д-18Т конструкции Запорожского КБ "Прогресс".

У МКБ "Гранит" на энергетическом рынке страны в то время было очень много конкурентов. Однако благодаря инициативной и упорной работе ведущих специалистов МКБ В.А. Яковлева, Л.М. Нисенбаума, В.А. Файнштейна, Б.П. Бервинова, Э.В. Мищенко, М.А. Шамбана установка, работавшая на природном газе, была создана и успешно прошла в 1995 году межведомственные испытания, после чего была введена в эксплуатацию на ГЭС-72 в Ямбурге. Позднее на ГТУ-89СТ-20 совместно с новой газодозирующей аппаратурой ОАО "ЭГА" была установлена цифровая САУ американской фирмы Compressor Controls Corporation, разработанная по техническому заданию А.А. Гуминского. МКБ "Гранит" обеспечило изготовление двух таких энергетических установок, одна из которых эксплуатировалась с одним ремонтом на протяжении 17 000 часов. В 2000 году работы на заводе "Салют", связанные с дальнейшим развитием ГТУ-89СТ-20, были переданы во вновь организованный отдел наземной техники ОГК-4, ныне - ОМКБ "Горизонт".

НТЦ МКБ "Гранит" сегодня

В 90-е годы, во время перестройки, когда у многих ОКБ отрасли возникли серьезные финансовые затруднения, в МКБ "Гранит", тем не менее, в силу постоянной востребованности его актуальной тематики, все время сохранялся оборонный заказ. Благодаря правильной технико-экономической политике руководства МКБ предприятие сумело избежать долгов, работникам ни разу не была задержана выплата заработной платы. Однако специалисты оставались низкими и не соответствовали их опыту и квалификации. В связи с этим из МКБ ушли многие опытные работники. Лабораторный комплекс и опытное производство практически прекратили свою деятельность. Тем не менее, в конструкторском отделе оставались опытные специалисты, которые продолжали трудиться.

В августе 2002 года распоряжением Министерства имущественных отношений РФ ГУП МКБ "Гранит" было реорганизовано путем присоединения к ФГУП "ММПП "Салют" и вошло в структуру завода в качестве научно-технического центра - НТЦ МКБ "Гранит". С января 2003 года, после необходимых организационных преобразований, НТЦ МКБ "Гранит", который состоит теперь из конструкторского отдела, летно-испытательного отдела и небольшого экспериментального отдела, получив финансовую поддержку от руководства завода, постепенно на-



Двигатель МД-120

чинает пополнять свой коллектив новыми работниками.

В МКБ и сейчас трудятся ветераны, опыт которых основан на школе генеральных конструкторов В.Я. Климова, А.М. Люльки и С.К. Туманского. Среди них 10 человек имеют стаж работы в МКБ "Гранит" более 50 лет, несколько десятков человек работают здесь от 30 до 40 лет.

МКБ "Гранит" всегда участвовало в техническом воспитании инженерно-технических работников серийных заводов, и сегодня многие технические служ-

бы ММПП "Салют" ежедневно обращаются по возникающим вопросам за советом к специалистам МКБ.

Многие конструкторы, воспитанные в МКБ "Гранит", сегодня работают в созданном несколько лет назад на ММПП "Салют" новом конструкторском бюро КБПР. Директор завода "Салют" по корпоративному развитию В.И. Фетисов и главный конструктор завода В.А. Яковлев свою квалификацию также получили благодаря многолетней работе в МКБ "Гранит".

За более чем шестидесятилетнюю историю МКБ "Гранит" многие его работники были удостоены государственных наград. МКБ воспитало много рационализаторов и изобретателей, чьи технические находки внедрены на серийных двигателях. За внедренные изобретения 35 работников МКБ были награждены знаком "Изобретатель СССР", а 41 человек стал лауреатами премии имени А.М. Люльки.

Сегодня в НТЦ МКБ "Гранит" трудятся энтузиасты отечественного моторостроения, чей многолетний опыт воплощен в чертежах, технических отчетах и, в первую очередь, в тысячах двигателей, которыми оснащена наша боевая авиация. В конструкторский отдел МКБ постепенно приходят новые люди. Здесь есть у кого и чему учиться. Заместители главного конструктора И.Ф. Бондарь, Б.В. Варданян, Ю.Д. Варакин - старожилы МКБ с колоссальным опытом работы, участвовавшие в разработке и доводке различных серийных двигателей. Конструкторский отдел возглавляет А.П. Шейн, который в МКБ "Гранит" в качестве ведущего конструктора всегда возглавлял каждую новую тему, а работает он в МКБ с 1948 года. Всеми группами конструкторского отдела также руководят опытные специалисты, которые многие годы занимались разработкой и доводкой различных узлов двигателя.

Сегодня НТЦ МКБ "Гранит" возглавляет Владимир Дмитриевич Лабзин, который в МКБ и на заводе "Салют" прошел большой и нелегкий путь от рядового конструктора до заместителя генерального конструктора. МКБ "Гранит", как и прежде, обеспечивает совершенствование и конструкторское сопровождение серийного изготовления, ремонта и эксплуатации двигателя АЛ-31Ф и его модификации - АЛ-31ФМ, а также занимается вопросами организации ремонта и эксплуатации двигателей АЛ-21Ф и Р15Б-300.

Одновременно коллектив МКБ работает над совершенствованием двигателя АЛ-21Ф с тем, чтобы в процессе его ремонта можно было проводить модернизацию, обеспечивающую улучшение его эксплуатационных характеристик. Кроме того, проводятся работы по модернизации МГТД МД-120.

Помимо этого, НТЦ МКБ "Гранит" поручено обеспечить в содружестве с ЗМКБ "Прогресс" освоение серийного производства на ММПП "Салют" двигателя АИ-222-25, предназначенного для установки на учебно-боевой самолет Як-130.

В 2007 году исполняется 95 лет ММПП "Салют", на котором МКБ "Гранит" более 60-ти лет обеспечивает конструкторское сопровождение всего жизненного цикла (совершенствование, изготовление, эксплуатация, ремонт) авиационных двигателей, выпускаемых заводом.

МКБ "Гранит" - уникальное КБ, работая в котором каждый конструктор приобретает и совершенствует опыт проектирования двигателей с учетом их серийного изготовления и эксплуатации.

ИЗ ВЫСТУПЛЕНИЙ УЧАСТНИКОВ КРУГЛОГО СТОЛА, ПОСВЯЩЕННОГО 100-ЛЕТИЮ ЖУРНАЛА "ДВИГАТЕЛЬ"



Валентин Владимирович Крымов, директор по науке ФГУП "ММПП "Салют", д.т.н.

В начале прошлого века, буквально за год до создания завода "Гном", в журнале "Двигатель" была опубликована статья о перспективах создания работоспособного газотурбинного двигателя. В этой публикации утверждалось о невозможности создания ни компрессора, ни турбины такого двигателя. Поэтому редакция журнала обещала к теме создания ГТД больше не возвращаться, но поспешила. Сейчас они работают и в воздухе, и на земле и журнал "Двигатель" постоянно помещает статьи по ГТД.

Московский завод "Салют" как раз был одним из первых в нашей стране, кому было поручено освоение газотурбинного двигателя. И сегодня здесь делают двигатели и для боевой авиации, и для гражданских самолетов, и для энергетики. Продолжаются разработки двигателей для перекачки газа, для автомобильного и железнодорожного транспорта. Причем эти двигатели по своим удельным параметрам намного превосходят своих предшественников. Специалисты завода теперь работают над двигателем пятого поколения. Но не сразу создают его в окончательном виде, а поэтапно. Уже на базе двигателя АЛ-31Ф создана его модификация - АЛ-31ФМ1, у которого тяга повышена почти на

тонну. Это первый двигатель за последние 15 лет, который прошел полный цикл государственных испытаний и принят на вооружение ВВС РФ. Специалисты "Салюта" продолжают работать над его дальнейшими модификациями и готовы создавать двигатель следующего поколения. Для этого есть и научный, и производственный, и кадровый потенциалы.

Вячеслав Федорович Рахманин, НПО "Энергомаш имени академика В.П. Глушко", д.т.н.

В ракетостроении сложилась практика, когда при создании новой ракеты, одновременно проектируется и двигатель для нее. Но, в силу того, что при разработке нового двигателя приходилось решать очень сложные задачи, сроки сдачи готового объекта почти всегда оказывались под угрозой срыва. В связи с этим появилась идея о разработке модельного ряда ракетных двигателей. Главному конструктору ракет достаточно было только выбрать из каталога нужный по параметрам. Но при таком подходе вполне реально могло сложиться положение, когда какие-то разработанные двигатели так и остались бы невостребованными. Поэтому ранее сложившаяся практика сохранилась.

Разработка нового двигателя требует много и сил, и времени. Чтобы сократить затраты и того, и другого, главному конструктору ракетных двигателей, В.П. Глушко в конце 60-х гг. пришла в голову идея создания модульного двигателя. Первым таким двигателем стал РД-171, который сначала был установлен на ракету "Зенит", а затем и на ракету-носитель "Энергия". Планировалось, что восемь таких двигателей будут установлены и на ракету-носитель "Вулкан".

Как известно, двигатель РД-171 является четырехкамерным. И когда потребовался двигатель меньшей тяги для американской ракеты-носителя "Атлас", то, взяв две, уже отработанные камеры этого двигателя, и проведя дополнительные работы, удалось создать двигатель РД-180, который позволяет "Атласам" успешно выводить на орбиту коммерческие грузы. А использовав только одну камеру, конструкторам Энергомаша удалось создать еще один двигатель - РД-191, который в ближайшем будущем будет работать в составе ракеты-носителя "Ангара".



Иван Соломонович Пятов, генеральный директор ОАО "РЕАМ-РТИ"

Журнал с первых номеров нацелен на объединение разных знаний. Двигатель есть и на паровозе, и в станках. Станки, в свою очередь, необходимы для создания двигателей. Наша фирма двигатели не делает, но ее продукция применяется во многих отраслях промышленности, в том числе и в двигателестроении. Не только в России, но и за ее пределами. Надо отметить, что сейчас, в новой экономической обстановке, новые образцы техники создаются, не используя опыт предшествующих поколений, а, зачастую, только на основе знаний, полученных из учебников, справочников и других источников. Этим грешат и некоторые учебные заведения, в которых изучение того или иного устройства происходит без ознакомления с идеологией его создания. Эти же проблемы существуют в деле создания и применения новых материалов, например, и резинотехнических.

При создании как новых машин, так и новых материалов есть одно общее понятие - технология. Старая школа знала об особенностях применения тех или иных материалов. К сожалению, по многим направлениям знания в нашей стране уже утрачены. На практике бывают случаи неграмотного применения изделий, в результате чего, например, в двигателях появляются негерметичности и течи. В это же самое время на Западе школа материало-ведения сохранена. Например, в наставлениях в американской армии записано о запрещении применения резин в растянутом состоянии, все резины должны работать в состоянии сжатия. Как эту, так и другие особенности применения своей продукции компания "РЕАМ-РТИ" с помощью журнала "Двигатель" пытается донести до потребителей. В свою очередь, специалисты компании изучают проблемы двигателестроения, о которых пишет журнал и, если это в их компетенции, пытаются предложить свое решение, ибо наша компания инжиниринговая. Мы делаем не просто резинотехнические изделия на все случаи жизни, а необходимые заказчику изделия, как по конструкции, так и по применяемым эластомерам, которые могут работать от - 60 до +220 °С.



Михаил Георгиевич Шатров, зам. зав. кафедрой МАДИ, д.т.н.

Я должен сразу отметить, что знаком с журналом очень давно. Мне очень нравится то, что "Двигатель" востребован как учеными, так и студентами. Журнал имеет серьезную гражданскую позицию. Например, еще в 1999 г. здесь поднимались вопросы отечественного автомобильного двигателестроения, и то, что многие проблемы не решены до сих пор, вина не журнала, а тех, кто принимает решения. Конечно, не все, что публикуется в журнале, мы принимаем. Есть у нас свой взгляд на некоторые проблемы, но это и хорошо. Журналу удалось объединить авиационных, автомобильных, ракетных двигателестроителей. И нас тоже тревожит проблема кадров, и не только в преподавательской среде, но и в автомобильной промышленности. Угрожающий разрыв между поколениями необходимо срочно ликвидировать, для чего требуются экстраординарные действия. И без современных информационных технологий эту проблему, как уже отмечали выступающие, не решить. На повестке дня встала необходимость создания единого информационного пространства, по крайней мере, для автомобильных двигателей, одинаково доступного как для преподавателя, так и для студента, конструктора, производственника.

дания единого информационного пространства, по крайней мере, для автомобильных двигателей, одинаково доступного как для преподавателя, так и для студента, конструктора, производственника.

Сергей Викторович Кувшинов, проректор Российского государственного гуманитарного университета, к.т.н.

Как мы видим, журнал "Двигатель" сохранил лицо: как сто лет назад, так и сейчас он публикует свои материалы, полностью отвечающие духу своего времени. Журнал, как мы снова видим, приступил к выполнению национального проекта "Образование" еще задолго до его начала. А одним из направлений этого проекта является программа подготовки инженеров новой генерации.

Эти инженеры должны будут в совершенстве владеть информационными, коммуникационными технологиями. Но, не смотря на наличие в ВУЗах современных средств компьютерной техники, выполнить эту программу будет невозможно без соответствующей подготовки профессорско-преподавательского состава. Сегодня образовался разрыв между новым поколением, которое уже владеет современными средствами, и теми, кто должен нести традиционный подход в области образования.

Сегодня, обеспечивая учебный процесс с использованием новейших информационных технологий, мы говорим, что это не просто новые технические средства обучения, а один из главных объектов педагогического процесса. В результате появились новые формы подготовки, в соответствии с которыми происходит "погружение" студента не просто в учебный процесс, а в научно-исследовательский процесс. Обучение в университете становится решением одного крупного дизайн-проекта. Студент, как будущий инженер и творец коммерческих проектов, помимо технических знаний должен овладеть экономическими и юридическими знаниями. И вот здесь велика социальная роль журнала "Двигатель", который стал партнером в образовательском процессе.



Юрий Владимирович Платонов, зам. генерального директора группы компаний Arbyte

На моих глазах происходило становление информационных технологий в России. Еще всего три-четыре года назад к этим технологиям было своеобразное отношение, то теперь все изменилось. Руководители любого предприятия показывают своим гостям не только новейшие металлообрабатывающие центры с ЧПУ, современные измерительные машины, но также конструкторские бюро и технологические отделы, оборудованные компьютерной техникой. В комментариях к показанному руководитель обязательно перечислит названия фирм и компаний, оборудование и программные продукты которых используются. Обязательно будет подчеркнута то обстоятельство, что на предприятии уже нет ни одного кульмана. Нам очень приятно слышать, когда на предприятиях используется достаточно много различного оборудования - от отдельных компьютеров до вычислительных центров, которые поставляются компанией Arbyte. Эта компания является партнером таких всемирно известных производителей компьютерной техники, как Intel, Microsoft, HP, Xerox, Adartec и других. В настоящее время средства являются инструментами для виртуального моделирования и инженерных расчетов самого широкого спектра машин и механизмов, в том числе и двигателей. Применение технологий компьютерного инженерного анализа обеспечивает сокращение сроков разработки новых изделий, снижает затраты на экспериментальную доводку при одновременном повышении качества и конкурентоспособности продукции на рынке.

В том, что у нас много покупателей среди двигателестроительных предприятий, немалая заслуга журнала "Двигатель", который не только предоставляет нам свои страницы для размещения рекламных модулей, но и уделяет много внимания проблемам использования информационных технологий при создании двигателей как для авиации, так и для автомобилей, ракет, подводных лодок, энергетических установок.



Сергей Леонидович Манкевич, вице-президент ЗАО "Содиком"

Наша компания тесно работает с журналом - мы его активные рекламодатели. А занимаемся мы поставками высокоточного электроэрозионного оборудования для всех предприятий. В двигателестроении, особенно авиационном, все шире применяются тугоплавкие нержавеющие стали, титан и другие металлы, которые никакими другими способами металлообработки, кроме электроэрозионными, быстро и с высокой точностью обработать невозможно. А высокая точность обработки совместно с равномерностью хода рабочего органа, допустимые скорости и ускорения при его перемещении, величиной мертвого хода при реверсе, а также долговечность привода, его ремонтпригодность и другие характеристики, являются основными для металлообрабатывающих станков. Надо отметить, что все эти показатели удалось существенно улучшить на электроэрозионных станках с линейными двигателями. Именно компании "Содик" первой удалось решить проблемы применения линейных двигателей в электроэрозионных станках и добиться потрясающих результатов по точности. Создан станок, у которого дискретность подач составляет всего 1 нм. На таком станке можно изготовить детали для микродвигателя.

Не вызывает сомнения тот факт, что использование станков компании "Содик" обеспечит двигателестроительной отрасли значительный технико-технический и экономический эффект.



ОПЫТ, ОПЫТЫ И ГРАФИКИ

*Руками никогда нигде не трогай ничего.
Не впутывайся ни во что и никуда не лезь.
В сторону молча отойди, стань скромно в уголке
И тихо стой, не шевелясь, до старости своей.
(Г. Остер, "Вредные советы")*

Дмитрий Александрович Боев, ЦИАМ

С самого рождения мы постоянные участники великой и не всегда удачной для нас игре "Мы и мир". Хотим - не хотим, а придется. И вот в ней-то главное - не результат (он-то как раз, увы, заранее известен), а процесс. Именно в столкновении с реальностью происходило и происходит накопление человеком жизненного опыта. Все мы, живые существа, в течении жизни ставим в этой игре опыты над природой и собой - частью той же природы - с тем, чтобы попытаться понять, на какие воздействия и как реагирует окружающая среда. И что нам, соответственно, за это может быть. Недаром слово "опыт" в смысле "эксперимент" звучит так же, как и накопленный человеком результат осознания этих экспериментов. Неосознанный опыт, который в сознании в виде логично-объяснимых конструкций не отложился, обычно именуется "интуицией" и также используется в качестве основы для жизненного поведения. Тем живое и выделяется из всей остальной (неживой) природы, что постоянно накапливает и приумножает эти "результаты столкновения с реальностью", в результате чего и возможно более-менее целенаправленное поведение. Мы, таким образом, всегда живем в двух мирах - в одном, внешнем, действуем, а в другом, внутреннем, который построили сами же в собственной голове в результате этих "экспериментов", планируем дальнейшие действия и оцениваем их результат (считаем синяки и шишки). Несовпадение этих двух миров и есть та "вероятность", которую мы по недомыслию решили считать свойством окружающего мира. На самом деле эта стохастика - не более чем уровень непонимания закономерностей внешнего, реального мира (если кому-то требуются подтверждения Авторитетов - они в статье "Турбулентность Леонарда Эйлера" во 2-м номере этого года). В отдельных случаях это непонимание можно считать в процентах. И чем меньше наш жизненный опыт, тем менее вероятен ожидаемый результат наших действий, то есть тем меньше процент вероятности.

Все сказанное в виде частного случая, включает и эксперимент научный, сознательно поставленный с познавательной целью. Ему присущи, следовательно, все плюсы и минусы нашего подхода к жизни и способа существования в ней. Любой эксперимент - решение какой-то заранее более или менее определенной задачи взаимодействия среды и какого-то выделенного из нее объекта. Но надо всегда помнить, что поскольку мы сами тоже часть природы, то любой наш эксперимент включает и нас самих в качестве объектов. Иначе: эксперимент проводится также и над экспериментатором, более точно - над тем самым нашим пониманием мира, о котором говорилось выше. Дело в том, что даже если мы физически и не участвуем в эксперименте, то в любом случае, занимаемся осмыслением его хода и результатов. Потому, результат может настолько отличаться от ожидаемого, что формальный постановщик эксперимента - человек - не в состоянии будет объяснить, что же это такое вышло. Иногда, таким образом совершаются открытия, но чаще - просто возникают конфликты со снабженцами и непосредственным руководством по поводу списания потраченных неизвестно на что средств.

Ясно, что одной из основных задач любого эксперимента всегда была и остается проверка правильности теоретических предположений, на основе которых этот эксперимент был осу-

ществлен. Впрочем, в явном виде такая задача может и не стоять, но предположения типа "а что будет, если..." - тоже постановка задачи. А там уже - как повезет.

Принято различать прямую и обратную задачи при работе с экспериментальным материалом. Коротко можно сформулировать так: **Прямая задача:** определение параметров среды при известном воздействии на нее объекта эксперимента. **Обратная задача:** определение поведения объекта эксперимента по определенным параметрам среды, в которой он находился.

Надо сказать, что очень редко сам по себе эксперимент является самоцелью. Чаще всего его ставят все-таки для того, чтобы использовать результат для проверки чего-то либо придуманного, либо полученного ранее. Потому, очень и очень редко результирующие графики строят по исходным, полученным непосредственно в эксперименте параметрам. Это происходит по большей мере потому, что условия эксперимента все-таки модельные (то есть вообще-то близки к действительности, но не полностью ей соответствуют, на деле - в каждом опыте - свои). Для сравнения результатов экспериментов, полученных в разное время и в разных условиях над одними и теми же или однотипными объектами, следовательно, требуется приводить результат к каким-то общим условиям. Методов такого приведения человечество накопило множество. В газовой динамике, например, около десятка формул приведения: по скорости потока, по геометрии, по плотности среды, по ее вязкости - да много еще по чему. За каждой из них - тысячи экспериментов и годы осмысления и теоретических разработок.

Человечество накопило большой багаж методик постановки задач и организации эксперимента. Правда, как теоретики литературы утверждают, что весь спектр беллетристического багажа человечества можно свести к семи основным сюжетам, а прочее - вариации на тему, так и здесь: общие принципы на самом деле тоже одинаковы - будь вы Павлов со своими собаками или Курчатов у реактора. Какая бы из двух основных задач ни решалась, главное - постараться заранее (априорно, то есть "до опыта") попытаться понять, что представляет собою объект, поведение скольких из его независимо изменяющихся параметров мы можем наблюдать и в связи с изменением чего именно они, собственно, меняются. И желательно, конечно, избавиться от всякого рода неучитываемых факторов, которые не относятся к тому, что мы, собственно пытаемся измерить. Это скромное, на первый взгляд, пожелание делает эксперимент все сложнее и дороже, особенно с увеличением его точности и информативности. Затраты на эксперимент при увеличении, скажем точности определения параметров, растут экспоненциально.

