

Двигатель

Научно-технический журнал № 4(88 + 243) 2013

**МАКС - рабочий
инструмент
авиационной
промышленности**

A hand wearing a black nitrile glove holds a white cylindrical tool with the word 'MAKS' printed on it. The background is a blue and white plaid shirt with buttons.

МАКС предоставляет специалистам и бизнесменам уникальную возможность установливания многоуровневых контактов, дальнейшего развития производственной кооперации и поиска новых партнеров для бизнеса.

С официального сайта МАКС-2013



Научно-техническое издание по освещению проблем в промышленности



Медаль АМКОС "Преодоление"



Редакционный совет

- Агульник А.Б., д.т.н.,**
декан факультета авиационных двигателей МАИ
- Бабкин В.И., к.т.н.,**
ген. директор ГНЦ "ЦИАМ им. П.И. Баранова"
- Багдасарьян Н.Г., д.филос.н.,**
профессор МГУ им. М.В. Ломоносова,
МГТУ им. Н.Э. Баумана
- Богуслаев В.А., д.т.н.,**
Президент АО "МОТОР СИЧ"
- Воронков Ю.С., к.т.н.,**
зав. кафедрой История науки РГГУ
- Григорян Г.Г., д.т.н.,**
гл. научный сотрудник ФГУК "Политехнический музей"
- Губертов А.М., д.т.н.,**
зам. директора ФГУП "Исследовательский центр им. М.В. Келдыша"
- Дическул М.Д.,**
зам. управляющего директора ОАО "УК "ОДК"
- Дмитриев В.Г., д.т.н.,**
вице-президент корпорации "Иркут"
- Иноземцев А.А., д.т.н.,**
ген. конструктор ОАО "Авиадвигатель"
- Каблов Е.Н., академик РАН,**
ген. директор ГНЦ "ВИАМ"
- Каторгин Б.И., академик РАН**
- Коржов М.А., к.т.н.,**
руководитель проекта "Двигатель"
ОАО "АвтоВАЗ"
- Кравченко И.Ф., д.т.н.,**
ген. конструктор ГП "ИВЧЕНКО-ПРОГРЕСС"
- Крымов В.В., д.т.н.**
- Кутенев В.Ф., д.т.н.,**
зам. ген. директора ГНЦ "НАМИ" по научной работе
- Кухаренок Г.М., к.т.н.,**
зав. каф. ДВС Белорусского национального ТУ
- Лобач Н.И.,**
ген. директор ПО "Минский моторный завод"
- Новиков А.С., д.т.н.**
зам. ген. директора ГНЦ "ЦИАМ им. П.И. Баранова"
- Пустовгаров Ю.Л.,**
президент Торгово-промышленной палаты
Республики Башкортостан
- Рачук В.С., д.т.н.,**
ген. конструктор, ген. директор
ФГУП "КБ Химавтоматики"
- Ружьев В.Ю.,**
первый зам. ген. директора Российского
Речного Регистра
- Рыжов В.А., д.т.н.,**
главный конструктор ОАО "Коломенский завод"
- Ситнов А.П.,**
президент, председатель совета директоров
ЗАО "Двигатели "ВК-МС"
- Скибин В.А., д.т.н.,**
научный руководитель ГНЦ "ЦИАМ
им. П.И. Баранова"
- Смирнов И.А., к.т.н.,**
ген. конструктор КБХМ - филиала ФГУП "ГКНПЦ
им. М.В. Хруничева"
- Ставровский М.Е., д.т.н.,**
проректор по научной работе
РГТУ имени К.Э. Циолковского (МАТИ)
- Троицкий Н.И., к.т.н.,**
доцент МГТУ им. Н.Э. Баумана
- Фаворский О.Н., академик РАН,**
член президиума РАН
- Чуйко В.М., д.т.н.,**
президент Ассоциации "Союз
авиационного двигателестроения"
- Зайков Г.В.,**
ген. директор ГП "НПК газотурбостроения
"ЗОРЯ"-МАШПРОЕКТ"

РЕДАКЦИЯ

Главный редактор

Александр Иванович Бажанов
член-корреспондент
Международной инженерной академии

Заместитель главного редактора

Дмитрий Александрович Боев

Ответственный секретарь

Александр Николаевич Медведь, к.т.н.

Финансовый директор

Юлия Валерьевна Дамбис

Редакторы:

Александр Аркадьевич Гомберг,
Андрей Иванович Касьян, к.т.н.
Юрий Романович Сергей, к.т.н.

Литературный редактор

Иван Петрович Сидоров

Художественные редакторы:

Александр Николаевич Медведь
Владимир Николаевич Романов

Техническая поддержка

Ольга Владимировна Лысенкова, к.пед.н.

В номере использованы фотографии, эскизы и рисунки:

А.В. Артамонова, А.И. Бажанова,
Д.А. Боева, А.В. Ефимова,
А.Н. Медведя, В.Н. Романова и др.

Адрес редакции журнала "Двигатель":

111116, Россия, Москва,
ул. Авиамоторная, 2.

Тел./Факс: (495) 362-3925.

dvigatell@yandex.ru

boeff@yandex.ru

aib50@yandex.ru

www.dvigately.ru

Электронная версия журнала (2006-2012 гг.)
размещается также на сайте Научной электронной
библиотеки www.elibrary.ru и включена в индекс РИНЦ

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ

ООО "Редакция журнала "Двигатели" ©
генеральный директор Д.А. Боев
зам. ген. директора А.И. Бажанов

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.

Журнал "Двигатель", рекомендован экспертными советами ВАК по техническим наукам, по истории, экономике, философии, социологии и культурологии в числе журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук. Индекс 28377 в общероссийском каталоге 2008 г.

Научно-технический журнал "Двигатель" ©
зарегистрирован в ГК РФ по печати.