И не менее важно разобраться: каким образом изменение одних параметров влияет на другие. В общем случае это неопределимо ни до опыта, ни после. Традиционно из этого положения выходят, заставляя изменяться какой-то один из параметров и поддерживая в неизменности прочие. Таким образом и получают привычные для нас характеристические кривые, в которых эффект изменения параметра связан с изменением определенной исходной величины. На самом деле, поставленная Вами задача имеет столько измерений, сколько было реально измеря-



Рис. 1. Крутящий момент у дизеля с наддувом

Но если мы фиксировали все, что только можно было и старались отслеживать поведенческие результирующие функции в результате изменения одного какого-то параметра, то и появляются характеристические кривые изменения одного по другому. Например, характеристика у двигателя с турбонаддувом при определенном значении перепуска воздуха (см. рис. 1). Но при других (столь же постоянных) величинах перепуска эта характеристика будет иметь уже иной вид, на третьих - третий и т.д. Так



Рис. 2. Типичная суммарная характеристика крутящего момента у дизеля с наддувом
 Рис. — Многопараметровая характеристика дизеля с управляемым комбинированным наддувом и перепуском газов, минуя турбину:
 зона А — приводной выключатель включен; зона В — приводной выключатель отключен; зона С — приводной выключатель отключен, клапаны открыты

емых при эксперименте параметров. Другое дело, что изменения многих отдельных измеряемых параметров коррелированы и взаимосвязаны, поскольку вызваны одними и теми же физическими процессами. Например - измерения температуры в нескольких точках по окружности на одном сечении трубопровода. Характеристики, построенные по ним, изменяются эквидистантно и ничтошеньки-то не прибавят к пониманию процесса. Посему, обычно, такие независимые измерения используют для взаимного контроля друг друга и определения случайных (или наведенных аппаратурно) выбросов, либо, учитывая возможный инструментальный разброс, каким-либо образом осредняют измеренную величину. Таким образом, вместо ряда идентичных величин получают одну общую. Это дает возможность честному экспериментатору приблизить описание процесса, построенного по результату эксперимента, к реально проходящим процессам, а не очень честному - выбросить все не попадающие под теоретические построения точки из рассмотрения и приблизить наблюдаемый результат к теоретическому описанию процесса. Такая практика сильно убыстряет получение экспериментальной части диссертационной работы и уменьшает количество ехидных вопросов оппонентов.

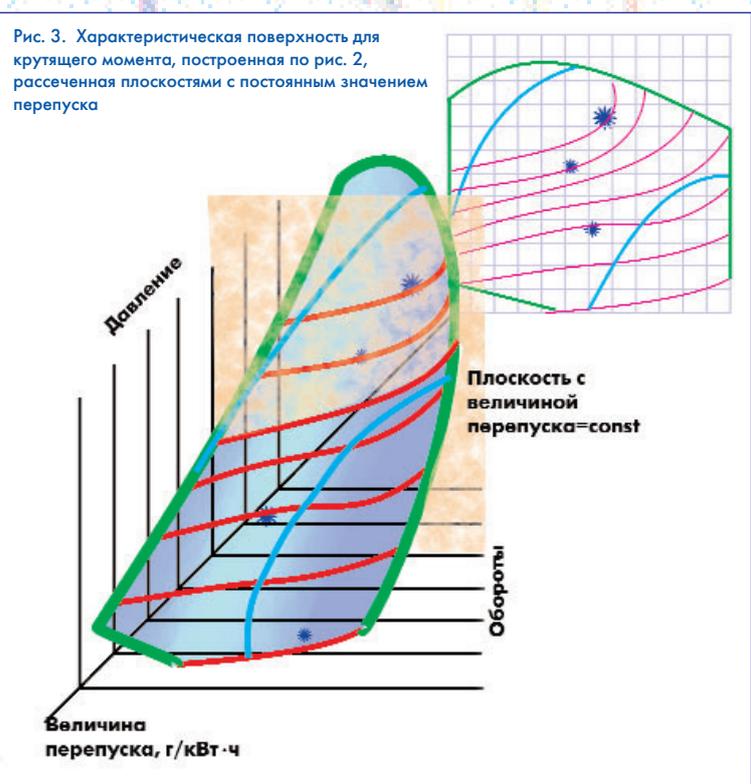


Рис. 3. Характеристическая поверхность для крутящего момента, построенная по рис. 2, рассеченная плоскостями с постоянным значением перепуска

появляются графики с расслоением характеристик (см. рис. 2), также привычные нам. Но ведь на самом-то деле это расслоение - ни что иное, как срезы характеристических поверхностей плоскостями. В нашем случае, это плоскости со значениями перепуска = const (см. рис. 3).
 И так - с любыми расщепляющимися характеристиками.
 Это настолько привычно, что мы не задумываемся о том, что и такая характеристическая поверхность - просто трехмерный срез той самой многофакторной характеристики, которая суммарно и

описывает поведение объекта исследования. При этом, количество действующих факторов и является размерностью характеристики. Достойно изобразить это (уву!) невозможно, но понять, а тем более оперировать в эпоху работы с многомерными массивами данных - вполне.
 Так что, на самом деле, для настоящего специалиста главное, чтобы во время проведения работ не изменялись условия взаимодействия составляющих частей испытуемого объекта, или изменялись эквидистантно (или иначе - взаимозависимо). Остальное он сделает сам. Имея такую многомерную характеристику объекта построить в ней уже знакомые нам графики зависимости - с расслоением характеристик или без - дело техники. И, конечно, математики. [1]

К 100-ЛЕТИЮ ВЫХОДА ПЕРВОГО НОМЕРА ЖУРНАЛА "ДВИГАТЕЛЬ"

Столетие выхода первого номера журнала "Двигатель" и 50-й номер его современного издания, объединенные одной датой, наполненные общим смыслом, преследующие единую цель - прогресс России, это - свидетельство преемственности инженерной мысли Отечества. И мне особенно приятно, что обе эти даты отмечаются в стенах старейшего отечественного Политехнического музея, с самого своего зарождения стремящегося к достижению тех же целей.

Гурген Григорьевич Григорян, генеральный директор Политехнического музея



ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ – В МЕЖДУНАРОДНОМ СОТРУДНИЧЕСТВЕ

ОАО "НПО Энергомаш имени академика В.П. Глушко":
Николай Анатольевич Пиров,
Вячеслав Федорович Рахманин,
Владимир Константинович Чванов

Прогресс человеческого общества невозможен без использования космического пространства. В настоящее время с помощью космических аппаратов осуществляются:

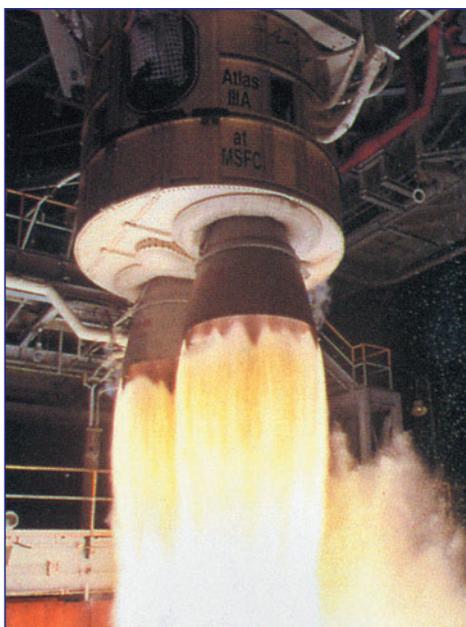
- все виды связи с перспективой их дальнейшего развития (интернет, телефон, видеомониторинг, обучение, медицина, деятельность банков и предприятий и т.п.);
- научные исследования;
- дистанционное зондирование земной и водной поверхности, мониторинг природных ресурсов, погода;
- освоение внеземного пространства, исследование ближайших и дальних планет солнечной системы;
- решение задач, связанных с безопасностью государства и интересами министерства обороны.

Большинство научно-технических задач по программам Федерального космического агентства и Министерства обороны Российской Федерации решается с использованием космических ракет, на которых установлены жидкостные ракетные двигатели (ЖРД), разработанные в НПО "Энергомаш им. академика Валентина Петровича Глушко".

В области жидкостного ракетного двигателестроения наша страна, в первую очередь, благодаря успешной работе "НПО Энергомаш", традиционно была на самом высоком технологическом уровне и сегодня по решению ряда научно-технических проблем значительно опережает мировой уровень ракетного двигателестроения.

История создания ЖРД в НПО Энергомаш

ОАО "НПО Энергомаш имени академика В.П. Глушко" является правопреемником старейшего российского предприятия по разработке жидкостных ракетных двигателей. Оно ведет свою историю с 15 мая 1929 г. Организатором и бессменным научно-техническим руководителем нашего предприятия был до момента своей смерти в январе 1989 г. дважды Герой Социалистического труда академик В.П. Глушко.



На всем протяжении своего существования НПО Энергомаш постоянно находилось в авангарде развития отечественного ракетного двигателестроения. Так, в 1930 г. был создан первый отечественный ЖРД ОРМ-1, в 50-х годах - двигатели РД-107 и РД-108 для первой и второй ступеней первой в мире космической ракеты, которая вывела в октябре 1957 г. на космическую орбиту первый искус-

ственный спутник Земли, а в апреле 1961 г. - первого космонавта Земли Ю.А. Гагарина. Последующие запуски всех пилотируемых космических кораблей с отечественными и зарубежными космонавтами в СССР и России осуществляются только с использованием модернизированных вариантов этих двигателей в составе ракет-носителей типа "Союз" и "Союз-ФГ".

Отечественные космические ракеты с ЖРД, разработанными в НПО Энергомаш, выводили в космическое пространство:

- все тяжелые орбитальные станции типа "Салют" и "Мир";
- большинство объектов военного назначения;
- ракеты "Энергия" с космическими аппаратами "Скиф" и "Буран".

Двигателями НПО Энергомаш оснащены также космические ракеты: "Космос-2", "Интеркосмос", "Космос-3М", "Протон" и его модификации, "Молния", "Циклон", "Зенит" и все его модификации. НПО Энергомаш создавало двигатели для боевых стратегических ракетных комплексов. Практически на все боевые жидкостные ракеты разработки ОКБ-1 главного конструктора С.П. Королева и КБ "Южное" главных конструкторов М.К. Янгеля и В.Ф. Уткина, включая самую совершенную стратегическую ракету XX века РС-20 (SS-18 "Сатана"), установлены двигатели, разработанные в НПО Энергомаш.

В 1988 г. были сданы в эксплуатацию в составе последних отечественных жидкостных ракет "Зенит" и "Энергия" двигатели РД-171, РД-120 и РД-170, непревзойденные до сих пор по своим энергетическим и эксплуатационным характеристикам. В этих двигателях применены новейшие технологии, обеспечившие большие запасы по ресурсу и количеству включений, что создало возможность реализации многоразового полетного использования двигателей. Двигатель РД-170 был официально сертифицирован как кислородно-керосиновый ЖРД десятикратного полетного использования.

В связи с прекращением эксплуатации ракеты-носителя "Энергия" летная многоразовость ЖРД РД-170 не была реализована на практике. Однако требование многоразового использования стало основой нового методического подхода к отработке ЖРД на малом (~ 10 экземпляров) количестве двигателей при многократном испытании каждого экземпляра на стенде. Такой подход в дальнейшем был успешно реализован при отработке нового кислородно-керосинового ЖРД РД-180 для модернизированной американской космической ракеты "Атлас".

Двигатели РД-170, РД-171 и РД-120 стали основой для создания ЖРД нового поколения:

- с совершенными энергетическими и эксплуатационными характеристиками;
- с большим запасом по ресурсу работы и количеству включений, в том числе для двигателей с однократным включением в полете и однократным полетным использованием;
- с широким диапазоном регулирования по тяге;
- с возможностью сдачи в товар (заказчику) без технологической переборки после проведения контрольного приемо-сдаточного испытания;
- с перспективой реализации требования многократного полетного использования.

Конструкция и технология изготовления ЖРД, разработанных в НПО Энергомаш для космических ракет, являлись и являются

объектами пристального внимания аэрокосмических компаний США, Европы, Азии, Ближнего Востока.

Традиционно сложилось так, что технологическое освоение и экспериментальная отработка новых двигателей проводились на Опытном заводе НПО Энергомаш (ОЗЭМ). После окончания доводки и проведения завершающих доводочных испытаний изготовление двигателей передавалось для серийного производства на другие заводы, расположенные в разных городах: Днепропетровске, Перми, Красноярске, Самаре, Омске. Для осуществления конструкторского сопровождения и авторского надзора за изготовлением двигателей при серийных заводах организовывались филиалы или представительства КБ Энергомаш. На ОЗЭМ изготавливались первые небольшие партии товарных двигателей для проведения летно-конструкторских испытаний и оснащения первых серийных ракет.

До 1990 г. НПО Энергомаш так же, как и другие предприятия ракетно-космической промышленности СССР, финансировалось из бюджета через Министерство общего машиностроения (МОМ) по договорам с головными разработчиками - ракетными ОКБ и по прямым договорам с МОМ. С резким сокращением финансирования в 1991 г. сложилась катастрофическая ситуация, встал вопрос о дальнейшем существовании НПО Энергомаш как разработчика и изготовителя экспериментальных ЖРД.

Последствия изменения политико-экономической ситуации

Изменение политико-экономического положения в стране, неопределенность государственной политики по отношению к предприятиям и госзаказу в начале 90-х годов привели к свертыванию отечественных ракетно-космических программ и, как следствие, к отсутствию заказов на разработку и производство ЖРД. Впервые творческий "портфель" заказов НПО Энергомаш оказался пуст. Количество производимых двигателей РД-170 и РД-171 на ОЗЭМ упало с 25 экземпляров в 1988 г. до нуля в 1992 г. Такая же картина наблюдалась и на серийных заводах: количество выпускаемых в ОАО "Пермские моторы" двигателей РД-275 для первой ступени РН "Протон" снизилось со 100 экземпляров в 1988 г. до 15 в 1992 г. Такое же снижение изготовления двигателей типа РД-107 и РД-108 наблюдалось и в ОАО "Моторостроитель" - с 260 экземпляров до 60.

В НПО Энергомаш катастрофически падал производственный потенциал: количество основных производственных рабочих за 6 лет - с 1988 по 1994 г. - сократилось вдвое, количество специалистов - на 30 %. Основные причины увольнения рабочих и специалистов:

- низкая зарплата;
- задержка выплаты зарплаты;
- отсутствие уверенности в получении нового госзаказа.

Отсутствие средств на развитие производства и обновление технологического оборудования вело к деградации производства.

Еще более сложной проблемой стало обеспечение сохранения в рабочем состоянии стендового хозяйства на заводах, осуществляющих производство ЖРД. Дорогостоящие уникальные стенды являются национальным достоянием в области высоких технологий и по своему техническому предназначению не могут быть конверсированы. При прекращении или резком сокращении изготовления двигателей требовалось целевое государственное финансиро-

вание для сохранения стендов, т.к. их потеря привела бы к полному прекращению производства ЖРД в России.

В то же время во многих странах мира проводились работы по созданию новых или модернизации находящихся в эксплуатации космических ракет и ракетных двигателей:

- в США разрабатывалась программа создания одноразовой космической ракеты нового поколения (EELV). Для участия в этой программе был объявлен конкурс среди американских аэрокосмических фирм. Одной из ракет, представленных на конкурсе фирмой "Дженерал Дайнемикс" (позднее - "Локхид Мартин"), была кислородно-керосиновая ракета "Атлас" с модернизированным двигателем первой ступени;
- во Франции велась разработка нового кислородно-водородного ЖРД "Вулкан" для первой ступени новой ракеты тяжелого класса "Ариан-5";
- в Японии создавались кислородно-водородные ЖРД LE-7 и LE-5 для первой и второй ступеней новой тяжелой ракеты H-2.

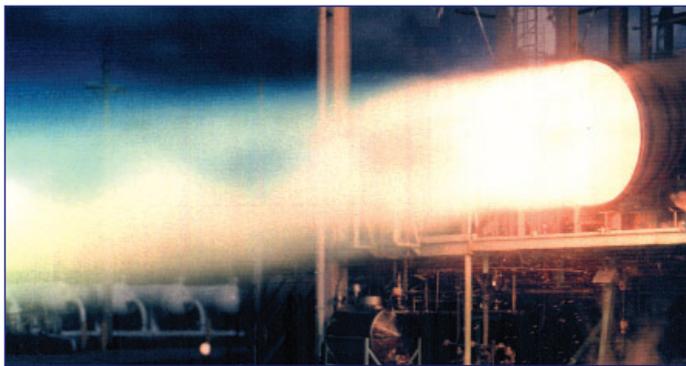
Над созданием новых ракет и двигателей работали Китай, Индия, Корея и другие страны.

К этому времени существовавшее в XX веке соревнование между СССР и США за приоритеты в освоении космоса видоизменилось в конкуренцию на мировом рынке космических услуг между крупнейшими аэрокосмическими фирмами за коммерческие запущенные космические аппараты (КА). Ведущие во всех странах, обладающих ракетно-космическим потенциалом, работы были направлены на создание конкурентоспособных ракетных носителей для участия в борьбе за оказание космических услуг. Россия к этому времени уже обладала парком ракет, пригодных для конкурентной борьбы на рынке космических услуг: "Союз", "Протон", "Энергия", и целым рядом военных ракет, которые могли быть приспособлены для запуска космических аппаратов коммерческого назначения.

В этой обстановке российским предприятиям для выхода на мировой рынок космических услуг требовалось решение ряда политических, экономических, правовых и дипломатических вопросов. Начинать же нужно было с внутренней перестройки предприятия, в первую очередь, с организации ведения работ в отсутствие плановой загрузки предприятия госзаказом по основной тематике. В этих условиях в НПО Энергомаш был предпринят ряд неординарных мер, основными из которых стала разработка плана перспективного развития в новых социально-экономических условиях и новая маркетинговая стратегия для выхода из экономического кризиса.



	РД-170	РД-180	РД-191	РД-120	РД-120К
Ступень ракеты	1	1	1	2	1
Тяга, тс на земле/в пустоте	740/806	390/424	196/212	-/85	80/86,7
Уд. импульс тяги, сек на земле/в пустоте	309/337	311/338	309/337	-/350	304/330
Давление в камере сгорания, атм.	250	272	263	166	180
Вес, кг	9750	5400	2200	1125	1080



Поиски путей стратегического развития

Первой попыткой видоизменения тематики предприятия были конверсионные работы. Начались они еще в 80-е годы по поручению МОМ СССР, а затем продолжились в инициативном порядке. В течение нескольких лет в ОКБ разрабатывались, а на заводе выпускались молочные, а затем масляные сепараторы, тестомешалки, тестоокруглители, катамараны, снежокаты, тепловые модули и другие товары народного потребления. Наибольшие успехи были достигнуты в разработке сепаратора-сливкоотделителя производительностью 25 тонн молока в час и многопрофильной газовой горелки с программным управлением. Оба агрегата по своим эксплуатационным характеристикам превосходили аналогичные зарубежные образцы, но отсутствие средств на их приобретение у потенциальных отечественных потребителей привело к свертыванию их производства. А для выхода с этой продукцией на давно сложившийся международный рынок в условиях конкуренции у НПО Энергомаш не было средств.

В результате проведенного анализа состояния предприятия с помощью как внутреннего, так и внешнего аудита, изучения состояния международного рынка по ракетным двигателям, не имея финансово-экономической поддержки со стороны государства и не ожидая в ближайшей перспективе государственных заказов на разработку новых ЖРД, НПО Энергомаш с разрешения президента и правительства РФ вышло на международный рынок ракетно-космической техники со своим товаром - мощными жидкостными ракетными двигателями для космических ракет.

Первые переговоры велись с французской фирмой SEP - основным разработчиком нового кислородно-водородного ЖРД "Вулкан" для новой ракеты "Ариан-5". В результате был заключен ряд контрактов на разработку и изготовление отдельных элементов двигателя. С финансовой стороны эти контракты были малозначительны, но дали возможность приобрести отсутствующий опыт работы с иностранным заказчиком.

Более продуктивными оказались переговоры с американской фирмой "Пратт-Уитни", участвующей в конкурсе на разработку нового кислородно-керосинового двигателя для модернизируемой ракеты "Атлас". Эти переговоры и умело проведенный маркетинг обеспечили заключение в октябре 1992 г. соглашения с американской компанией "Юнайтед Технолоджиз" о совместном маркетинге и продаже кислородно-керосиновых двигателей типа РД-170 на территории США. В развитие этого контракта в 1995 г. НПО Энергомаш совместно с американской компанией "Пратт-Уитни" приняли участие в объявленном американской компанией "Локхид Мартин" конкурсе на замену двигателя первой ступени модернизируемой космической ракеты "Атлас", предложив проект двигателя РД-180 - двухкамерную производную от двигателя РД-170. Международный авторитет двигателестроительной школы В.П. Глушко, признанный уровень разработок НПО Энергомаш и высокие энерго-эксплуатационные характеристики двигателя РД-180 позволили успешно конкурировать с американскими фирмами "Аэроджет" и "Рокетдайн".

Предложенный НПО Энергомаш при поддержке "Пратт-Уитни" двигатель РД180 по своим характеристикам и возможностям его изготовления в России с минимальной технологической подготовкой производства оказался самым привлекатель-

ным среди представленных на конкурс американских ЖРД и российского двигателя НК-33.

Разработка двигателя РД-180 для ракет "Атлас"

В 1996 г. НПО Энергомаш получило от "Локхид Мартин" техническое задание и приступило к созданию двигателя РД-180. Работы по изготовлению, продаже и летной эксплуатации РД-180 ведутся при посредничестве созданного в 1997 г. на паритетных началах НПО Энергомаш и "Пратт-Уитни" совместного предприятия РД АМРОСС.

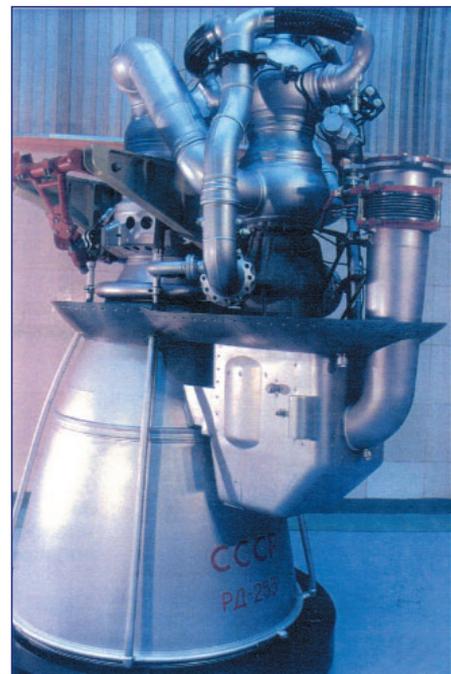
Первый товарный двигатель РД-180 был поставлен в США в январе 1999 г., в настоящее время поставлено 39 двигателей из объявленного компанией "Локхид Мартин" обязательства довести суммарную закупку до 101 двигателя. В составе ракет "Атлас-3" и "Атлас-5" успешно отработали 15 двигателей.

Внешнеэкономическая деятельность НПО Энергомаш является источником поступления в Россию валюты за поставки наукоемкой продукции - двигателей РД-180, а также сохраняет рабочие места как в самом НПО Энергомаш, так и у смежников на заводах в Москве, Санкт-Петербурге, Омске, Пензе, Самаре, Королеве, Саратове и городах, где расположены металлургические заводы.

Новые экономические условия диктуют и новые требования к созданию двигателей: обеспечение заданных характеристик при использовании минимального количества экземпляров доводочных двигателей и ограниченном количестве стендовых огневых испытаний. НПО Энергомаш приняло и этот вызов времени и провело отработку двигателя РД-180 для РН "Атлас-3" на 10 экземплярах двигателя в процессе 90 огневых испытаний, включая 14 сертификационных испытаний. А когда компании "Локхид Мартин" для более мощной ракеты "Атлас-5" потребовался двигатель с измененными характеристиками, НПО Энергомаш предложило создать унифицированный двигатель для его использования как в РН "Атлас-3", так и "Атлас-5". Такой двигатель, сохранивший свое первоначальное обозначение РД-180, был отработан на 9 экземплярах доводочных двигателей и 44 огневых испытаниях на стенде, включая сертификационные испытания.

В представленном на конкурс в 1996 г. проекте двигатель РД-180 был примерно на 75 % унифицирован с двигателем РД-170: полностью были заимствованы камеры, газогенератор, ряд агрегатов автоматики и большинство элементов общей сборки. Изменениям подверглись ТНА, регулирующие органы, основные агрегаты автоматики в связи с уменьшением тяги почти вдвое и, соответственно, расходов компонентов топлива. Напомним, что при отработке двигателя РД-170 наиболее трудоемкой и длительной оказалась доводка насоса окислителя и турбины. При выпуске чертежей на измененные агрегаты использовались все найденные при доводке двигателя РД-170 конструкторские решения, что и обеспечило работоспособность ТНА двигателя РД-180. Но изменением конструкции только вышеуказанных агрегатов ограничиться не удалось. В процессе доводочных работ в ряд заимствованных агрегатов также были внесены изменения для обеспечения требований технического задания компании "Локхид Мартин".

Отработка характеристик двигате-



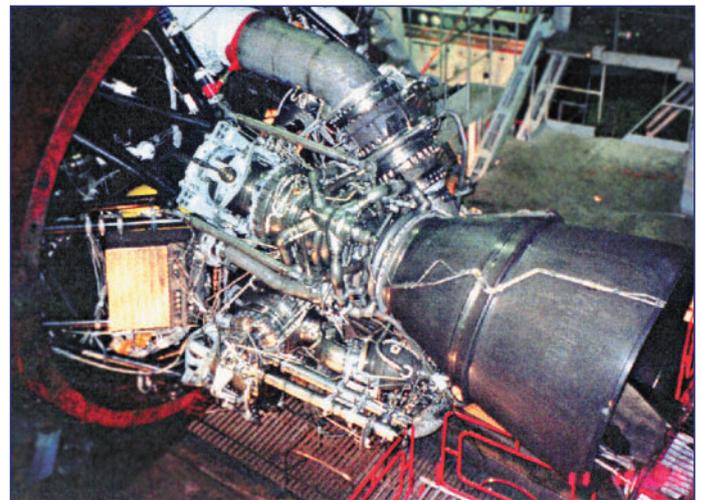
ля РД-180 для серии РН "Атлас" привела к введению отличий от исходной конструкции двигателя РД-170 как по пневмогидравлической схеме, из которой исключалось несколько агрегатов, так и в конструкции ряда узлов и агрегатов двигателя. В сегодняшнем исполнении двигатель РД-180 по схемному решению и конструкции его элементов существенно отличается от своего прототипа РД-170.

Успешная работа модернизированного двигателя РД-180 послужила основанием для переосмысливания конструкторских решений двигателя РД-171. Сработала обратная связь, и после внедрения в двигатель РД-171 аналогичных изменений и ряда других усовершенствований двигатель получил обозначение РД-171М. Такой двигатель используется в украинской РН "Зенит-3SL" по программе международного сотрудничества "Морской старт" и планируется к использованию в новой международной программе "Наземный старт".

С целью расширения рынка использования РН "Атлас-5" компания "Локхид Мартин" заключила контракт на выведение на космические орбиты объектов по программе правительства США. Поскольку по установленным правительством США правилам такие средства выведения должны изготавливаться только на территории США, НПО Энергомаш получило разрешение президента РФ передать в установленном законодательством порядке предприятию РД АМРОСС лицензию на организацию в США параллельного производства двигателей РД-180 для использования их в осуществлении правительственных космических программ. Все РН "Атлас", используемые для коммерческих пусков, оснащаются двигателями российского производства.

Двухсторонними документами оговорено право использования РД-180 без ограничений для нужд Российской Федерации по прямым договорам с ОАО "НПО Энергомаш".

Для защиты российских технологий Роскосмос по поручению правительства России подписал с компанией "Юнайтед Технолоджиз" соглашение "О мерах по предотвращению несанкционированного использования ракетного двигателя РД-180 в США". Дополнительно к этому соглашению подписан трехсторонний (НПО Энергомаш, "Прайт-Уитни" и РД АМРОСС) "План охраны технологий", регламентирующий мероприятия и процедуры по защите от несанкционированного использования передаваемых в США технологий изготовления РД-180. Кроме того, все ключевые на сегодня конструкторские и технологические решения по кислород-



но-керосиновым двигателям нового поколения (РД-170, РД-171, РД-120, РД-180, РД-191) защищены патентами в России, в США и Европе.



Реорганизация структуры НПО Энергомаш для работы с иностранным заказчиком

Выход на международный рынок космической техники потребовал от НПО Энергомаш организации нескольких новых служб и подразделений, а также изменения функций ранее существовавших. Основной из вновь организованных структур стала служба внешнеэкономической деятельности (ВЭД), объединившая ряд подразделений, занимающихся таможенной, переводческой, контрактной, лицензионной деятельностью. На предприятии организованы служба стратегического развития и высококвалифицированное юридическое подразделение.

Существенные изменения были внесены в работу службы контроля качества выпускаемой продукции, внедрены международные стандарты, регулярно проводится аудит, существенно усовершенствована экономическая, финансовая и бухгалтерская деятельность. Планово-экономические подразделения используют опыт зарубежных фирм в вопросах ценообразования при составлении контрактов, служба безопасности работает на международном уровне по вопросам контроля нераспространения данных, по допуску с ознакомлением с документами, по взаимным контактам с иностранцами. Патентная служба обеспечивает защиту ключевых конструкторских и технологических изобретений патентами, зарегистрированными в США и в Европе.

Работа всех указанных подразделений, а также конструкторов и испытателей поднялась на качественно новый уровень благодаря широкому внедрению персональных компьютеров.

Хорошей проверкой умения профессионально работать для сотрудников ВЭД стала разработка и оформление лицензионного соглашения между НПО Энергомаш и РД АМРОСС о передаче технической документации для производства двигателей РД-180 в США. На основании решения Минобороны РФ и Росавиакосмоса НПО Энергомаш получило лицензию от Минэкономразвития и торговли на передачу технической документации РД АМРОСС.

Работа по контрактам с иностранными заказчиками оказала влияние практически на все подразделения НПО Энергомаш, а полученная оплата за выполненные работы позволила осуществить следующее:

- сохранить научно-технический потенциал предприятия и квалифицированные кадры;

- при американском возвратном финансировании разработать новый двигатель РД-180, который по условиям контракта без ограничений может быть использован в Российской федеральной космической программе;

- приобрести опыт работы с зарубежными заказчиками ракетной техники, а также опыт применения международных стандартов по обеспечению качества и надежности выпускаемой продукции, получить опыт оформления технической, финансовой и т.п. документации по международным нормам;

- вложить средства в модернизацию и компьютеризацию производства, а также в развитие инфраструктуры предприятия;

- обеспечить работникам предприятия стабильную заработную плату;

- для стимулирования научной деятельности ввести доплату за научные степени работникам НПО Энергомаш;

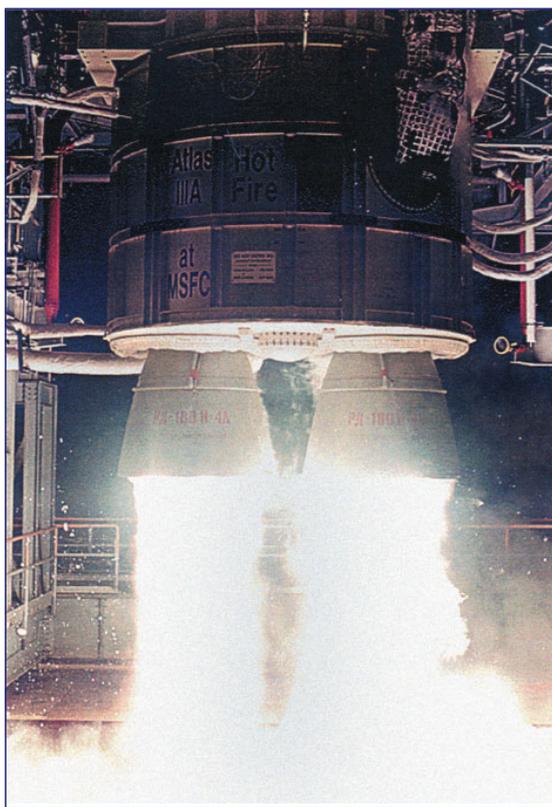
- обеспечить медицинское страхование персонала НПО Энергомаш.

Таким образом, НПО Энергомаш в сегодняшнем состоянии способно производить в необходимых количествах двигатели РД-180 для РН "Атлас" и РД-171М для РН "Зенит-3SL", а также вести в соответствии с планами экспериментальной отработки изготовление и доводочные испытания двигателей РД-191 для отечественной РН "Ангара". В инициативном порядке ведется разработка проектов ЖРД по новым схемам.

Дальнейшие разработки новых ЖРД зависят, в основном, от международной деятельности в области космической техники.

Развитие международного рынка ракетных двигателей

В настоящее время НПО Энергомаш располагает следующим рядом надежных и высокоэффективных кислородно-керосиновых двигателей для первых ступеней космических ракет: РД-120К - номинальная тяга на уровне Земли 73 тс, РД-191 - 196 тс,



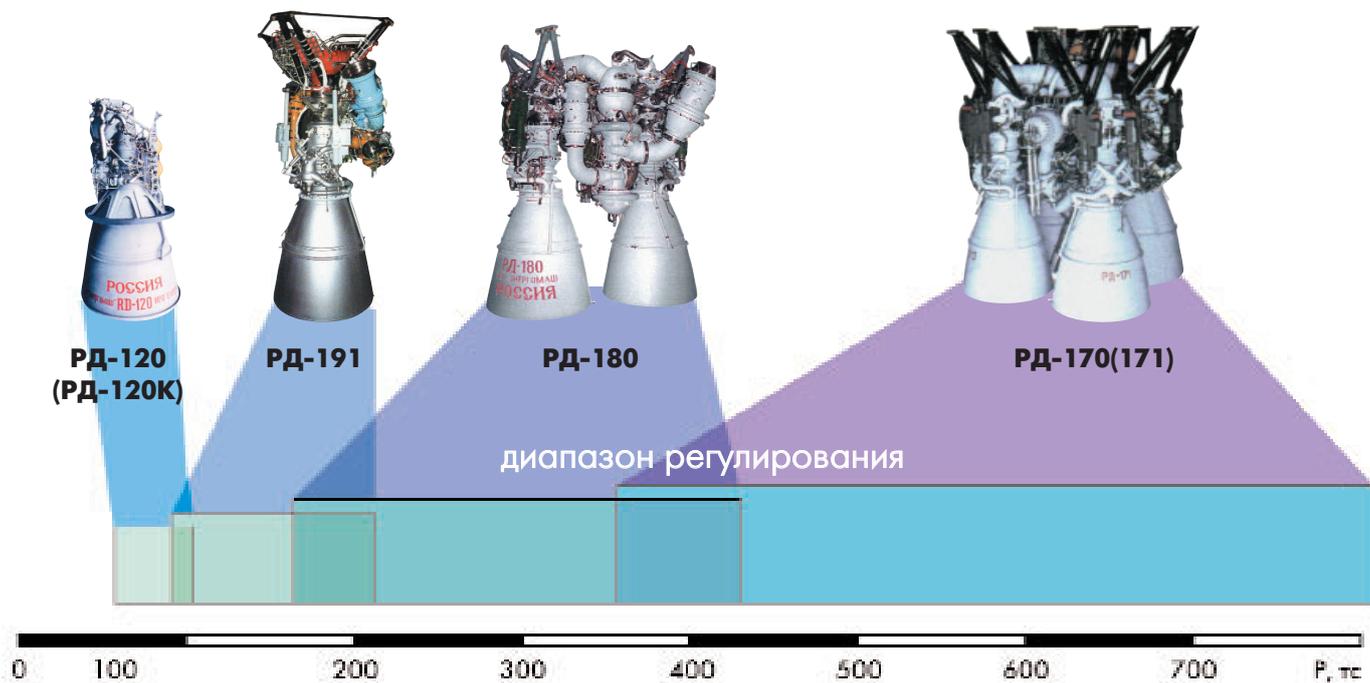
РД-180 - 390 тс, РД-171М - 740 тс. С учетом диапазона регулирования этих двигателей по тяге от 40 % до 105 %, подтвержденного работой двигателей при стендовых испытаниях и при эксплуатации в составе ракет, практически перекрыт диапазон тяг от 60 до 810 тс.

Указанный диапазон тяг перекрывает для обозримого будущего любые потребности для кислородно-керосиновых ракет. В случае проявления доброй воли на международном уровне экономически целесообразным представляется использование перечисленных двигателей или их модификаций в амбициозных программах США, Европы, Индии, Бразилии, Кореи. Опыт реализации таких планов в различных странах показал, что оптимальным как по экономическим затратам, так и по длительности разработки космической техники является создание международной кооперации, взаимовыгодной для ее участников. Примером успешного международного сотрудничества в сфере космической техники является совместная работа НПО Энергомаш и американских компаний "Пратт-Уитни" и "Локхид Мартин", позволившая через четыре года после выдачи в 1996 г. технического задания на разработку двигателя РД-180, в мае 2000 г. осуществить первый коммерческий пуск РН "Атлас-3" с космическим аппаратом.

Имеются и другие примеры успешного международного сотрудничества. Так, в течение ряда лет НПО Энергомаш по контрактам с французской фирмой SEP выполняло работы применительно к РН "Ариан", продолжается изготовление двигателей РД-171М для РН "Зенит-3SL", используемых в международной программе "Морской старт", в которой участвуют фирмы США, Норвегии, Украины и России.

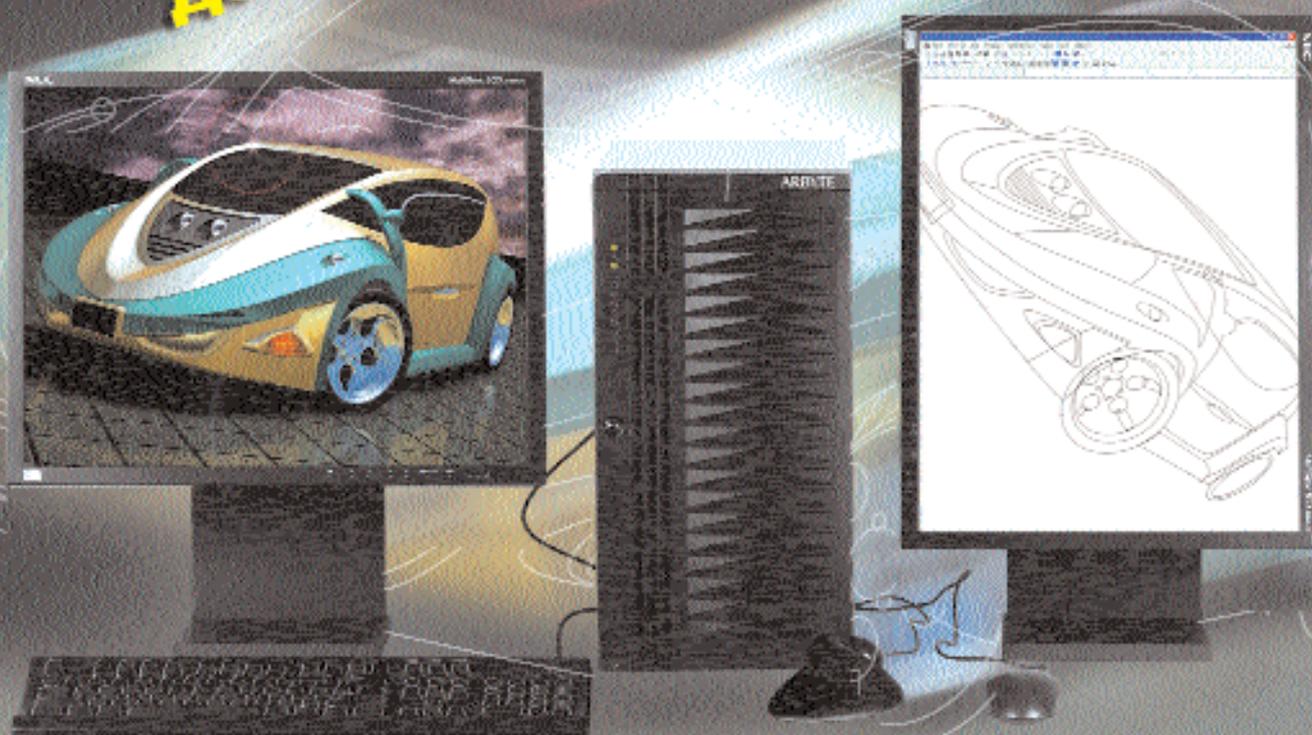
ОАО "НПО Энергомаш имени академика В.П. Глушко" открыто для международного сотрудничества и готово представить свои надежные двигатели, работающие на экологически чистом топливе, для оснащения новых космических ракет.

□



**Экономия
рабочего
времени
до 49%***

**ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО
НИЗКИЙ УРОВЕНЬ
ШУМА (менее 35дБА)**



Товар сертифицирован.

Исключительная производительность для высокопроизводительных вычислительных CAD систем

Графические станции ARBYTE® CADStation оптимизированы под приложения САПР ведущих производителей ПО: **UGS, Autodesk, Dassault Systemes, PTC, АСКОН.**



Графические рабочие станции ARBYTE® CADStation на базе процессоров Intel® Xeon™ – выдающееся соотношение цена/производительность для решений в области высокопроизводительных вычислительных систем.

* В сравнении с неоптимизированным ПК аналогичной конфигурации. По методике, опубликованной в журнале "САПР и графика" №11 2004, №3 2005.

ARBYTE

Москва ARBYTE
(495) - 725-8008
www.arbyte.ru

Альметьевск	Белгород	Менск	Белгород
(8253) 21-87-71	(4733) 21-87-71	Набережные	(017) 334-03-51
Благовещенск	Ск Групп	Челяск	Белгород
(4162) 37-22-22	(495) 88-88-88	Новосибирск	(8532) 33-83-25
Владивосток	Экс-проект офисно	Новосибирск	СолТайм
(9000) 88-88-88	MOG255	Новосибирск	(0219) 18-82-82
Долгопрудный	(8442) 27-75-75	Новосибирск	Арбайт Компьютеры Сибирь
Воронеж	Костель-Офис	Новосибирск	(8802) 12-87-79
(4732) 71-84-79	Долгопрудный	Оренбург	Белгород Компьютеры
Екатеринбург	(410) 815-85-77	Орск	(3532) 70-93-61
Калуга	Плюс Плюс	Орск	Контакт Плюс
(8842) 55-45-55	(8842) 55-45-55	Самара	(8337) 25-05-05
Казань	Спектр	Самара	Самара Плюс
(8432) 92-10-86	БИТ	Самара	(812) 288-17-76
Киров	(3322) 61-61-10	Самара	Калининск
Кострома	Стел	Самара	(8812) 55-50-32
(4042) 54-15-35	Куб	Улан-Удэ	ИИД г. Улан-Удэ
Курск	(4712) 88-14-86	Уфа	(9172) 43-82-26
Липецк	Регард-Тур Электроникс	Уфа	Белгород
(3742) 22-05-55	(3742) 22-05-55	Уфа	(3472) 25-37-77
		Уфа	Копер-Сервис
		Уфа	(8552) 74-11-00



© 2006 Intel Corporation. Intel, Xeon, Inside, Intel Xeon Inside, Intel Xeon Inside logo являются товарными знаками, либо зарегистрированными товарными знаками, права на которые принадлежат корпорации Intel или ее подразделениям на территории США и других стран.



СОВЕТСКИЕ АВИАЦИОННЫЕ СПЕЦИАЛИСТЫ В ПОСЛЕВОЕННОЙ ГЕРМАНИИ

Сергей Викторович Кувшинов,

директор Института новых образовательных технологий РГГУ, к.т.н.

По известным причинам жизнь и работа советских специалистов в Германии и немецких специалистов в СССР в период 1945-1954 гг. скрывалась и замалчивалась. Изредка появлялись публикации на эту тему в Германии, но в России - только в конце 1990-х годов. Во многих журнальных и газетных статьях по сведениям отрывочного характера авторы пытались дать описание самолетов, двигателей, приборов, над которыми работали немецкие специалисты в Германии и в СССР, испытания которых проводились в 1946-1954 гг.

Для понимания политики СССР в области послевоенного развития оборонной техники, в частности, авиации, а также для раскрытия внутренней логики тех организационных мероприятий, которые проводила Советская Военная Администрация (СВА) по заимствованию научно-технического опыта побежденной Германии, обратимся к документам и цифрам.

В 1945 г. на территории, занятой советскими войсками, специальными органами проводилась работа по выявлению предприятий военного назначения, продукция и оборудование которых могло быть использовано в СССР. Только на территории Германии было выявлено и обследовано около 600 немецких предприятий и их филиалов, которые занимались производством самолетов, авиамоторов, авиационных приборов или их агрегатов и деталей.

Основные и наиболее мощные предприятия и их филиалы принадлежали к следующим ведущим авиационным фирмам: самолетостроительным: "Юнкерс", "Арадо", "Фокке-Вульф", "Хейнкель", "Эрла", "Хеншель", "Зибель", "АТГ", "Дорнье"; моторостроительным: "Юнкерс", "БМВ", "Даймлер-Бенц", "Бюссинг", "Хирт", "Аргус"; приборостроительным: "АЕГ", "Сименс-Шуккерт", "Аскания", "Опта-Радио", "Сименс-Гальске", "Фузс", "Цейс", "Бош". Таким образом, около половины мощности всех авиационных предприятий, находящихся на советской зоне, принадлежало крупным немецким предприятиям и их филиалам.

Самым большим достижением Германии являлось создание и освоение в производстве образцов реактивной техники, аналоги которой отсутствовали в большинстве других стран мира. Среди них необходимо назвать: реактивные самолеты (истребители, штурмовики, бомбардировщики), реактивные газотурбинные двигатели, жидкостные реактивные двигатели, управляемые по радио и неуправляемые реактивные снаряды дальнего действия, самолеты-снаряды, управляемые по радио с самолетов реактивные планирующие бомбы, зенитные реактивные снаряды и многое другое.

Внедрение реактивной техники в авиации, флоте и артиллерии проводилось в Германии в широких масштабах, немцы в этой области имели серьезные успехи и предопределили развитие авиации и ракетной техники на несколько десятилетий вперед.

В СССР изучение германской военной техники проводилось как в довоенное время, так и на протяжении всей войны, но осознание достижений, масштабов проведенных исследований и, самое главное, освоение в серийном производстве некоторых образцов реактивной техники привело советское командование к необходимости организации в 1945 г. Особым Комитетом при ГОКО специальной комиссии по изучению

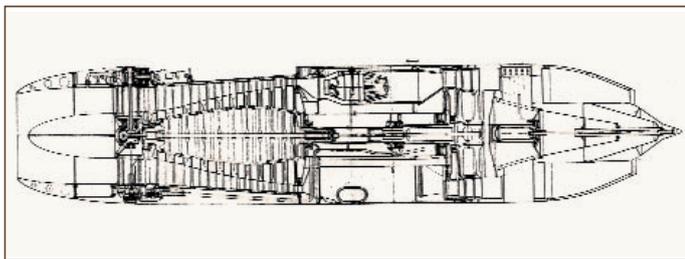
и освоению немецкой реактивной техники. В состав комиссии вошли руководители наркоматов и ведомств А.И. Шахурин, П.В. Дементьев, Н.Н. Воронов, Н.Д. Яковлев, Л.М. Гайдуков, П.П. Горемыкин, Д.Ф. Устинов, Г.Г. Кабанов, М.Г. Первухин, И.И. Носенко, П.И. Паршин, А.К. Репин, А.И. Берг.

С организацией упомянутой комиссии связывают начало первого этапа освоения "трофейных" немецких технологий в СССР. В Германию были посланы несколько групп ведущих советских специалистов, таких как профессор А.М. Бочвар, профессор Мартынов, доктор Шаров, С.П. Королев, В.П. Мишин, Ю.Н. Победоносцев и многих других, ставших впоследствии известными учеными и руководителями. Задачами указанных групп являлись: выявление и учет крупных германских научно-технических сил; подробное ознакомление с направлением деятельности предприятий в довоенный и военный периоды и организации в них работ по тематике, представляющей интерес для институтов и опытных конструкторских бюро министерства авиационной промышленности; оценка состояния экспериментальной, лабораторной и промышленной баз; поиск технической документации и натуральных образцов техники и, наконец, путем допросов и опросов немецких специалистов, - составление списка высококвалифицированных кадров, оставшихся на территории, занятой советскими войсками.

К этой работе было привлечено большое количество и немецких специалистов. В их число входили такие известные ученые: доктор технических наук Альфред Шайбе - главный конструктор воздушно-реактивных двигателей фирмы "Юнкерс", работавший с 1928 г. и имевший ранее несколько ключевых патентов; инженер Манфред Герлах - главный конструктор и начальник опытно-экспериментальной базы авиационного

дизелестроения фирмы "Юнкерс", работавший в этой области с 1926 г.; инженер Брунольф Бааде - главный конструктор реактивных самолетов фирмы "Юнкерс", работавший в данной сфере с 1936 г.; инженер Фриц Фрайтаг - крупный специалист, аэродинамик и заместитель главного конструктора по самолетам фирмы "Юнкерс", автор проекта аэродинамической трубы звуковых скоростей. Каждому из привлеченных немецких специалистов было предложено составить отчет или доклад о прошлой деятельности организации, в которой он прежде работал, и своей личной деятельности, как научного специалиста. Кроме этого давались отдельные теоретические задания по авиационной науке и технике. После ознакомления с этими материалами советскими специалистами ставились новые конкретные тематические задания, в развитие которых немецкие специалисты давали новые материалы. Среди докладов последних следует отметить: "О деятельности института механики полета в 1941-1945 гг." - доктор Гекке; "Об автоматическом регулировании и перспективах его развития" - доктор Гернер; "О работе института бортовых приборов и аэронавигации в 1941-45 гг." - дипломированный инженер Гоппе; "Работы института аэродинамики "Дефауль" - доктор Дейч; "Развитие воздушной торпеды с держателем и без него" - доктор Ланге и другие.





Полученные отчеты с заключением советских экспертов направлялись в министерство авиапромышленности или соответствующие институты для более глубокого их изучения и применения в своей практической работе. Всего немецкими специалистами по заданиям МАПА в 1945-46 гг. было выполнено свыше 160 работ.

Начиная с 1945 года, в адрес СВА в Германии на протяжении трех-четырех лет поступали письма от немецких специалистов с конкретными предложениями о сотрудничестве типа: *"...я нахожусь в любое время в распоряжении русских военных властей, поскольку "Наттер" представляет собой интерес, я предлагаю дать возможность собрать всех бывших сотрудников путем личного посещения их, и этим самым собрать письменные материалы и чертежи. Будет ли успех, в данное время не могу обещать. Также повторяю, что я не хочу приобрести этим путем источник дешевой и легкой наживы - я много раз готов объяснить, как это уже делал одному из политруководителей - майору из местной комендатуры. Моя временно плохая обстановка не должна играть никакой роли при этом. ... Как старый член коммунистической партии, желая создать государству всех трудящихся это огромное техническое преимущество перед капиталистическими странами и передать исследовательским организациям мои исследования, я обращаюсь к СВА, так как сам, к сожалению, принадлежу не к русской зоне..."* и далее следуют технические сведения о методах борьбы с атомной бомбардировкой. Подобных примеров можно привести множество.

Наиболее крупные немецкие специалисты выполняли работы за весьма солидное вознаграждение и выделение дополнительных продуктовых пайков. Советская администрация не успевала делать экспертные заключения о тех или иных предложениях, для этого требовались собственные квалифицированные кадры, которых в Германию командировали по особым распоряжениям, но их не хватало. В результате, многие известные немецкие специалисты, проживавшие в советской зоне, остались без внимания и предложили свои услуги другим военным миссиям. Например, доктор Борнеман, профессор Курт Танк, доктор Коине и другие.

Высокий профессиональный уровень немецких специалистов позволял им получить работу по заданиям СВА в Германии и не по своей основной специальности - крупнейший специалист по экспериментальной аэродинамике доктор Ланге работал в группе Министерства автомобильной промышленности, а один из старейших конструкторов гидросамолетов Германии доктор Духензе занимался строительством жилых домов.

При относительной лояльности немецких специалистов к СВА весьма сильным было и отторжение. При анализе архивных фондов нам удалось найти документы, свидетельствующие о фактах неподчинения властям отдельных специалистов. Например, Вальтер Маттос - специалист высокого уровня завода "Юнкерс", директор авиамоторного завода в городе Таух, под руководством которого в 1944 г. производился монтаж и испытания двигателя для истребителя Me-262, 26 мая 1946 г. был арестован и осужден за саботаж (вместе с пятью другими специалистами) во время демонтажа завода и сокрытие от советской администрации 27 металлообрабатывающих станков. Подобные факты не были редкостью. Таким образом, можно однозначно судить о том, что отношение немецких специалистов к советской военной администрации не было откровенно враждебным; в то же время, нейтральным или доброжелательным его назвать нельзя. В тяжелейших условиях войны люди искали возможность выжить, пытались находить компромиссы, исходя из здравого смысла и возможных перспектив налаживания мирной жизни, которая определенно должна была быть связана с политикой советского государства.

На основании сведений самого разного характера, в том числе и многочисленных аналитических отчетов, советской военной администрацией создавалась картина промышленного и научного потенциала Германии и, самое главное, формировались конкретные мероприятия по заимствованию ее научно-технических ресурсов.

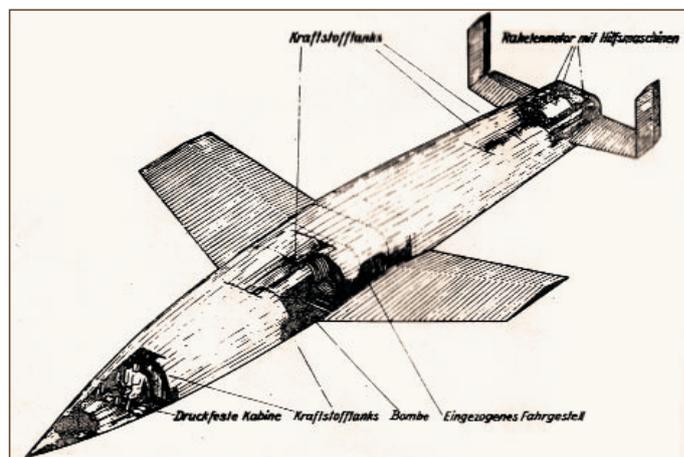
Одновременно с этим объединенными группами специалистов были приняты меры к восстановлению на территории Германии экспериментальных, производственных баз и конструкторских бюро, которые менее всего пострадали от разрушений.

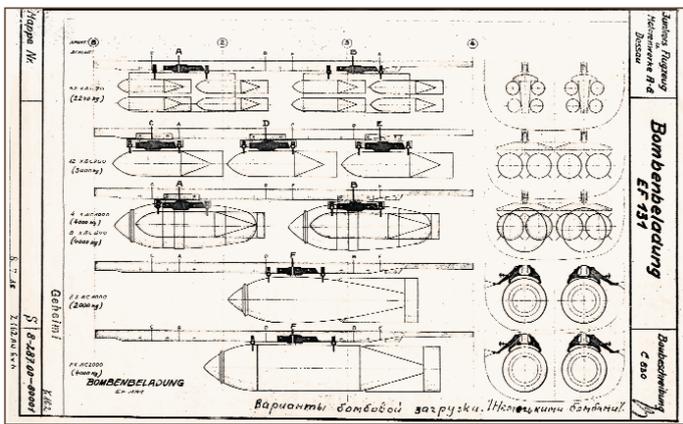
Группы советских специалистов были направлены, в первую очередь, в центры научно-исследовательских и конструкторских работ Германии в зоне советской оккупации в города: Берлин, Дессау, Галле, Лейпциг, Узенбург и Ростов.

Главными авиационными научно-исследовательскими центрами в этих городах являлись следующие организации: в Берлине - Научно-исследовательский институт авиационных проблем "Дефауэл" и Всегерманский институт испытания материалов; в Дессау - Опытный центр фирмы "Юнкерс" по самолетам, моторам и винтам, аппаратуре непосредственного впрыска; в Галле - Опытный завод авиационной фирмы "Зибель"; в Лейпциге - институты Лейпцигского университета, завод "Лангбейн-Пофангаузер" и завод "Зюд И.Г. Фарбениндустри"; в Узенбурге - Опытный центр по воздушно-реактивным двигателям фирмы "БМВ" (ранее находившийся в Берлине-Шпандау); в Ростове - Опытный центр фирмы "Хейнкель".

На основании анализа полученной от групп информации комиссией в июле 1945 г. был подготовлен "Доклад о мероприятиях по изучению и освоению немецкой реактивной техники". На основании материалов доклада вскоре вышло постановление Государственного Комитета Обороны о вышеотмеченных мероприятиях.

План мероприятий имел большую масштабность и важность для дальнейшего развития советской научно-промышленной базы. В первую очередь наркомавиапром в лице его начальников - А.И. Шахурина и П.В. Деметьева, начальников институтов, главных конструкторов и директоров заводов обязывали провести работы по изучению и освоению немецких газотурбинных и жидкостно-реактивных двигателей, реактивных самолетов и самолетов-снарядов. Начальнику НИИ-1 НКАП Я.Л. Бибикову и его заместителю В.Ф. Болховитинову ставились задачи - обеспечить изучение и освоение немецких жидкостно-реактивных двигателей (ЖРД) типа "Вальтер", "БМВ" и двигателей, служащих ускорителями для взлета самолетов; изучить топлива и окислители. Особым вниманием были отмечены работы по изучению истребителя Me-163 с ЖРД "Вальтер". Так как из немецких научно-исследовательских институтов и конструкторских бюро было получено много документации исследовательского, поискового характера, то начальники ЦАГИ, ЦИАМ и ВИАМ должны были обеспечить комплексное изучение данных материалов и представить соответствующие рекомендации. В СССР были перевезены работоспособные образцы летательных аппаратов, поэтому в ЛИИ должны были быть развернуты испытания и исследования в полете полученных образцов самолетов. Подобная процедура предусматривалась и в области двигателей; главные конструкторы авиамоторных заводов № 26





и № 16 должны были на своих предприятиях изучить, скопировать и организовать серийное производство немецких турбореактивных двигателей (ТРД) "ЮМО-004" и "БМВ-003", соответственно.

Налаживание в серийном производстве немецких двигателей естественным образом требовало и соответствующий планер самолета, на который они должны были быть установлены. В решении этого вопроса возникло некоторое замешательство, так как существовало две позиции: одна - копировать немецкие самолеты Мессершмитта, Юнкерса и других конструкторов, и вторая - разрабатывать и строить свои. Главные конструкторы самолетостроительных заводов, в первую очередь А.С. Яковлев, А.И. Микоян и С.А. Лавочкин смогли убедить государственных руководителей в "порочности" первого направления, в результате чего им были даны задания: главному конструктору А.С. Яковлеву - спроектировать и построить собственный реактивный самолет-истребитель, но с использованием немецкого реактивного двигателя "ЮМО-004"; главному конструктору А.И. Микояну - спроектировать и построить двухмоторный истребитель с двигателем "БМВ-003"; главному конструктору С.А. Лавочкину - создать реактивный истребитель с двигателем "ЮМО-004". Одновременно и главному конструктору В.Н. Челомею давалось задание - построить и довести самолет-снаряд по типу немецкого аппарата ФАУ-1, применявшегося немцами против англичан. Работы, связанные с изучением и освоением управляемых и неуправляемых реактивных снарядов средней и большой дальности и зенитных реактивных снарядов, реактивных снарядов дальнего действия - ФАУ-2, пороховых и жидкостных реактивных двигателей для реактивных снарядов были поручены наркому боеприпасов Б.Л. Ванникову.

Для практической реализации этого не менее сложного задания необходимо было:

- создать научно-исследовательский институт реактивной техники, в котором сосредоточить изучение всех вопросов, связанных с управляемыми и неуправляемыми реактивными снарядами и двигателями для них;
- создать научно-исследовательский институт - полигон по реактивным снарядам, в котором сосредоточить все материалы и оборудование, вывозимые из германского научно-исследовательского Центра реактивной техники - Пеенемюнде;
- организовать центральное конструкторское бюро по разработке реактивных снарядов средней и большой дальности до 100 км и зенитных реактивных снарядов с пороховыми реактивными двигателями;
- организовать центральное конструкторское бюро по разработке управляемых по радио реактивных снарядов дальнего действия типа ФАУ-2 и зенитных реактивных снарядов с жидкостными реактивными двигателями, а также жидкостных реактивных двигателей для реактивных снарядов.

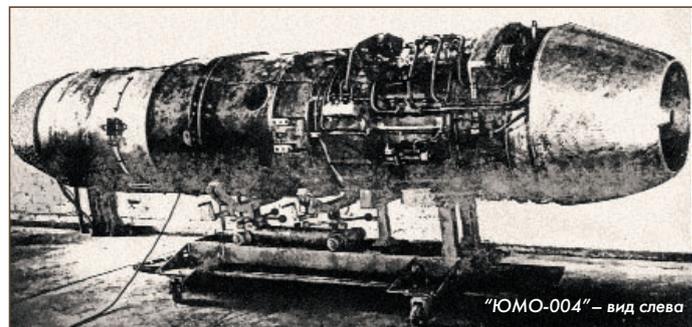
Кроме этого, следовало перевести в вышеуказанный научно-исследовательский институт и конструкторские бюро по реактивным

снарядам и реактивным двигателям для снарядов наиболее выдающихся конструкторов, инженеров и технологов промышленности боеприпасов; организовать специальное конструкторское бюро по реактивным снарядам в Пеенемюнде на базе немецкого научно-исследовательского центра реактивной техники, использовав в этом конструкторском бюро всех имеющихся немецких специалистов в этой области. Для руководства и управления всеми работами по реактивной технике, в наркомате боеприпасов было создано специальное главное управление по реактивной технике во главе с заместителем народного комиссара.

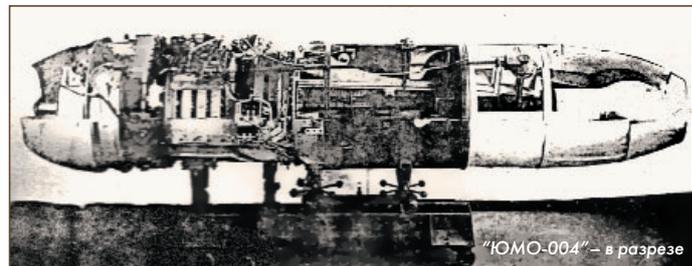
Изучение и освоение радиолокационных станций обнаружения и опознавания, наземной аппаратуры направляющего луча, радиолокационных станций определения координат цели, пульта управления, радиопередатчика, шифрующего устройства, аппаратуры приема данных снаряда, телевизионной приемной аппаратуры, радиоприемника, селекторной аппаратуры, исполнительной телемеханики, аппаратуры, передающей положение снаряда, и аппаратуры самонаведения поручалось наркомэлектропрому. Работы по изучению всех видов радиолокационного управления реактивными зенитными снарядами и снарядами дальнего действия следовало сосредоточить в НИИ-20 НКЭП, создав для этой цели специальный отдел реактивной техники; в НИИ-160 и в ВЭИ специальные лаборатории должны были проводить изучение и разработку вакуумных приборов, предназначенных для использования в составе реактивной техники; НИИ-108 поручалось изучение и освоение телевизионных приборов и радиолокационных станций для определения точных координат реактивных снарядов. Для руководства работами в наркомате электропромышленности также был создан специальный отдел по реактивной технике.

Наркомат вооружения обязывал организовать изучение и освоение: оптической аппаратуры наблюдения для всех видов управляемых по радио реактивных снарядов; оборудования стартовых площадок для зенитных реактивных снарядов и ФАУ-2; счетно-решающих приборов для наземных станций управления реактивными снарядами и радиолокационных станций точного определения координат цели. Исследования системы управления зенитными реактивными снарядами и ФАУ-2 необходимо было проводить в центральном артиллерийском конструкторском бюро под руководством В.Г. Грабина и Морском артиллерийском центральном конструкторском бюро под руководством И.И. Иванова.

(Продолжение в следующем номере).



"ЮМО-004" - вид слева



"ЮМО-004" - в разрезе

27 апреля в отеле Novotel Moscow Center состоялась церемония награждения победителей V Конкурса АСов КОМПьютерного 3D-моделирования.

Как и на прошлых конкурсах жюри учредило несколько номинаций за достижения в области трехмерного моделирования. Редакция журнала обратила внимание на по-

III место с проектом "Фильтр гармоник" занял ФГУП "Омский НИИ приборостроения" и с проектом "Станок буровой шарошечный" - ОАО "Рудгормаш".



Участники конкурса - промышленные предприятия, пользователи КОМПАС-3D. В конкурсе этого года их было 43, количество присланных проектов - 52. За пять лет свои 3D-модели представили более 130 предприятий из России, Беларуси, Украины, Казахстана и Узбекистана. Многие из них стали постоянными участниками этого популярного конкурса профессионального мастерства. Например, ООО "Велмаш-С" (Великие Луки), участвовало во всех пяти конкурсах. В числе постоянных участников - ФГУП "86 ЦКБ" МО РФ (Москва), ООО "СЭПО-ЗЭМ" (Саратов) и др.

Менеджер КОМПАС-3D Олег Зыков, выступивший ведущим церемонии, отметил: *"В этом году конкурс отличается самым широким отраслевым представительством участников. Это практически все отрасли машиностроения (транспортное, энергетическое, нефтегазовое, судостроение и многие другие). Прекрасные проекты представили и приборостроительные предприятия (сразу 8 работ!)."*

Еще одна особенность нынешнего конкурса - некоторые проекты высочайшего уровня выполнены всего одним конструктором.

Целый ряд конкурсантов совсем недавно начали использовать систему, но уже достигли впечатляющих результатов, другие предприятия являются давними заказчиками КОМПАС и к сегодняшнему дню применяют комплексные решения от АСКОН на базе ЛОЦ-МАН: РЛМ и ВЕРТИКАЛЬ. В целом, анализируя итоги пяти конкурсов, можно увидеть, какие большие шаги сделаны разработчиками КОМПАС-3D с одной стороны, и предприятиями-пользователями САПР - с другой, насколько активно цифровые технологии проектирования осваиваются нашей промышленностью!"

бедителя в номинации "Лучший проект для газовой отрасли" ООО "Самара-Авиагаз" представившей на конкурс проект "Газоперекачивающий агрегат". Мы не могли пройти мимо проекта "Яхта" ОАО Северное речное пароходство ("Архангельск"), победившей в номинации "Лучший проект в области судостроения". Отличилась компания ОАО

II место было поделено между ОАО "Электростальский завод тяжелого машиностроения" с проектом "Стан калибровочный" и ОАО "Коломенский завод" представившим проект "Тележка электровоза".

I место с небольшим отрывом было присуждено ОАО "Сарэкс" с проектом "Экскаватор-погрузчик".

Проект-победитель выделяется среди других проектов-участников сложными поверхностями кабины и салона модели экскаватора, использованием оптимальных приемов работы, проработкой на высочайшем уровне всех подвижных узлов, а также созданием фотореалистичных изображений экскаватора-погрузчика, выполненных в Библиотеке фотореалистики.

Главным призом конкурса стала мощная графическая станция, оснащенная видео-картой NVIDIA Quadro. На компьютере установлен Комплект конструктора на базе новейшей версии системы трехмерного твердотельного моделирования КОМПАС-3D V9.

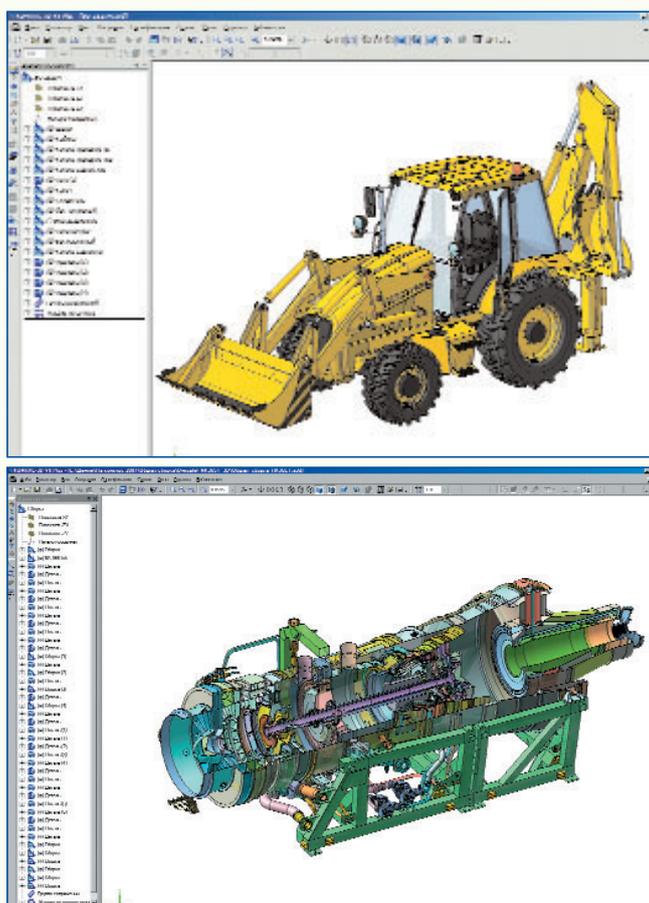
Организаторы выразили всем участникам огромную благодарность, пожелали новых успехов конструкторам, и отличных показателей работы - предприятиям.

Представители ОАО "Электростальский завод тяжелого машиностроения", ОАО "Коломенский завод" и НПО "Искра" поделились опытом использования КОМПАС-3D и создания программных комплексов для

конструкторско-технологической подготовки производства.

Победители ответили на вопросы представителей предприятий и журналистов. По завершении мероприятия состоялась экскурсионная программа, во время которой участники смогли увидеть достопримечательности Москвы.

Альков Илья, PR-менеджер АСКОН



НПО "Искра" (Пермь) в номинации "Лучший коллективный проект" с проектом "Агрегат газоперекачивающий".

А вот АСов КОМПьютерного 3D-моделирования конкурсной комиссии выявить удалось с трудом - настолько высоким и равным был уровень многих работ. В результате было учреждено два вторых и два третьих места.

В этом году исполнилось 100 лет со дня рождения Г.Ф. Байдукова – второго пилота чкаловского экипажа, совершившего первый в истории беспосадочный полет из СССР в США через Северный полюс. Именно он вел самолет в самых сложных метеорологических условиях, при обледенении и ночью. В жизни этого человека и впоследствии было немало ярких моментов, свидетельством чему является

БИОГРАФИЯ ГЕОРГИЯ ФИЛИППОВИЧА БАЙДУКОВА

Родился 26 мая 1907 г. на разъезде Тарышта Татарского района Новосибирской области, в семье железнодорожника. Воспитывался в Барабинском интернате, но через два года был исключён. Бродяжничал. С 1921 г. работал строительным рабочим на Сибирской железной дороге. В 1926 г. окончил Омскую железнодорожную профтехшколу.

В РККА с 1926 г., окончил Ленинградскую военно-теоретическую школу ВВС, в 1928 г. - 1-ю военную школу летчиков им. Мясникова в Каче. После окончания авиашколы служил в 20-м отдельном авиационном отряде. Летал на разведчике Р-1. С 1931 г. работал летчиком-испытателем в НИИ ВВС. Проводил испытания на "плоский" штопор, участвовал в отработке методов "слепых" полетов и посадок.

В 1934 г. поступил на инженерный факультет ВВА РККА им.



Г.Ф. Байдуков (справа) с командованием дивизии

Жуковского. В том же году участвовал в перелете по Европе на АНТ-6. Весной 1935 г. был откомандирован из академии для подготовки к трансарктическому перелету.

3 августа 1935 г. в составе экипажа Леваневского участвовал в неудачной попытке перелёта Москва - Северный полюс - США. Перелет был прерван из-за технических неполадок. Леваневский после возвращения заявил, что одномоторный АНТ-25 ненадежен и он летать на нем отказывается. Байдуков не полетел с Леваневским и Левченко в США, а продолжил дальнейшие испытания АНТ-25.

Байдуков понимал, что ему возглавить экипаж не позволят как бывшему члену экипажа Леваневского. И он решил предложить возглавить перелет Валерию Чкалову. Байдуков и Беляков уговорили Чкалова, и подготовка к трансарктическому перелету возобновилась. Предварительно решили проверить самолет на маршруте Москва - о. Викторья - Земля Франца-Иосифа - Северная Земля - бухта Тикси - Петропавловск-на-Камчатке - Охотское море - о. Сахалин - Николаевск-на-Амуре, с посадкой в Хабаровске

или Чите. После успешного завершения перелета Политбюро ЦК ВКП(б) приняло решение о переименовании островов Удд, Лангр и Кевос в заливе Счастья в острова Чкалов, Байдуков и Беляков, соответственно.

18-20 июня 1937 г. Георгий Филиппович в качестве второго пилота вместе с Беляковым и Чкаловым на самолете АНТ-25 совершил дальний перелет Москва - Северный полюс - Ванкувер (США), преодолев 8504 км за 63 часа 25 минут. 24 июля 1936 г. Байдукову присвоено звание Героя Советского Союза.

С 1937 г. работал летчиком-испытателем на авиазаводе № 22 (Москва). Испытывал серийные

бомбардировщики СБ и Пе-2, принимал участие в испытаниях самолета ДБ-А. 14 мая 1937 г. вместе со вторым пилотом Кастанаевым на самолете ДБ-А установил мировой авиационный рекорд скорости полета на 2000-км замкнутом маршруте с грузом 5000 кг.

Участвовал в советско-финской войне. Командовал авиагруппой, а затем 85-м авиаполком особого назначения. В январе-феврале 1940 г. совершил восемь боевых вылетов на бомбардировщике ДБ-3. Награжден орденом Красной Звезды.

В августе-декабре 1941 г. находился вместе с Громыным в правительственной командировке в США, вел переговоры о приобретении американских самолетов. Участвовал в Великой Отечественной войне с января 1942 г. Был заместителем командира 31-й сад (ВВС Калининского фронта), командующим ВВС 4-й ударной армии, командиром 212-й шад. 17 марта 1943 г. Байдукову было присвоено

воинское звание генерал-майор авиации, а 20 мая 1943 г. 212-й шад вручили гвардейское знамя.

С января 1944 г. он командовал 4-м штурмовым авиакорпусом.

При проведении Бобруйской наступательной операции с 24 июня 1944 г. содействовал 3-й и 48-й армиям в наступлении у Рогачева. Затем корпус атаковал боевые порядки и артиллерию противника, оказывая поддержку 1-му гвардейскому и 9-му танковым корпусам. 19 августа 1944 г. Байдукову было присвоено воинское звание генерал-лейтенант авиации.

В 1947-1949 гг. Байдуков был начальником Главного управления ГВФ. В 1949-1952 гг. - заместитель начальника НИИ ВВС по летной части. В 1951 г. окончил Военную академию Генерального штаба. С 1952 г. - заместитель, а затем первый заместитель начальника Главного штаба Войск ПВО страны по специальной технике. В 1957-1972 гг. был начальником 4-го Главного управления Министерства обороны СССР, членом Военного совета Войск ПВО страны. В 1961 г. ему было присвоено воинское звание генерал-полковник авиации. В 1970 г.

Байдукову присуждена Государственная премия СССР. С 1972 г. он - научный консультант главнокомандующего Войсками ПВО страны. С 1988 г. - в отставке.

Член Союза писателей СССР. Автор книг: "Наш полёт в Америку", "Записки пилота", "Чкалов", "Командарм крылатых", "Рассказы разных лет" и других. Почетный гражданин Николаевска-на-Амуре. Его имя носит остров в Охотском море, улицы в Москве, Витебске, Могилеве и Донецке.

Умер 28 декабря 1994 г. Похоронен в Москве на Новодевичьем кладбище.



Г.Ф. Байдуков и М.М. Громын в Центре подготовки космонавтов



21-26
АВГУСТА

www.aviasalon.com
МАКС
2007

МЕЖДУНАРОДНЫЙ
АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКИЙ САЛОН
МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ
ЖУКОВСКИЙ
21-26 АВГУСТА

ОАО «АВИАСАЛОН»
ФГУП «ЛИИ им. М.М. Громова»
Московская область, г. Жуковский, 140182, Россия

Тел: (495) 787-66-51
(495) 556-77-86
Факс: (495) 787-66-52
(495) 787-66-54

E-mail: maks@aviasalon.com
expolor@aviasalon.com
www.aviasalon.com



AEROSPACE TESTING RUSSIA **АВИАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ** 2007



25-27 СЕНТЯБРЯ / SEPTEMBER

СК «ОЛИМПИЙСКИЙ», МОСКВА, РОССИЯ
OLIMPIYSKIY SC, MOSCOW, RUSSIA

4-я Международная выставка испытательного
оборудования, систем и технологий
авиационно-космической промышленности



www.aerospace-expo.ru

ОРГАНИЗАТОР:



Тел: +7 (495) 935 7350 (доб. 4155)
Факс: +7 (495) 935 7351
E-mail: aero@ite-expo.ru

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



ГЛАВНЫЙ
ИНФОРМАЦИОННЫЙ
ПАРТНЕР:

AVIA.RU

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПАРТНЕРЫ:

ВЕСТНИК

Приборы и Системы

АВИАПОБО

Космос-Информация

Авиационная промышленность

АВИА



ДО НАЧАЛА ПЕРЕЛЕТА И ПОСЛЕ...

Незадолго до начала знаменитого перелета, во время и после его окончания американская пресса посвятила немало страниц чкаловскому экипажу и значению этого события для СССР и США

Первые сведения о готовящемся перелете советских летчиков из Москвы в Сан-Франциско через Северный полюс проникли в центральную американскую печать 10 и 11 июня. В "Нью-Йорк Таймсе" от 10 июня была опубликована коротенькая телеграмма из Виктории (Канада), в которой указывалось: "Директор Канадской метеорологической обсерватории В.А. Торн сообщил сегодня, что обсерватория оказывает помощь готовящемуся трансполярному перелету советских летчиков из Москвы в Сан-Франциско, поставляя для этой цели сводки погоды. Торн сообщил также, что обсерватория начала собирать каждые 6 часов данные о погоде в Арктике, Юконе, северной части Британской Колумбии и Альберте. Эти сводки передаются в Сиэтл, где они обобщаются и дальше передаются по радио".

19 июня 1937 года все американские газеты вышли с обширными сообщениями о трансполярном перелете Чкалова, Байдукова и Белякова - на первых страницах и под крупными заголовками: "Русские прошли Северный полюс, совершая перелет Москва Окланд. В течение 18 часов полет трех русских летчиков держался в секрете. Летчики находятся уже в 550 милях южнее полюса" ("Нью-Йорк Таймс").

Многие газеты напечатали карты, на которых был отмечен маршрут трансполярного перелета. Приводились фотоснимки Чкалова, Байдукова и Белякова, а также биографические данные о каждом из летчиков (особенно отмечался при этом совершенный ими ранее рекордный перелет по Арктике).

Получив сообщение о посадке Чкалова, Байдукова и Белякова в Ванкувере, полпред СССР в США Трояновский в тот же день отправился на самолете из Сан-Франциско в Ванкувер, к месту посадки летчиков. Это событие было отмечено прессой:

"Я очень счастлив, - заявил посол, - герои прибыли в Соединенные Штаты, пролетев Северный полюс. Этот перелет очень важен для моей страны и для США. Он демонстрирует огромные возможности для сообщения между двумя великими народами. Перелет был безостановочным. Но его еще легче можно было бы осуществить, если бы по пути были сделаны остано-

ки. Это только начало. Достижение летчиков можно сравнить с подвигом Линдберга. Эти три летчика известны уже как "Герои Советского Союза". Сейчас они могут считаться героями мира".

"Вашингтон Стар" от 21 июня:

"...Достижение трех летчиков неслыханно. В этом не может быть никаких сомнений. Полет в течение 63 часов на расстояние в 5200 миль представляет собою часть той всеобъемлющей победы над природой, которую медленно и неуклонно одерживает население нашей беспокойной планеты. Полет это симптом способности народов мира разгадывать тайны своего существования. Применяя способности и разум в такой же степени, как и русские летчики, мы можем разрешить и гораздо более сложные задачи. Всякий, кто стремится найти истину, добьется ее, если только приложит разум и отвагу".

20 июня 1937 года президент Соединенных Штатов Рузвельт послал следующую телеграмму полпреду СССР тов. Трояновскому:

"С большим удовольствием я узнал об успешном завершении первого безостановочного перелета из Союза Советских Социалистических Республик в Соединенные Штаты. Мастерство и отвага трех советских летчиков, блестяще осуществивших этот исторический подвиг, заслуживает величайшей похвалы. Пожалуйста, передайте им мои горячие поздравления".

"Вашингтон Геральд" 21 июня опубликовала следующее заявление советника полпредства СССР в Вашингтоне тов. Уманского, данное через несколько минут после посадки: "Перелет является величайшим историческим достижением авиации. Он проложил воздушный путь между СССР и США через Северный полюс. Летчики мудро поступили, что совершили посадку в Ванкувере, а не пытались продолжить полет до Сан-Франциско при таких тяжелых метеорологических условиях. Очевидно, самолету пришлось на значительной части своего пути преодолевать

плохие погодные условия и сильные встречные ветры. Знатоки авиации соглашаются, что советские летчики совершили беспрецедентный величайший и труднейший перелет. Они успешно преодолели "магнитные джунгли" вершины мира и великолепно справились с задачей навигации в этих условиях".



Экипаж АНТ-25 с американским промышленником Г. Фордом (1937 г.)



А.В. Беляков, В.П. Чкалов и Г.Ф. Байдуков после посадки на острове Удд



На встрече с американским президентом Г. Фордом

ТУРБУЛЕНТНОСТЬ ЛЕОНАРДА ЭЙЛЕРА. АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

Юрий Михайлович Кочетков, д.т.н.

Более двух с половиной столетий газодинамики пользуются уравнениями Эйлера. В своем классе это уравнения, которые описывают практически все возможные случаи турбулентных течений жидкости и газа и плазмы. При помощи уравнений Эйлера определяются структура газового потока, интегральные характеристики потока, начальные и граничные условия для сопряженных задач теплообмена, электро-, и магнитодинамики, задач для низкотемпературной плазмотехники и техники генерации электронных и лазерных пучков. Такая востребованность уравнений обусловлена их универсальностью, а незатухающий интерес к ним постоянно побуждает к анализу, в процессе которого открываются все новые и новые свойства.

В предыдущей статье было показано, что для случая несжимаемой жидкости или газа уравнение Навье-Стокса превращается в уравнение Эйлера в трех случаях:

- 1) Величина коэффициента вязкости стремится к нулю
 $\mu \rightarrow 0$;
- 2) Значение числа Рейнольдса стремится к бесконечности
 $Re \rightarrow \infty$;
- 3) Лапласиан от вектора скорости равен нулю
 $\Delta \vec{V} = 0$.

Любое из перечисленных выше условий, так или иначе, характеризует турбулентность несжимаемых потоков. Другими словами, каждое из этих условий определяет все четыре основных вида движения сплошной, деформируемой, подвижной среды: поступательное, волновое (колебательное), вращательное и деформационное (кручение).

При рассмотрении сжимаемой среды условия несколько изменяются и приобретают более сложный внешний вид и физическую трактовку.

Несжимаемой среда считается в том случае, когда ее плотность практически не изменяется. Если количественное изменение относительного приращения плотности определять по известной формуле:

$$\frac{\Delta \rho}{\rho} = 0,5M^2,$$

где M - число Маха, то допустимая величина, не меньше полпроцента, например, для продуктов сгорания РДТТ будет реализована при скоростях истечения не более 100 м/с. Для других ситуаций эта величина может изменяться в более широком диапазоне скоростей. Так, например, для водорода она не более 150 м/с, а для гексафторида урана - менее 10 м/с.

В противном случае среда считается сжимаемой. Часто говорят о двух видах течений: о несжимаемых течениях, понимая под этим обширный класс существенно дозвуковых течений, и о сжимаемых течениях, понимая под этим течения со скоростью, сравнимой со скоростью звука или превосходящей ее.

Поскольку плотность является обратной величиной относительного объема, то и его относительное изменение так же близко к нулю. Другими словами, для несжимаемых сред дивергенция скорости относительного изменения объема (или абсолютной скорости потока \vec{V}) равна нулю:

$$\text{div} \vec{V} = 0.$$

Записанное выше векторное уравнение является газодинамическим условием несжимаемости и потребуется для дальнейшего анализа уравнений Навье-Стокса и Эйлера.

В самом общем виде уравнение Навье-Стокса может быть по-

лучено из реологического уравнения состояния, связывающего напряжения в подвижной деформируемой среде с деформациями этой среды. В математической трактовке - тензор напряжений связывается с тензором деформаций при помощи постоянных коэффициентов Ламе λ и μ . При переходе от записи реологического уравнения в тензорном виде соответственно к гидродинамической (газодинамической) записи были использованы две гипотезы.

1. Гипотеза (закон трения) Ньютона о пропорциональности касательных напряжений скоростям деформаций. При этом был введен коэффициент пропорциональности, названный коэффициентом динамической вязкости μ (условно первая вязкость).

2. Гипотеза Стокса о взаимосвязи второй, объемной вязкости λ с первой динамической вязкостью μ , выражающаяся в виде $\lambda = -2/3 \cdot \mu$. При этом, хотя Стокс теоретически обосновал свою зависимость, она все еще подвергается обсуждению.

С учетом обеих гипотез, а также того широко известного факта, что для большинства газов (исключение составляют реагирующие двухфазные смеси) коэффициент второй вязкости λ точно или приближенно равен нулю, уравнение Навье-Стокса записывается в следующем общем виде:

$$\rho \frac{d\vec{V}}{dt} = \text{grad}P + \mu \Delta \vec{V} + \frac{1}{3} \mu \cdot \text{grad} \text{div} \vec{V}.$$

В отличие от проанализированного ранее уравнения Навье-Стокса (см. "Двигатель" № 2 (50), 2007) для несжимаемой среды, в уравнении для сжимаемой среды справа появился дополнительный член, который пропадает при использовании условия несжимаемости.

Далее сделаем следующие рассуждения.

1. Если правая часть уравнения Навье-Стокса, зависящая от вязкости, равна нулю, то уравнение превращается в уравнение Эйлера. Это очевидный факт.

2. Если имеет место запись уравнения Эйлера в его традиционной интерпретации, то, с другой стороны, в силу справедливости общего уравнения Навье-Стокса будет соответственно выполняться равенство нулю правой "вязкой" его части:

$$\mu \Delta \vec{V} + \frac{1}{3} \mu \cdot \text{grad} \text{div} \vec{V} = 0.$$

3. В одном случае это равенство будет выполняться при $\mu = 0$, и эту запись можно считать альтернативной записью уравнения Эйлера.

4. Вторая альтернативная запись уравнения Эйлера будет иметь вид:

$$\Delta \vec{V} + \frac{1}{3} \text{grad} \text{div} \vec{V} = 0.$$

Применяя векторную операцию для второго члена уравнения, получаем:

$$\Delta \vec{V} + \frac{1}{4} \text{rot} \text{rot} \vec{V} = 0.$$

Вектор угловой скорости может быть определен как:

$$\vec{\omega} = \frac{1}{2} \text{rot} \vec{V}.$$

По аналогии введем новый вектор:

$$\vec{\Omega} = \frac{1}{2} \text{rot} \vec{\omega},$$

тогда альтернативная интерпретация (АИ) уравнения Эйлера может быть представлена как:

$$\Delta \vec{V} + \vec{\Omega} = 0.$$

Такая запись адекватно описывает поле скоростей эйлеровой среды, то есть среды без вязкого трения. Очевидно, что это уравнение включает все составляющие суммарного турбулентного движения, в том числе кручение потока.

Физически вектор $\vec{\Omega}$ является аналогом кручения. В самом простейшем случае его можно представить как вектор угловой скорости, вращающийся относительно неподвижного центра. Линии тока при таком движении располагаются аналогично проводам в катушке индуктивности с кольцевым сердечником. Направление этого вектора всегда будет перпендикулярно к вектору угловой скорости $\vec{\omega}$. В свою очередь, угловая скорость будет перпендикулярна абсолютной скорости течения \vec{V} . Про взаимное расположение векторов \vec{V} и $\vec{\Omega}$ можно пока сказать, что они компланарны.

Далее, учитывая, что вектор скорости является производной радиуса-вектора:

$$\vec{V} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

уравнение Эйлера (АИ) может быть записано в виде:

$$\Lambda \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} + \frac{1}{4} \text{rot rot} \frac{d\vec{r}}{dt} = 0.$$

После преобразований получим:

$$\frac{d\Lambda \vec{r}}{dt} + \frac{1}{4} \frac{d \text{rot rot} \vec{r}}{dt} = 0.$$

Из уравнения следует, что оба его члена – функции третьих производных радиуса-вектора по координатам x, y, z .

Последнее выражение входит в состав важной геометрической характеристики пространственных кривых – кручения. Геометрически кручение определяет меру пространственности кривой. Если кручение равно нулю $T = 0$ (T – кручение), то кривая является плоской, и тогда для ее описания достаточно понятия кривизны.

Кручение пространственной кривой $\vec{r}(x, y, z)$ в точке $M(x, y, z)$ определяется формулой, в которую входят три первые производные по всем трем координатам. Для краткости формула обычно записывается в детерминированном виде:

$$T = \frac{\begin{vmatrix} x' & y' & z' \\ x'' & y'' & z'' \\ x''' & y''' & z''' \end{vmatrix}}{x''^2 + y''^2 + z''^2}.$$

После раскрытия детерминанта видно, что все шесть слагаемых данной формулы содержат третью производную. Поэ-

тому аналогично тому, что кривизна привычно ассоциируется со второй производной, кручение ассоциируется с третьей производной $T \sim \vec{r}'''$.

Обратное значение кручению – радиус кручения. Например, для винтовой линии радиус кручения является величиной постоянной. Соответственно, скрутка электрических проводов имеет не только постоянную кривизну образующей, но и радиус кручения. Аналогично этому газодинамические скрученные жгуты также имеют постоянные кривизну и кручение.

Таким образом, можно отметить, что оба члена уравнения Эйлера (АИ) характеризуют кручение потока. Становится понятным смысл выражения, отмеченного в предыдущей статье:

$$\Delta \vec{V} = 0.$$

Это выражение означает отсутствие в потоке кручения. И аналогично тому, как если лапласиан потенциала скорости равен нулю, то течение является потенциальным, в данном случае течение является дисторсионным (фр. torsion – скручивание), если лапласиан вектора скорости равен нулю.

Однако, в общем случае лапласиан не равен нулю. Его значение является функцией трех независимых координат и от вида этой функции решение уравнения Эйлера (АИ) относительно величины вектора скорости будет различным.

Рассматриваемое уравнение можно представить в виде:

$$\Delta \vec{V} = -\vec{\Omega}.$$

Это тензорное уравнение первого ранга разбивается на три скалярных уравнения:

$$\Delta V_x = \Omega_x,$$

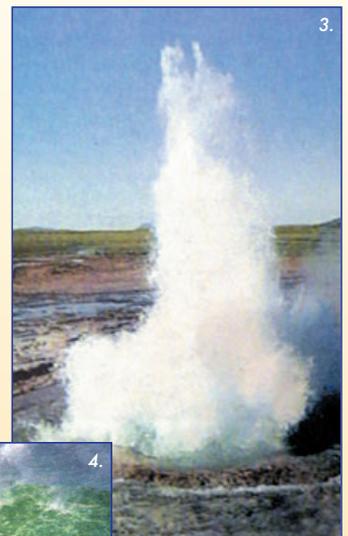
$$\Delta V_y = \Omega_y,$$

$$\Delta V_z = -\Omega_z.$$

Если значения Ω_x, Ω_y и Ω_z – известные функции, а V_x, V_y и V_z – искомые функции, то каждое из этих уравнений является уравнением Пуассона. Аналитическое решение уравнения Пуассона находится либо через функцию Грина, либо путем вычисления объемного или ньютонова потенциала. И в зависимости от ситуации решается либо краевая задача Дирихле, либо задача Неймана.

Полученная новая альтернативная интерпретация уравнения Эйлера, безусловно, требует дальнейшего теоретического изучения и получения дополнительных экспериментальных иллюстраций. Она открывает возможности представления полей турбулентного движения жидкостей, газа и плазмы в виде торсионных полей. □

ПРОЯВЛЕНИЯ ТУРБУЛЕНТНОСТИ В ПРИРОДЕ



1. Остров-вулкан Кракатау в проливе между островами Ява и Суматра. Высота - 75 м.
2. Водопад Виктория в джунглях Центральной Африки. Высота - 120 м.
3. Большой Гейзер на острове Исландия. Высота - 60 м.
4. Цунами. Большая волна в гавани Японии. Длина волны - 300 м.
5. Гигантский водоворот Мальстрем у берегов Норвегии. Скорость - 11 км/ч.
6. Американский торнадо. Давление внутри вихря - 0,01 МПа.



ИЗ ГЛУБИНЫ ВЕКОВ

Виктор Сергеевич Шитарев, капитан дальнего плавания



Современная реплика джонки

С китайской джонкой европейцы познакомились лишь в XVIII веке. Разумеется, что сведения об этих судах отсутствовали, и вообще, о китайских мореходах и сегодня мало что известно. Однако китайская цивилизация существует уже тысячелетия, а географическое положение Китая таково, что он не мог не быть великой морской державой. К тому же сама джонка по отношению к европейскому деревянному судостроению содержит слишком много "ноу-хау". Надо отметить, что конструкция судна столь удачна, что оно строится и сегодня. Запас прочности корпуса оказался достаточным для установки на нем двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Далее, эта конструкция не могла возникнуть сразу. Долгие годы она проходила "обкатку" на морских просторах, где за ошибки корабелов мореходы расплачивались (часто) собственными жизнями. Таким образом, с учетом древности китайской цивилизации, а она одна из старейших на Земле, можно с достаточной уверенностью сказать, что джонка в ее современном виде - ровесница египетских пирамид.

К сожалению, развитие мореплавания в Китае недостаточно освещено в исторических источниках, но успехи у древнекитайских корабелов, несомненно, были. Есть сведения, что в эпоху императора Чжу Ди, где-то в первой половине XV века, мореплавание в Китае достигло своего расцвета, но, как мне кажется, оно и ранее находилось на высоком уровне. Приблизительно в это же время над Пекином пронесся сильный ураган, в императорской библиотеке от удара молнии возник пожар, погибло много людей, ценнейшие книги и рукопи-

си. Огонь уничтожил почти весь город и даже трон императора. Надо полагать, что в богатой событиями истории Китая происходили и другие природные катаклизмы, унесшие в небытие многие сведения о Поднебесной. Утверждение некоторых авторов о том, что китайские мореходы в период с 1421 по 1423 годы открыли все земли нашей планеты, мягко говоря, не убедительны.

Как профессиональный моряк, должен сказать, что торговое судоходство ни в одной морской державе не возникло за короткий промежуток времени, оно развивалось своим трудным и тернистым путем. Каждый капитан торгового судна вел описания своих походов на протяжении всей своей капитанской службы. Так создавалась Лоция, которую он потом передавал по наследству своим потомкам. В старину Лоция стоила очень дорого, иногда за нее отдавали целое состояние. В то же время каждый капитан имел и свои секреты, которые тщательно охранял. Открыв тот или иной удачный маршрут в заморскую страну, он в каком-нибудь уютном кабаке за "чашкой крепкого чая" рассказывал своим коллегам (потенциальным конкурентам) о трудностях своего плавания. Так появлялись на свет божий Сциллы, Харибды, Циклопы и прочие страшилища, и кое-кто в это верил.

В Лоцию каждый капитан записывал направление движения своего судна, которое он мог определять по небесным светилам. Например, по карте звездного неба с основными созвездиями ориентировались за долго до новой эры еще древние египтяне. Разница лишь в том, что каждый народ давал им свои названия, например, наши поморы называли созвездие Орион Граблями и так далее. Когда в Китае появился компас - никто не знает, но известно, что с железом китайцы познакомились несколько тысяч лет тому назад. А это значит, что даже если они не знали о существовании магнитного железняка, то заметить, что магнитный стержень всегда стремится расположиться в плоскости магнитного меридиана, кто-то из китайцев мог. Дело в том, что если железный стержень достаточно долго и неподвижно где-то полегит, то он приобретает свойства магнитного поля Земли, и тогда его можно использовать в качестве чувствительного элемента магнитного компаса (магнитной стрелки).

Приоритет в изобретении магнитного компаса историки отдают китайцам. С этим вполне можно согласиться. Известно, что и русские землепроходцы определяли стороны света с помощью намагниченной иглой: брали медную или деревянную чашу, наливали в нее воды и опускали на поверхность иголку на поплавках. Один конец иголки указывал на полдень (S), другой - на полночь (N). Кстати, на картушках старинных компасов эти румбы так и обозначались Север - Полночь; Юг - Полдень. Кроме того, в свои Лоции капитаны записывали направление ветров, которые сопровождали их в плавании; обычаи портов, куда они заходили. Так постепенно накапливался опыт дальних морских походов. Мнение о том, что древние мореходы плавали только вдоль берега, глубоко ошибочно. Они смело уходили в открытое море, ведь у берегов можно было встретить пиратов, что не сулило ничего хорошего.

У турецкого адмирала Пири Рейса имелась подробная карта Антарктиды, на ней были нанесены горные хребты, широкие долины, по которым протекали

полноводные реки, побережье материка было обозначено с высокой точностью. Вроде ничего особенного, за исключением маленькой детали - эта карта была составлена задолго до открытия антарктического материка русскими мореплавателями Фаддеем Фаддеевичем Беллинсгаузеном и Михаилом Петровичем Лазаревым. Можно предположить, что эту карту Пири Рейс купил у китайских мореходов. А составлена она была еще в те далекие времена, когда климат Антарктиды был теплым и мягким, когда на Кольском полуострове рос виноград (археологи раскопали там виноградную лозу), а на Шпицбергене образовывались залежи каменного угля. Известно, что полюса Земли некогда располагались в районе экватора, что, безусловно, влияло на климат Антарктиды. Я бы не удивился, если бы узнал, что материк Антарктида в те времена был заселен китайцами.

Теперь поговорим о китайском судостроении. Мне довелось узнать от некоторых авторов, что китайцы строили суда - так называемые "плавающие сокровищницы", имевшие длину до 150 метров и ширину до 40 метров. Видимо, это издержки перевода. Даже по самым скромным расчетам такое судно, в зависимости от осадки, будет иметь водоизмещение от 10 до 20 тысяч тонн. Построить его из дерева невозможно, даже если это будет известный своими прочностными характеристиками дуб. Конструктивный запас прочности дерева, как материала, полностью исчерпывается при водоизмещении судна 1000...1500 тонн. Если этот рубеж перейти, то при дальнейшем продолжении строительства корпус начнет разваливаться на стапеле от собственной тяжести. Можно лишь полагать, что это были либо счалы барж, которые китайцы сплавляли по рекам вниз по течению, либо плоты со стволами деревьев, собранными в "сигары".

Поговорим лучше о джонках (junk). В европейских изданиях XVIII века встречаем названия Fukiens-Dschunke и Futschou-Pfahl-Dschunke (нем.), что можно перевести как "столбовая джонка". Столь странное название, по-видимому, объясняется отсутствием на мачтах стоячего такелажа. У этих судов нет ни вантов, ни штагов, ни фордунов. Все мачты, как бы сказали моряки европейского парусного флота, "сухие". Следующая деталь - каждая мачта сделана из одного древесного ствола, то есть это мачта-однодревка; стеньги китайцы не делали и на мачты во время своих морских походов не поднимались. На судах ставили две-три мачты.

Продолжим осмотр с корпуса. Обращают на себя внимание его полные обводы и обшивка, выполненная вгладь, в Европе ее называли "кравель". Это значит, что набор корпуса выполнен по поперечной системе, хорошо известной европейским корабелям и ставшей классической для деревянных судов. Расстояние между шпангоутами - шпация - при поперечной системе лежит в пределах одного метра. Судно килевое, значит, в наборе присутствуют кроме киля еще и кильсоны и стрингера. Кильсоны - это продольные связи в районе киля, обеспечивающие продольную прочность корпуса. Шпангоуты врезаются в киль и сверху скрепляются средним кильсоном. Стрингера - продольные связи, которые устанавливали в скуловой части корпуса. К верхним ветвям шпангоутов крепили продольные связи - клямсы (клямпы, clamps) - теплые пояса, укрепленные с внутренней стороны борта деревянного корпуса. На клямсы укладываются концы бимсов, которые формируют рамы шпангоутов, превращая шпангоут в единое целое. В районе заострений носа и кормы шпация уменьшается,

и шпангоуты становятся практически вплотную.

Заострения корпуса в районе конструктивной ватерлинии (КВЛ) имеют полные обводы, что положительно сказывается на мореходности судна, оно лучше всходит на штормовую волну, не давая ей захлестывать палубу. Джонки строятся

гладкопалубными, в районе миделя (мидель-шпангоут) палуба имеет седловатость, бак и ют несколько приподняты над водой. На уровне кормовой палубы обводы корпуса расширяются и кормовая раковина переходит в транец. На ахтерштевень (stern-post) навешивается перо руля, имеющее значительную площадь, чтобы судно лучше слушалось руля и было устойчиво на курсе. В кормовой части корпуса расположены помещения для судового экипажа. Из-за транца корма получается со штурцями - небольшими помещениями, слегка выступающими за пределы борта, там обычно устраивали туалеты.

Вообще-то джонка строилась как двухмачтовое судно, но на фотографиях мы часто наблюдаем еще одну мачту, которая располагается у самого кормового транца. Ее называют "джиггер" (jigger) - добавочная мачта, парус на ней работает не на увеличение скорости хода (его площадь для этого маловата), но он очень полезен как воздушный руль, что очень важно при изменении курса судна, например, при переходе с одного галса на другой. Мачты джонки не были неподвижны, они могли наклоняться на незначительный угол в сторону носа или кормы. Для этого служили специальные оттяжки - снасти бегучего такелажа. Из ранее опубликованных статей мы знаем, что существуют на парусном судне две точки - центр парусности (ЦП) и центр бокового сопротивления (ЦБС). Их взаимное расположение влияет на маневренные качества судна: если ЦП будет впереди ЦБС, то судно будет стремиться увалиться под ветер и при внезапном шквале подставить все паруса под напор ветра, что может привести к потере рангоута, а при ходе под парусами у судна будет наблюдаться рыскливость. Если же ЦП будет немного позади ЦБС, то оно будет устойчиво на курсе, а при шквале приведет к ветру, что даст морякам время для уборки лишних парусов.

Если европейские моряки добивались нужного взаимного расположения ЦП и ЦБС постановкой необходимой комбинации парусов, то китайские мореходы в этом отношении были более рациональны, они добивались нужного эффекта наклоном мачт. Было у китайцев еще одно ноу-хау: мачты на джонке устанавливались не в диаметральной плоскости (ДП) судна, как это было на парусных судах других народов, а слегка ассиметрично, подобно раздвижному крылу современного авиалайнера, заходящего на посадку. Это позволяло китайским мореходам использовать паруса с наибольшей эффективностью. Джонки не были быстроходны, но зато могли брать на борт больше груза, а, следовательно, приносить судовладельцу большую прибыль, и скорость хода в 7...7,5 узлов для торгового судна была вполне достаточной.





Парусное вооружение джонки можно назвать рейковым. Каждый парус имел по два рейка - верхний и нижний, которые состояли из двух брусьев, связанных между собой. Между ними располагались от трех до пяти промежуточных рейков, к ним крепились пластины паруса, который, так уж получается, можно называть парусом полужесткой конструкции. Что от этого выигрывали китайские мореходы? Это отдельный разговор. При усилении ветра, чтобы не рухнул рангоут, уменьшали площадь парусности, как говорили моряки, брали рифы. Поперек обычного паруса нашивались на всю его ширину парусиновые ленты - банты. В них делались сквозные отверстия - люверсы, а в люверсы ввязывались рифсезни, изготовленные из юзienia (юзинь имел диаметр 2-5 мм). По бокам паруса на бантах делались кольца - кренгельсы с мягкими талрепами. Например, на прямой парус нашивали по 3 - 4 банта. Чтобы взять риф, матросы поднимались на рей, мягким талрепом подтягивали кренгельсы к ногам рея, а затем связывали на верху рея рифсезни. Если ветер усиливался, таким же образом, брали второй риф, третий... Пока парус не оказывался глухо зарифленным, а если усиление ветра продолжалось - парус брали на гитовы и убирали.

Китайцы на мачты не залезали, они работали на палубе. Чтобы уменьшить площадь парусности они с помощью мягкого талрепа подтягивали ближайший промежуточный реек к нижнему рейку и подвязывали пластину паруса, сам парус при этом приспускался. Так делали до тех пор, пока весь парус не оказывался убраным. Как видим, древним жителям Поднебесной правила техники безопасности были не чужды. Верхний реек паруса поднимался двумя закрепленными на нем фалами. Коренной конец первого фала крепился к рейку в сторону носа судна впереди мачты, второй - позади. Ходовые концы фалов пропускали через шкивы специальных блоков, закрепленных на мачте вблизи клотика, там же крепились флаштки для несения флагов и выпелов. После подъема до места верхнего рейка ходовой конец фала крепился на специальный битенг (bitt) или кнехт, находящийся на палубе вблизи от мачты. Обычно для спуска паруса на парусных судах применяется снасть бегучего такелажа - нерал, были ли нералы на мачтах китайских джонок - сказать трудно, так как на имеющихся в моем распоряжении чертежах они не показаны.

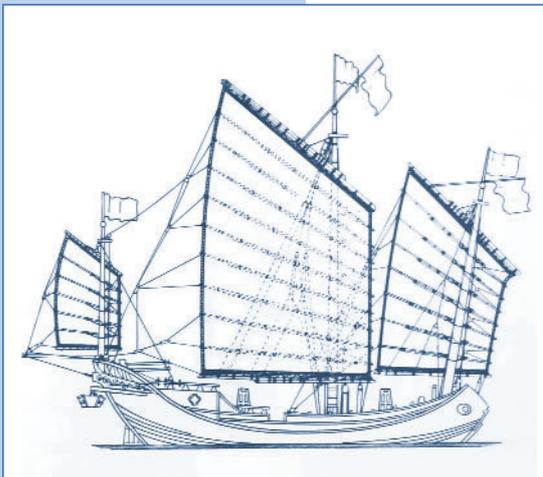
Разворот рейков на мачте осуществлялся с помощью закрепленных к их ногам снастей бегучего такелажа - брасов (braces), таким образом на каждый реек, как и на рей обычного прямого паруса, приходилось по два браса. Поскольку на мачте было от пяти до семи рейков, их од-

новременный разворот можно было осуществить, потянув брасы нижнего рейка, для чего они объединялись системой блоков и снастей, как показано на рисунке, с брасами остальных рейков. Таким образом, при повороте джонки с одного галса на другой не требовалось много людей, а управление судном значительно упрощалось. Из этого можно предположить, что экипаж джонки был немногочисленным, в пределах восьми человек.

Пластины паруса шивались из вертикальных полотниц парусины в одну пластину. По периметру пластины внутри вшивался ликтрос, он же ликовина (boltrope). Каждая пластина имела еще один ликтрос, который бензельными узлами привязывался снаружи к внутреннему ликтросу. Каждая пластина паруса имела по два ликтроса - внутренний и наружный. Бензельный узел или просто бензель (seizing, lashing) - хорошо известен морякам парусного флота и применяется в нескольких модификациях - нокбензель, бензель круглый, бензель плоский и т.п. Пластина паруса крепилась к верхнему и нижнему рейкам также бензельными узлами, каждый узел связывал наружный ликтрос с рейком. Эти узлы вязались на расстоянии 1,5...2 фута друг от друга. Там, где реек соприкасался с мачтой, ликтрос обносился с ее противоположной стороны, надежно удерживая реек у древка мачты. Как видим, идея проста до гениальности, что делает честь китайским кораблям.

Грузоподъемность джонок обычно была около 200 тонн, но известно, что по желанию заказчика, китайские корабельные мастера могли построить судно, способное принять на борт груз общей массой до 2000 тонн. Это значит, что уже в глубокой древности китайцы научились использовать в судостроении железо. Дело в том, что при переменных нагрузках соприкасающаяся с гвоздем древесина обминается, отверстие, в котором находится вбитый гвоздь, расширяется, и гвоздь из него вываливается. Поэтому очень важно определить, какие детали надо скреплять деревянными, а какие - железными гвоздями; где надо поставить деревянный, а где - железный угольник - кницу, он же книса, книсса (knee); где можно набить гвоздями железную полосу, а где - поставить деревянный брус. Ясно одно, что с применением железа появилась возможность строить деревянные суда водоизмещением около 3000 тонн. Что ни говори, но и здесь китайские мастера "обскакали" просвещенную Европу.

Известно, что суда китайского торгового флота имели специализацию. Китайцы строили суда для перевозки генеральных грузов, то есть грузов в упаковке; для перевозки навалочных грузов, например, зерна; для перевозки скота - скотовозы и т.п. Но самое поразительное - они умели строить наливные суда, например, для перевозки воды. Среди экспедиционных судов в море выходил и танкер, снабжавший пресной водой в течение рейса всю экспедицию. И удивительно, что в грузовых емкостях танкера эта вода долгое время могла сохраняться и оставаться пригодной для питья. В общем, китайским мореходам были вполне по силам великие географические открытия. Например, о сферической форме и размерах Земли китайцы знали еще в глубокой древности. Остается только догадываться, какие природные катаклизмы стерли из памяти людей великие дела китайских мореходов. И еще: джонки всегда строили и строят только китайцы, это остается их национальным достоянием.



ПАРУСНИКИ НА МОНЕТАХ МИРА

Андрей Барановский

Знаменитые парусники и их капитаны - распространенная тема монет, отчеканенных во многих странах мира. Большинство из более сотни рассчитаны на коллекционеров и выполнены из драгоценных металлов. Есть среди них и посвященные героям эпохов. Так, Маршалловы острова на серебряной монете в 50 долларов поместили "Арго" гомеровского Одиссея. А Замбия на серебряной монете в 40 000 квача, выполненной в виде овала и покрытой цветной эмалью, драккар Лайфа Эриксона. Считается, что он открыл Америку задолго до Колумба.

В честь же самого Христофора Колумба и трех его судов - "Санта Мария", "Пинто" и "Нинья" несколько островных американских стран чеканили монеты целыми сериями. Так, номенклатура серебряных монет по 20 крон каждая островов Таркс энд Кейкос с ними насчитывает 20 штук.

Теме "Колумбиады" посвящены несколько серий серебряных монет островов Кука номиналом в 50, 10 и 5 долларов. Они изображают каравеллы и сцены высадки команды Колумба на остров. Ямайка посвятила Колумбу 10 долларов из медно-никелевого сплава.

Несколько стран Тихоокеанского бассейна, в том числе Россия, выпустили монеты в честь плаваний и открытий Джеймса Кука. На серебряных 3 рублях помещен момент посещения его кораблями "Резолюшн" и "Дискавери" острова Уналашка в Русской Америке.

Есть монеты с парусником, которые постоянно находятся в обращении. Это английские полпенни, на которых изображено судно Френсиса Дрейка "Золотая лань". "Владычица морей" отдала честь знаменитому корсару и открывателю новых земель (пролив Дрейка на самой южной оконечности Америки), жившему во времена Елизаветы I. Он прославился экспедициями, в ходе которых основательно пограбил богатые города тихоокеанского побережья испанских колоний этого континента.

Об английском фрегате "Баунти" написаны книги, сняты кинофильмы. Он вошел в историю как мятежный корабль, часть команды которого высадились на неизвестном острове, который был вторично открыт только через несколько десятков лет.

Остров назвали Питкерн. Население его сейчас составляет около 44 человек и это в основном потомки смешанных браков англичан и полинезийцев. Все свободное время женщины острова отвечают на письма, приходящие со всего света - марки Питкерна со штемпелем его почты очень ценятся филателистами. Вообще выпуск марок и чеканка монет - одни из основных статей дохода островной казны.

Рисунок почти всех монет Питкерна связан с "Баунти". И на медно-никелевом, и на 50 серебряных долларах от него отчаливает шлюпка с первыми поселенцами. На других монетах - он горит, подожженный этими переселенцами.

Принадлежащий Великобритании остров Мэн выпустил серию из 4 монет в 1 крону, также посвященную драматическим событиям, связанным с "Баунти". На одной из них в картуше помещен портрет Блада - капитана корвета в момент, когда взбунтовавшаяся команда ссаживает его вместе с офицерами на шлюпки. Бунтари думали, что шлюпки погибнут, но одна и именно с

капитаном, была спасена. Блад жестоко отомстил своим бывшим подчиненным, оставшимся на Таити - их всех или повесили на реях, или приговорили к каторге. Остались в живых только отшельники с Питкерна.

Истории военных кораблей можно проследить на нескольких сериях монет. Так у Маршалловых островов она состоит из 7 медно-никелевых по 5 долл. На ней изображены исторические военные корабли США - от парусника "Юнайтед Стейтс" и "Монитора" (название стало нарицательным для целого ряда кораблей) до авианосца "Энтерпрайс".

Маршалловы острова отчеканили две большие исторические серии, 24 монеты в каждой (бронзовые по 10 долларов и серебряные по 50 долларов). Серии охватывают всю историю мореплавания - от драккаров викингов до крейсера "Миссури", на котором был подписан акт безоговорочной капитуляции Японии.

Самые знаменитые суда, вошедшие в историю и вообще история мореплавания прослеживается на сомалийских медно-никелевых монетах, покрытых цветной эмалью и номиналом в 25 шиллингов. Это так называемые полихромные монеты, среди которых и чайный клипер "Катти Сарк", ставший самым быстроходным парусным коммерческим судном XIX века.

Очень необычную серию по истории своего торгового флота выпустила Мальта. На серебряных монетах по 5 лир все суда изображены на фоне сетки параллелей и меридианов в проекции Меркатора.

Есть один парусник, которому свои монеты посвятили три страны. Это "Фрам" Фритьефа Нансена. Он изображен на медно-никелевой кроне острова Мэн, серебряных 50 долларах островов Кука и золотых 50 рублях Банка России.

Одним из самых знаменитых путешественников нашего времени по праву считается Тур Хеердал. И его плот "Кон-Тики", папирусные суда "Ра II" и "Тигрис" также увековечены в монетах. "Кон-Тики" поместили 3 страны - Либерия, Западное Самоа (монеты из серебра, палладия и золота), а также Куба. Она выпустила в 1984 г. две монеты в 1 и 5 песо по случаю 40-летия плавания на этом плоту через Тихий океан. Строящийся "Тигрис" можно увидеть на 10 тала из серебра Западного Самоа.

СССР и Россия часто чеканили на монетах изображения знаменитых парусных судов. Были выпущены золотая и серебряная монеты в честь барка "Седов". Причем серебряная весит... 1 кг. Этот же вес имеет серебряный 100-рублевик с изображением барка "Круzenshtern", до сих пор находящегося на плаву. Кстати, монету с изображением этого парусника номиналом в 1 вон выпустила и КНДР.

Изображения бота "Св. Гавриил", пакетботов "Св. Пётр" и "Св. Павел" появились в серии памятных монет "250 лет открытия "Русской Америки". На монетах серии "Первое русское кругосветное путешествие (1803-1806)" отчеканены шлюпы "Надежда" и "Нева". В серии "Первая русская антарктическая экспедиция. 1819-1821" отображены шлюпы "Восток" и "Мирный".

Парусники - не только вечный символ романтики, но и неразрывная часть мировой торговой системы. Корабли так долго носили в своих трюмах товары и деньги, что теперь закономерно деньги несут на себе корабли. **П**



ПОДВОДНЫЙ УДАР

Сергей Леонидович Мальчиков

(Продолжение. Начало в № 4-6 - 2006, № 1, 2 - 2007)

Постановление КО № 152сс от 2 октября 1937 г. было очень важным для развития минно-торпедного оружия и стало переломным в работе по созданию новых образцов вооружения для флота. Возросли объемы научно-исследовательских и проектных работ, увеличились производственные мощности, расширились опытная и лабораторная базы, отработана специализация заводов и их взаимосвязь с другими предприятиями. Так, заводы № 181 и 182 выпускали торпеды калибра 533 мм, завод № 175 - 450-миллиметровые торпеды; приборы Обри выпускал завод № 215, воздушные резервуары - завод № 347. Завод № 103 специализировался на производстве торпедных аппаратов, а заводы № 205, 209 и 212 - на выпуске приборов управления торпедной стрельбой (ПУТС). В результате, флот стал получать торпеды и торпедное вооружение новых моделей.

Значительные усилия были направлены на разработку парогозовой торпеды с улучшенными тактико-техническими данными, названной 53-39, но проведенные в 1940 г. испытания выявили ряд недостатков этой модели, и она была отправлена на доработку. Все типы парогозовых торпед имели крупный недостаток - следность. Поэтому конструкторы стремились создать подводные снаряды без этого дефекта. Уже в 1940 г. в СССР проводились испытания двух моделей торпед с электрическими двигателями - ЭТ-80 и ЭТ-200. Эти торпеды, предназначенные для подводных лодок, нуждались в доработке. Прежде всего, было необходимо увеличить емкость батарей и мощность двигателей. Лишь в 1942 г. группа конструкторов под руководством Н.Н. Шамарина завершила работу над электрической торпедой ЭТ-80, гребные валы которой приводились в движение электродвигателем постоянного тока. Электрическая энергия поступала от аккумуляторной батареи, 80 аккумуляторов которой располагались на месте воздушного резервуара, а также емкостей для воды и керосина. Электроторпеда ЭТ-80 имела заряд ВВ массой 300 кг и преодолевала 4000 м со скоростью 23 узла.

Помимо электрической разрабатывались: азотно-скипидарная торпеда (АСТ), бесследная 450-мм торпеда "Вода", двигателем которой служила кислородно-водородная турбина, торпеда с турбинным двигателем (ТТ), торпеда "Дельфин" с акустической системой самонаведения, радиоуправляемая торпеда "Винт" и др.

Развитие торпед вызвало необходимость улучшения торпедного вооружения: торпедных аппаратов, приборов управления торпедной стрельбой, прицелов и т.д. Огромное значение придавалось оснащению подводных лодок системами беспырьной торпедной стрельбы, позволяющими проводить скрытые атаки. Были разработаны новые торпедные аппараты для эскадренных миноносцев проекта 30 (пятитрубные), сторожевых кораблей проекта 29 и торпедных катеров. Также проводились работы по созданию неконтактного взрывателя (НВЗ), прошедшего в 1940 г. государственные испытания. НВЗ надежно срабатывал на расстоянии двух-трех метров от днища корабля водоизмещением свыше 4000 т. Был создан и прошел заводские испытания новый ночной прицел для подводных лодок. В 1941 г. намечалось провести испытания торпед с новым более мощным взрывчатое веществом.

В предвоенные годы для самолетов разрабатывались специальные системы сброса торпед. Так, системы высотного торпедометания позволяли сбрасывать торпеду 45-36 на скорости до 350 км/ч с высоты не менее 300 м. Торпеда снижалась на парашюте, который после приводнения отделялся, и шла по замкнутому кругу, пересекая курс цели. В процессе низкого торпедометания с высоты 30 м на скорости до 360 км/ч с самолета прицельно сбрасывалась прямоидущая торпеда.

Наряду с достижениями и успехами в деле создания новых образцов торпедного оружия перед войной имелись крупные недостатки, негативно повлиявшие на подготовку флота и на оперативно-тактические возможности ВМФ в годы войны. Производство тор-

На фото внизу:
Схемы парогозовой и электрической торпед
Внизу справа: Подвеска торпеды 45-36АН на самолет А-20С



пед тормозилось из-за нехватки воздушных резервуаров, ограниченные возможности пристрелочных станций в Феодосии и Махачкале (при заводе № 182) приводили к тому, что часть торпед флот принимал без пристрелки. Низкий уровень развития приборостроения, электротехнической и радиотехнической промышленности также отрицательно влиял на разработку новых видов торпедного оружия. Крайне медленно продвигались работы по созданию радиоуправляемых и акустических торпед, чувствительность неконтактных индукционных взрывателей, предназначенных для них, составляла всего 2...3 м.

Перед Великой Отечественной войной на всех отечественных флотах имелось большое количество кораблей - носителей торпедного оружия (7 крейсеров, 59 лидеров и эскадренных миноносцев, 22 сторожевых корабля, 218 подводных лодок и 269 торпедных катеров). В соответствии с задачами Курса боевой подготовки проводились торпедные стрельбы, тактические учения по отработке боевого применения торпедного оружия с различных носителей. Много внимания уделялось освоению новых образцов торпед и вооружения. Наиболее активно проходила боевая учеба в соединениях торпедных катеров. Например, катерники Тихоокеанского флота в 1939 г. провели 164 учебные атаки с пуском торпед, в 1940 г. - 287, а в 1941 - 317. В основном, для стрельб использовались новые торпеды, выходу в атаку предшествовала постановка дымовых завес. Также активизировалась подготовка минно-торпедной авиации. Особенно интенсивно эта работа проходила на Черноморском и Тихоокеанском флотах. Так, в 1940 г. черноморские торпедоносцы осуществили 284 атаки со сбросом торпед.



Великая Отечественная война стала суровым испытанием всего народа, проверкой умения и мужества моряков надводных кораблей, подводных лодок, летчиков минно-торпедной авиации. В жестоких боях выросли многие мастера торпедных ударов, совершенствовалось торпедное оружие, которое с самого начала боевых действий стало основным средством ВМФ для решения одной из важнейших задач - нарушения морских коммуникаций противника. В первые месяцы войны торпедные атаки завершались, в основном, выстрелом одной торпеды, что снижало их эффективность. Всего за период с июля по октябрь 1941 г. подводные лодки Северного флота провели 44 атаки, но только 21 из них была успешной. Поэтому уже в конце 1941 г. подводники стали практиковать залповую стрельбу несколькими торпедами с временным интервалом, что повысило вероятность попадания в цель. Дистанция стрельбы возросла с 3...4 каб до 10...12 каб. Так, североморские подводники за ноябрь-декабрь 1941 г. и весь 1942 г. осуществили 83 залповых атаки фашистских кораблей и судов, из которых 67 были успешными, в 1943 г. из 82

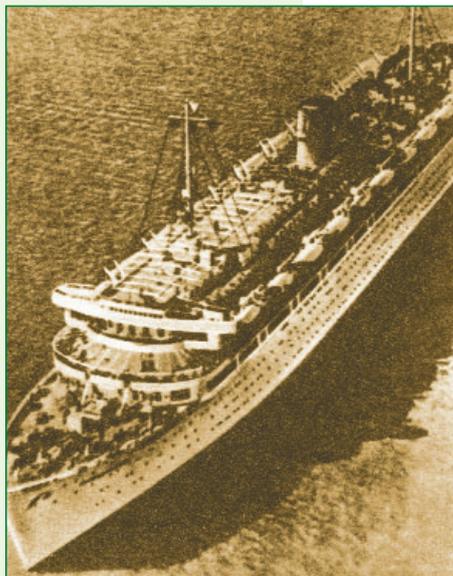
атак 73 завершились успешно. Североморцы первыми стали выходить в торпедные атаки, не поднимая перископ и основываясь лишь на данных, получаемых от гидроакустиков. Всего за 1941-1944 гг. подводники этого флота использовали 676 торпед, из них около 60 % попали в цель. Например, 29 марта 1943 г. подводная лодка С-55 (командир капитан 3-го ранга Л.М. Сушкин) в районе мыса Нордкин атаковала конвой противника в составе двух транспортов и шести кораблей охранения. Преодолев охранение, подлодка выпустила четыре торпеды, три из которых попали в цель, отправив оба транспорта на дно. В мае 1943 г. подводная лодка С-56 (командир капитан 3-го ранга Г.И. Щедрин) произвела залп четырьмя торпедами, потопив крупный транспорт и танкер немцев. Всего за годы войны подводники Северного флота потопили более 180 транспортов и боевых кораблей врага суммарным водоизмещением 600 000 брт, повредили 41 транспорт и корабль.

Подводники Краснознаменного Балтийского флота (КБФ) в основном стреляли одной торпедой в целях экономии, т.к. прорывы подводных лодок в Балтийское море происходили в крайне сложных условиях и были смертельно опасны. Несмотря на это, своими действиями они наносили значительный ущерб транспортному флоту противника, в ряде случаев вынуждая его временно прекращать подвоз морем пополнения и материальных ресурсов для ведущих наступление в прибрежной полосе сухопутных частей. Всего балтийскими подводниками было потоплено 144 транспортных судна и боевых корабля общим водоизмещением 347 575 брт и 6 повредили. На Черном море подводники уничтожили 85 и повредили 12 транспортов и боевых кораблей. На вопрос, много это или мало, дает ответ справочник по подготовке личного состава авиации США: "Если подводная лодка потопит два судна по 6000 тонн каждое и один танкер в 3000 тонн, то можно сказать, что при этом погибло 42 танка, восемь 152-мм гаубиц, 88 87,6-мм орудий, 40 40-мм орудий, 24 автобронемашин, 50 пулеметов, 5210 тонн боеприпасов, 600 винтовок, 428 тонн запасных частей для танков, 2000 тонн разных продуктов и предметов снабжения, 1000 канистр бензина. Во что вылились бы боевые действия, если б суда доставили эти грузы в порт выгрузки? Для уничтожения этого военного имущества силами бомбардировочной авиации противнику пришлось бы совершить 3000 налетов".

Торпедным оружием подводных лодок советского флота неприятелю были нанесены большие потери в корабельном составе, уничтожены значительные материальные ценности и людские резервы. Ярчайшим примером этого являются действия подводной лодки С-13 (командир - капитан 3-го ранга А.И. Маринеско). 30 января 1945 г. лодка находилась на позиции в районе маяка Хела. Вечером был замечен немецкий конвой, выходящий из Данцигской бухты. Командир принял решение в позиционном положении подойти к конвою ближе и атаковать наиболее ценный объект. С-13, увеличив скорость, шла вдоль кораблей конвоя,



На фото слева: эсминцы проекта 7 в гавани Севастополя
Вверху: торпедный аппарат 39Ю на эсминце проекта 7



Германский лайнер "Вильгельм Густлов"

находясь от них в 2,5 кабельтовых. Было решено нанести торпедный удар по самому крупному транспорту, водоизмещение которого составляло, по мнению командира, не менее 20 000 т. После объявления торпедной атаки прошло довольно много времени, но команды "Пли!" все не было. Наконец лодка развернулась на боевой курс и в 23 часа 08 минут три торпеды пошли к цели. Вот несколько записей из журнала боевых действий С-13:

"21.55. Обнаружен лайнер на параллельном курсе.

22.55. Установлены элементы движения: курс 280 градусов, скорость 15 узлов, водоизмещение 18...20 тысяч тонн.

23.04. Легли на боевой курс 15 градусов.

23.08. Трехторпедный залп в левый борт (со стороны берега) из носовых торпедных аппаратов № 1, 2, 4 с дистанции 2,5...3 кабельтовых".

Спустя 15 секунд раздался три мощных взрыва. Первая торпеда попала под фок-мачту, вторая - в середину судна, третья - под грот-мачту. Торпедированный транспорт затонул через 15 минут. Оказалось, что это был теплоход "Вильгельм Густлов" водоизмещением 25 484 т., на котором пытались вырваться из порта Данциг (Гданьск) свыше 7 тысяч гитлеровцев. Кораблям охранения удалось спасти лишь 904 человека.

Шведская газета "Афтонбладет" за 20 февраля 1945 г. писала, что на борту "Вильгельма Густлова" находилось 9 тысяч человек, в т.ч. генералы и старшие офицеры РСХА (ведомства Гиммлера), 22 высокопоставленных партийных чиновника из Восточной Пруссии и польских земель, батальон вспомогательной службы порта из войск СС численностью 300 человек, а главное - 3700 унтер-офицеров, выпускников школы подводного плавания, и 100 командиров подводных лодок, прошедших специальный курс усовершенствования для управления подводными лодками с единым двигателем системы Вальтера.

С-13 продолжала находиться на позиции в районе Данцигской бухты. В 22 часа 15 минут 9 февраля акустик доложил командиру о шуме винтов крупного судна, шедшего под охраной шести эсминцев типа "Карл Гальстер". В это время подлодка шла в надводном положении. Прибавив скорость, С-13 обошла конвой и стала выходить в атаку со стороны моря. Однако один из эсминцев вдруг повернул в сторону лодки. Отвернув вправо, подлодка выпустила две торпеды по транспорту из кормовых аппаратов в 2 часа 50 минут 10 февраля. Одна торпеда попала под мостик, вторая - в районе задней дымовой трубы. Взрывы торпед вызвали еще три мощных взрыва внутри судна.

Это могли быть взрывы котлов транспорта или сдетонировал боезапас. Как выяснилось, был потоплен военный транспорт "Генерал фон Штойбен" водоизмещением 14 660 т., на котором перебрасывались для усиления обороны Берлина подразделения танковой дивизии численностью 3600 человек. Спаслись удалось только тремстам.

Значительных боевых успехов добились моряки торпедных катеров. Они топили транспорты и корабли противника, срывали морские перевозки, в

ряде случаев применяли торпеды для ударов по морским базам и военным объектам на берегу. Уже в 1941 г. балтийские катерники в крайне неблагоприятных условиях (господство авиации противника в воздухе, потеря передовых баз и т.д.) провели 36 атак, использовали при этом 49 торпед, потопив и повредив 26 немецких кораблей и судов. Как и подводники, катерники Балтики стреляли одной торпедой, т.к. трудности их доставки в места базирования катеров вынуждали командиров экономить боезапас. 22 декабря 1943 г. три торпедных катера Северного флота потопили эсминец, два сторожевых корабля и транспорт врага. Наиболее удачно действовал катер старшего лейтенанта А.О. Шабалина, потопивший оба сторожевика. Огромную роль сыграли торпедные катера в Новороссийской десантной операции 10 сентября 1943 г. В два часа начался налет советской авиации на порт, бомбардировщики и штурмовики наносили удары по узлам сопротивления гитлеровцев. Через 15 минут по береговым объектам в порту открыла огонь артиллерия. Еще через несколько минут две группы торпедных катеров, приблизившись к молам, выпустили торпеды по расположенным на молах укреплениям, уничтожив огневые точки, и по боно-сетевому заграждению, в котором были пробиты бреши. Таким образом, появился не известный еще в мире тактический прием использования торпедного оружия.



Всего за годы Великой Отечественной войны торпедные катера советского Военно-Морского флота 2656 раз выходили на коммуникации немцев, осуществив 378 торпедных атак, потопив и повредив в них более 250 кораблей и судов.

Случаи применения торпедного оружия эсминцами были единичны. Так, 20 января 1943 г. в районе о. Вардё лидер "Баку" и эсминец "Разумный" обнаружили два немецких транспорта, шедших под охраной эсминца и двух сторожевиков. С дистанции 26 кабельтовых лидер произвел четырехторпедный залп по головному транспорту "Танья" и открыл артиллерийский огонь. Одна из торпед попала в транспорт, который быстро затонул. "Разумный" стрелял по второму транспорту, нанеся ему повреждения.

Ударной силой флота была торпедоносная авиация, применявшая два способа торпедометания: низкое и высотное, основным из которых было низкое. Торпеда сбрасывалась с высоты 10...20 м. В начале войны торпеды сбрасывались с дистанции 1000 м, однако в 1943 г. из-за значительного увеличения сил ПВО конвоев и транспортов это расстояние дошло до 4000 м. Одним из первых успехов низких торпедоносцев является удар двух ДБ-3ф 29 июля 1942 г. недалеко от Порсангер-фиорда по двум транспортам общим водоизмещением около 20 000 т. Суда шли в охране-

На фото справа: у перескопа капитан 3 ранга Лунин, командир подводной лодки К-21, атаковавшей немецкий линкор "Тирпиц" в Баренцевом море

Страница шведской газеты с сообщением о потоплении "Вильгельма Густлова" советской подводной лодкой



нии миноносца, трех сторожевых кораблей и четырех катеров. Торпедоносцы зашли со стороны солнца, снизились и легли на боевой курс. Ведущий капитан И.Я. Гарбуз нацелился на транспорт водоизмещением около 15 000 т. В 20.10, когда до цели оставалось 600 м, с высоты 30 м была сброшена торпеда. Одновременно сбросил торпеду ведомый старший лейтенант Б.С. Громов. Торпеды попали в носовую и кормовую части транспорта, который быстро затонул.

Из года в год росло количество групповых атак с увеличением численности групп. Если в 1942 г. на Севере 12 атак были проведены группами по два самолета и две - группами из трех машин, то в 1943 г. количество торпедоносцев в группе возросло до шести. Авиаторы Северного флота в начале 1942 г. впервые применили высотное торпедометание. Всего за годы войны торпедоносцами всех флотов было потоплено более 400 боевых кораблей и транспортов противника.

Почти сразу после начала войны, 3 июля 1941 г., СНК принял постановление о плане поставок флоту минно-торпедного, трального и противолодочного оружия на второе полугодие. К выполнению плана по торпедам были привлечены три завода. Далее ГКО принял постановление от 11 июля 1941 г., утвердившем самым план заказов Морского технического управления ВМФ по ряду новых образцов вооружения



(торпеды 53-39, модернизированные гидроскопы МО-3, неконтактные взрыватели для торпед и т.д.).

Эвакуация двух из трех торпедных заводов явилась причиной резкого сокращения производства торпед. В четвертом квартале был прекращен выпуск 450-мм торпед и авиационных торпед 45-36. Эвакуация последнего торпедного завода привела к тому, что с августа 1942 г. до мая 1943 г. выпуск торпед прекратился полностью. На новых местах восстановление производства минно-торпедного оружия шло крайне медленно. Если с июня 1940 г. по июнь 1941 г. ВМФ получил от промышленности 3065 торпед, то за первый военный год - 1362 торпеды, а за второй год войны - всего 80 торпед. В ряде месяцев 1942 г. флоты торпед не получали. Нормальное производство торпед (10 - 15 штук в месяц) наладилось только в 1944 г. Задерживался серийный выпуск новых образцов торпед (53-39 и ЭТ-80). В 1943 г. было изготовлено всего 25 торпед ЭТ-80, из которых первые три торпеды флот получил только в октябре, и 25 торпед 53-39. Нарком ВМФ неоднократно обращался в СНК и ГКО с просьбой об оказании помощи для улучшения работы минно-торпедных заводов. В результате этих обращений ГКО принял постановление от 15 сентября 1943 г. "О коренном улучшении работы заводов 2-го Главного управления НК СП, изготавливающих торпедно-минно-

тральное вооружение", которым обязал НКСП к 1 января 1944 г. создать мощности по производству морского вооружения, обеспечивающие его выпуск. Поскольку НКСП это постановление не выполнил, ГКО новым постановлением от 3 апреля 1944 г. определил ряд дополнительных мер по обеспечению флота торпедами и созданию мощностей в размерах, предусмотренных предыдущим постановлением. К началу третьего квартала 1944 г. намечалось сдать флоту 255 торпед, в том числе 30 ЭТ-80. Хотя производство торпед стало возрастать, его размеры не обеспечивали потребности флотов. Всего за годы войны ВМФ получил от НКСП 3250 торпед, при этом за это же время их было израсходовано 5338. Торпеды новых образцов в небольших количествах начали поступать с конца 1943 г. До конца войны флот получил от промышленности всего 194 торпеды 53-39 и 165 торпед - ЭТ-80.

Перед войной удалось создать запасы минно-торпедного оружия, которые позволили обеспечить боевую деятельность ВМФ, особенно в период временного сокращения и полного прекращения их изготовления промышленностью. Так, к началу войны запасы торпед в количестве 6394 были больше, чем их израсходовал флот за всю войну. Запасы эти состояли в большинстве из торпед, разработанных до 1938 г., т. е. из парогазовых 53-38 и 45-36. Производство торпедного оружия в годы войны лишь частично удовлетворяло потребности ВМФ. При этом расходовалось торпед больше, чем их выпускалось промышленностью. Это приводило к ежегодному сокращению запасов на действующих флотах. Поэтому в целях обеспечения действующих флотов Минно-торпедное управление НК ВМФ провело ряд мероприятий:

- принято решение об изготовлении торпед 53-38 и 53-39 только с одним режимом (4000 м), что упростило технологию;
- разрешалось использование высотных торпед для низкого торпедометания;
- отработывалось применение корабельных торпед 45-36Н как авиационных (низких) торпед;
- для действующих флотов 1222 торпеды были взяты из запасов Тихоокеанского флота;
- разрешалось использование торпед устаревших или не принятых на вооружение (53-27, 53-36);
- в 1945 г. торпеды с Северного флота передавались КБФ и ТОФ и т.д.

Приспособление корабельных торпед для авиации и применение устаревших торпед уменьшало эффективность торпедного оружия, а производство однорежимных торпед (4000 м) ухудшало их ТТД. В ходе войны возникла необходимость увеличивать дистанцию стрельбы. Потребность флота в новых торпедах (53-39 и ЭТ-80) и ряде приборов не обеспечивала промышленность. Из новых торпед за всю войну было использовано 19 типа ЭТ-80 и 36 - типа 53-39. В то же время принятые меры позволили не допустить срыва боевой деятельности флотов, однако полностью решить проблему снабжения ВМФ торпедами и задачу повышения эффективности торпедного оружия не удалось.

(Продолжение в следующем номере).



Погрузка торпеды на подводную лодку

На фото: дивизион торпедных катеров типа Г-5

ИГРЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛОВ

Александр Владимирович Ефимов

18-21 апреля на ВВЦ прошла очередная выставка "Образование в Москве - 2007". Практически все образовательные учреждения Москвы представили свои наиболее перспективные образовательные программы. Их тематики охватывали все возможные направления образовательной деятельности.



В один из дней выставки была представлена совместная программа Государственного образовательного учреждения школы-интерната "Интеллектуал" и ФГУП ЦИАМ им. П.И. Баранова. Задача программы - целенаправленный поиск и подготовка одаренных школьников для авиамоторостроительной промышленности России. Программа действует уже третий год. Первый год совместной работы прошел под знаком нетрадиционных летательных аппаратов. Одним из итогов были демонстрационные полеты в Крылатском реконструкции змейковой системы Ульянина и видеосъемка с нее. В подготовке полетов участвовали и ребята детской технической станции "Крылатское".

Последнее время, почти полтора года, школьники исследуют аэродинамику экранопланов и принципы конструирования тепловых шаров-монгольфьеров. Работы по исследованию экранопланов

продолжаются и мы надеемся провести исследование моделей в школьной аэродинамической трубе и гидроканале ЦАГИ. Большую помощь в постановке задач для школьников, увлеченных проблемой строительства экранопланов, оказал один из ведущих сотрудников, ЦИАМ В.Э. Сарэн. Работа представлялась на выставке НТТМ-2006.

На выставке "Образование в Москве" участники программы демонстрировали работы по "Аэромодельной рождественской фиесте - 2007" (о которой "Двигатель" уже писал в № 1 этого года) и новую работу: электростатический двигатель. "Интеллектуалы" продемонстрировали в работе задуманную и отлаженную своими силами модель электростатического двигателя. Сам двигатель был изготовлен на производстве ЦИАМ по чертежам, выполненными школьниками "Интеллектуала" и участниками клуба "Крылатское". Этому двигателю был посвящен прошедший в тот же день совместный семинар с участием школьников "Интеллектуала", руководителя детско-юношеской лаборатории "Сокольники" М.М. Лаврененко и сотрудника ИВТ РАН Година С.М. На семинаре демонстрировались магнетродинамические системы и заявлена новая работа: по двигателю Стирлинга... с жидкими поршнями. Работы по этому оригинальному двигателю ведутся школьниками



МУ СЛК "Крылатское" и продолжают как в клубе, так и в школе "Интеллектуал" при активном участии ведущих специалистов ФГУП ЦИАМ им. П.И. Баранова. 



Обсуждение работ на семинаре



Электростатический двигатель



Эксперимент по двигателю Стирлинга с жидкими поршнями

**IV
ОЛИМПИАДА
ПО ИСТОРИИ
АВИАЦИИ
И
ВОЗДУХОПЛАВАНИЯ**



Завершилась очередная, на этот раз IV, Олимпиада по истории авиации и воздухоплавания. Традиционно она проводилась в два этапа, причем на первом из них - в сети Интернет, что давало возможность участвовать в ней не только москвичам. По ее условиям разрешалось вплоть до "часа X" корректировать свою работу. В этот раз Олимпиада была посвящена 65-летию начала боевого пути полка "Нормандия-Неман", но темы охватывали не только историю развития авиации и воздухоплавания. Организаторы предложили участникам проанализировать перспективы развития авиации, произвести сравнение путей развития конструкторской мысли.

В отличие от предыдущих лет в первом туре приняло участие большое количество ребят из Краснодара, Ульяновска, Сибири, Санкт-Петербурга и других городов России, а также зарубежья. Да, зарубежья, ведь в Олимпиаде могут принимать участие все русскоговорящие юноши и девушки в возрасте от 12 до 18 лет.

Из всех присланных для последующего рассмотрения было допущено 27 работ. Затем специальное жюри отобрало только десять для участия во втором, теперь уже очном, туре Олимпиады. Для обеспечения участия всех допущенных ко второму туру спонсорами и меценатами было осуществлено финансирование поездки в Москву, проживания и возвращения домой.

Очный тур, проведенный как Молодежный симпозиум, состоялся 20 апреля 2007 г. в Золотом зале Дома культуры "Чайка" московского машиностроительного предприятия "Салют". В этом году жюри Олимпиады возглавил Г.В. Новожилов, президент Академии наук авиации и воздухоплавания, известный конструктор самолетов марки "Ил". После длительного и достаточно жаркого обсуждения докладов, победителем IV Олимпиады стал Владимир Боровиков (лицей № 1, Усолье-Сибирское, Иркутская обл.). Его доклад "Конвертопланы - утопия или будущее?" был посвящен новому направлению в разви-

тии авиации - самолетам вертикального взлета и посадки. Ему удалось не только проследить историю развития этого "экзотического" летательного аппарата, но и оценить эффективность и показать перспективность этих самолетов-вертолетов.

Второе место было отдано Венедикту Дорожке (гимназия "Юридическая", Волгодонск, Ростовская обл.). Отличительной особенностью его работы "Братья Монгольфье и их современные последователи" являлось проведение не только глубоких теоретических, но и экспериментальных исследований.

Третье место завоевала Анна Деднева (политехнический колледж № 39, Москва). Ее работа "История истребительного полка Нормандия-Неман" была посвящена людям-героям II Мировой войны - летчикам и техническому персоналу как этого, так и других авиационных полков, в том числе женских. Ей удалось найти и пригласить на Молодежный симпозиум участниц Великой отечественной войны: Кулькову Елену Мироновну, старшего летчика 125 гвардейского бомбардировочного Борисовского орденов Суворова и Кутузова авиационного полка имени М.М. Расковой, и ее сослуживиц - Брок-Бельцову Галину Павловну, штурмана самолета По-2, и Кирилину Анну Ивановну, механика по вооружению.

Победители Олимпиады получили дипломы, ценные подарки от спонсоров и приглашение стать членами Клуба авиастроителей. На торжественном подведении итогов Олимпиады присутствовали известные авиастроители, летчики-испытатели, историки, писатели и журналисты, учащиеся московских школ и колледжей.

В этом году Олимпиада была организована Клубом авиастроителей при участии Департамента образования Москвы, Департамента науки и промышленной политики Москвы, МГТУ им. Баумана, МАИ, МАТИ, РГГУ и Авиакосмофонда.

Спонсорами IV Олимпиады выступили ФГУП "ММПП "Салют", ОАО "Ил", АССАД, ОАО "Аэрофлот - Российские авиалинии", "Трансаэро", "Волга Авиаэкспресс", аэропорт "Курумоч", ЗАО "МСЗ-Салют", ОАО "Мичуринский завод "Прогресс", КБ "Нацпромбанк", ОАО "ГМЗ "Агат", дизайн-студия "Гарусс", Комитет по образованию ЦО Волгограда.

За активное участие в подготовке и проведении Молодежного симпозиума особую благодарность организаторы Олимпиады выразили руководству и всему коллективу ФГУП "ММПП "Салют".

Началась подготовка к V Олимпиаде. В скором времени новые темы для конкурсных работ будут помещены на сайте Клуба авиастроителей www.as-club.ru.



Приз за первое место вручает Г.В. Новожилов



Приз за второе место вручает В.Н. Кондауров



Приз за третье место вручает Л.М. Вяткин



Слева на право: Г.П. Брок-Бельцова, Е.М. Кулькова, А.И Кирилина

Соб. инф.

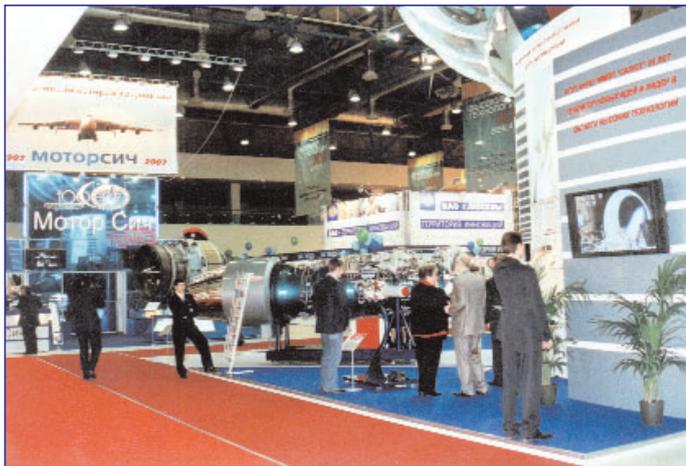


С 23 по 26 апреля 2007 г. в Центральном выставочном комплексе "Экспоцентр" прошел ежегодный VIII Международный форум "Высокие технологии XXI века". Одним из ведущих направлений этого мероприятия стали задачи продвижения на рынок разработок высокотехнологичного комплекса. В его подготовке и проведении принимали активное участие: правительство Москвы, департамент науки и промышленной политики города Москвы, Министерство промышленности и энергетики Российской Федерации, Министерство обороны Российской Федерации, федеральные агентства и службы, Российская академия наук. Главной организатор форумов - Институт экономики и комплексных проблем связи (ОАО "ЭКОС").

Открытие прошло в первом павильоне ЦВК "Экспоцентр". Лейтмотивом форума прозвучали слова, сказанные на открытии мэром Москвы Ю.М. Лужковым: "Нам есть что показать. Промышленность оживает после упаднического периода". Он сообщил, что накануне открытия форума президент страны провел специально несколько крупных совещаний и "подтвердил необходимость для России двигаться по пути развития высоких технологий, инноваций и нанотехнологий".

Программа включала комплекс выставочных мероприятий и обширную деловую программу.

В программе выставочной экспозиции были представлены отрасли, которые определяют лицо научно-технического прогресса, лежат в основе повышения качества жизни. Это, в первую очередь,



космические программы в коммерческих целях, альтернативные источники энергии, биотехнология, экология, новые конструкционные материалы, оборудование и материалы для здравоохранения.

На выставке демонстрировались инновационные проекты предприятий и региональные инновационные программы. Основу экспозиции представляли высокие технологии предприятий оборонного комплекса России.

Общая площадь выставки составила свыше 3500 м². В ней приняло участие более 550 экспонентов из России и зарубежных стран, которые продемонстрировали более четырех тысяч экспонатов. Около половины экспонатов - постоянные участники выставки.

На ней были представлены 45 городов из 34 регионов Российской Федерации, а также 40 участников из Украины, Республики Беларусь, Латвии, Венгрии, Великобритании, Германии и Франции. Более половины участников представляло Москву.

На выставке "BT XXI-2007" была представлена продукция и технологии мировых лидеров "хай-тека": ММПП "Салют", ОАО "Мотор Сич", ММЗ "Вымпел", НИИ ВК им. М.А. Карцева, ФГУП "Северное машиностроительное предприятие", ФГУП ГНПП "Сплав", ЦНИРТИ им. академика А.И. Берга, НПО "Химавтоматика", ГНЦ ВИАМ, ЦНИТИ "Техномаш", НПО "Пульсар", РХТУ им. Д.И. Менделеева, МГТУ им. Н.Э. Баумана, ЦНИИ конструкционных материалов "Прометей" и другие.

Наряду с традиционной схемой, включающей общие экспозиции перспективных научно-технических направлений (таких как: авиационно-космические технологии, радиоэлектроника,

телекоммуникационные системы и технологии, машиностроение, лазерные технологии, биотехнология, химия и новые материалы, экология и др.), в выставочной программе Форума были представлены специализированные Салоны: "Нанотехнология", "Hi-Tech-Наука", "Hi-Tech-Медицина", "Наукоград", "Технопарк".

Главная особенность выставки "BT XXI - 2007" состояла в том, что в экспозиции тесно соседствовали организации Российской академии наук, (фундаментальные исследования), научно-исследовательские организации (прикладные исследования), а также предприятия промышленности и малого инновационного бизнеса (технопарки, инновационные центры и др.).

Особого внимания заслуживает то, что в выставочной программе Форума впервые был представлен специализированный салон "Нанотехнологий". В его организации приняли участие Технопарк "Курчатовский" и Московский комитет по науке и технологиям.

Цель салона - объединить на одной площадке научно-технологический потенциал и достижения отдельных групп разработчиков для установления взаимовыгодного партнерства, показать достижения в сфере прикладных нанотехнологий будущего и настоящего в различных отраслях реальной экономики России.

В целом, салон "Нанотехнологии" продемонстрировал значительный потенциал, накопленный в сфере отечественных нанотехнологий, готовых к широкому внедрению в сферу реальной экономики и социального сектора, который может быть использован в



целях подъема и перевода отечественных предприятий и российской экономики на инновационный путь развития.

Все участники Форума были награждены памятными дипломами оргкомитета, а конкурентоспособные и перспективные образцы продукции и инновационные проекты - медалями и почетными знаками Форума - золотыми, серебряными и бронзовыми статуэтками "Святой Георгий".

Выставку посетило около 11 тыс. человек (представители более 30 зарубежных стран, руководители и специалисты структур исполнительной власти и предприятий).

Международная конференция "Высокие технологии - стратегия XXI века"

Пленарное заседание конференции прошло под названием: "Реализация потенциала высокотехнологического комплекса в интересах построения экономики, основанной на знаниях". Было проведено 12 тематических конференций, семинаров и "круглых столов" под руководством ведущих специалистов.

Всего на международной конференции было представлено более 200 докладов по актуальным вопросам технологической и инновационной политики нашей экономики. В мероприятиях конференции приняли участие более 1500 человек.

Организаторы форума приглашают всех желающих к участию в IX Международном форуме "Высокие технологии XXI века" (BT XXI-2008) (апрель 2008 г., Центральный выставочный комплекс "Экспоцентр" на Красной Пресне).



29 августа 2007 года

30 августа 2007 года

**6-й Конгресс
технологов
автомобилестроения**

**9-я Конференция
«Двигатели для
российских
автомобилей»**

**Организаторы
При поддержке
В рамках**



АСМ-холдинг

НАПАК

ОАР

МВЦ «Крокус Экспо»

Минпромэнерго

ТПП РФ

ГНЦ РФ «НАМИ»

Международного Автомобильного Салона «ИНТЕРАВТО-2007»

ТЕМАТИКА КОНГРЕССА:

- Современные организационно-технологические решения
- Новые материалы, оборудование, инструмент
- Быстрое прототипирование, роботизация
- Качество: контроль, испытания и сертификация
- Экология: утилизация и переработка
- Технологии ремонта узлов и агрегатов

ТЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦИИ:

- Автомоторостроение: научно-техническая политика
- Корпоративные бизнес-структуры в моторостроении: особенности развития
- Моторные автокомпоненты и электроника
- Автомобильные двигатели: комплексное обеспечение экологических требований
- Применение альтернативных видов топлива

Контакты

ОАО «АСМ-холдинг»

Ул. Кузнецкий мост, 21/5, г. Москва, К 31, Россия, ГСП 6, 107996
Тел./факс +7(495) 621 62 60, 621 02 00, 621 04 71, 626 09 24, 621 75 46
www.asm-holding.ru e-mail: inf@asm-holding.ru

**Информационная
поддержка**



Место проведения

МВЦ «КРОКУС ЭКСПО» Павильон № 2, Конференц зал «С»

*Двигатели -
энергия успеха!*



- Авиационные и космические двигатели
- Двигатели для автомобилей, тракторов, судов, подвижного состава
- Двигатели для газо- и нефтеперерабатывающих агрегатов
- Двигатели для энергетических установок
- Электродвигатели, ветродвигатели
- Микродвигатели для спорт. моделизма
- Системы автоматического управления двигателем
- Перспективные научные и индустриальные проекты
- Двойные технологии
- Компьютерные разработки
- Станкостроение
- Металлургия
- Топлива, масла, смазки
- Подшипники
- Ремонт и сервисное обслуживание

В рамках салона проводится научно-технический конгресс по двигателестроению с широким привлечением специалистов авиац., космической, автомоб., тракторной и судостроительной промышленности, эксплуатантов двигателей и представителей экологических организаций.

Двигателестроение было и остается ведущей отраслью машиностроения России. Мы вместе прошли годы кризиса и падения, вместе вышли из этого пике, и сейчас, несмотря на все трудности, уверенно смотрим в будущее.

Лучший показатель пройденного пути, своеобразный смотр наших достижений - выставка «Двигатели-2008», которая в десятый раз пройдет в Москве 15-19 апреля 2008 г. Юбилейная выставка и проходящий в ее рамках научно-технический конгресс - логическое продолжение и развитие предшествующих салонов, начиная с самого первого «Авиадвигателестроение-90», состоявшегося в 1990 г.

Само время подсказало идею проведения салонов и единственный выход для развития двигателестроения - объединение через интеграцию. Несмотря на трудности объединительного процесса, бурных дискуссий о дальнейших путях интеграции, прошедшие и, я надеюсь, будущий салон показывают, что наша сила - в единстве.

Надеюсь, что это единство, вкупе с демонстрацией высокого уровня продукции предприятий-участников салона, станет основой как для успешной работы на выставке, так и для дальнейшего процветания двигателестроителей.

Ждем Вас на Салоне «Двигатели-2008»

Генеральный директор Салона «Двигатели»

Президент Ассоциации «Союз авиационного двигателестроения»

В.М. Чуйко

тел. (495) 366-80-48
тел. (495) 366-09-14
факс (495) 366-43-88

e-mail: assad@assad.ru
http://assad.ru



Sodick

Все остальное -
прошлый век!

Линейные ЭИ станки

Сверхточные и ультрамоментные
прямые линейные сервоприводы
+ керамическая рабочая зона
+ 3D CAD/CAM в современных
электроискровых (электроэрозионных)
станках от пионера и лидера
нанотехнологий в металлообработке

**Самые покупаемые
в мире ЭИ станки!**



Spice **UP** Parting

TANG-GRIP
тангенциальная
пластина



109544, г. Москва,
ул. Малая Андроньевская, 20/8.
Тел./факс: +7 (495) 956-4769, 956-4776

2:1

НОВЫЙ тангенциальный метод зажима



старый метод отрезки