Per. № 018414 от 11.01.1999 г.

15-й (107-й) год издания.

Отпечатано

ЗАО "Фабрика Офсетной Печати" Москва.

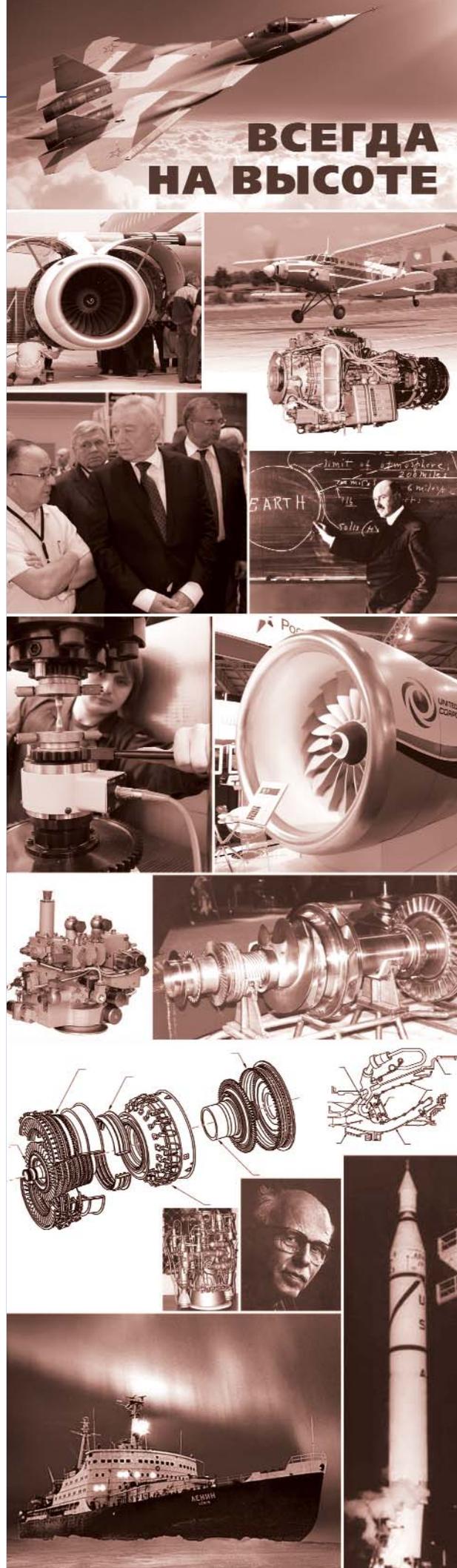
Тираж 5 000 экз.

Периодичность: 6 выпусков в год.

Цена свободная.

СОДЕРЖАНИЕ

- 2 Объединенная двигателестроительная корпорация: главное - эффективность**
В.Е. Масалов
- 8 Интеллектуальный и производственный потенциал АО "МОТОР СИЧ" - основа дальнейшего развития**
В.А. Богуслаев
- 10 Банк данных для ПД-14**
Л.Б. Полатида
- 12 Двигатель CFM56. О нем и о том, что вокруг него...**
О.Ю. Бондарев, Ю.А. Тарасенко
- 18 АО "ЮГОСТРОЙ" - чешские двигателестроители**
Я. Шилганек
- 20 АО "ЮГОСТРОЙ" - личные впечатления**
А.А. Гомберг
- 22 Переговорный процесс как механизм развития социально-трудовых отношений в условиях современного информационного общества**
С.Ю. Иванов, А.С. Иванов
- 24 Выявление информационной компетентности обученных по программе учебной дисциплины "Информационные технологии в профессиональной деятельности"**
Е.В. Невмержицкая
- 27 Видеоколеристические особенности метамерии цветовой модели RGB/KЗС**
М.А. Донцова
- 30 Турбулентность. Гидроудар в пневмогидравлической системе**
Ю.М. Кочетков
- 34 Проблематичное начало и драматический конец разработки ракеты-носителя Н1**
В.Ф. Рахманин
- 42 Что такое водородная бомба**
В.А. Белоконь
- 45 К симптомам полемики вокруг "Ста тысяч Туполевых"**
В.А. Белоконь
- 45 125-летие со дня рождения А.Н. Туполева**
- 46 Монеты, посвященные конструкторам самолетов и воздухоплавательных аппаратов**
А.В. Барановский
- 49 Памяти А.Ф. Иваха**
- 49 Стенд для испытания мощных газотурбинных установок**
- 50 Ледоколы России. Освоение просторов Российской Арктики**
В.С. Шитарёв



объединенная двигателестроительная корпорация: главное - эффективность



Владислав Евгеньевич Масалов,
генеральный директор ОАО "УК "Объединенная двигателестроительная корпорация"

Консолидация предприятий российского авиационного двигателестроения, начатая пять лет назад, в 2013 году должна завершиться практически полным объединением конструкторских и производственных ресурсов. Это важный шаг в процессе оздоровления отрасли, который позволит выйти на положительную рентабельность во второй половине десятилетия. В преддверии открытия авиасалона МАКС-2013 подведем некоторые промежуточные итоги

Предприятия Объединенной двигателестроительной корпорации - это огромная номенклатура производства и весьма широкий диапазон параметров выпускаемой продукции. Сегодня ОДК производит и

газотурбинные двигатели различной мощности и назначения, и ЖРД и газосиловые установки наземного применения.

В прошлом году в корпорации был внедрен дивизиональный принцип организации. Сделано это было потому, что ОДК, трансформируемая из конгломерата предприятий, не может за один шаг реформ перейти к современной системе управления холдингов, в основе организационной структуры которых находятся программы. Принимая во внимание оценки работы и опыта веду-

щих мировых машиностроительных компаний, было решено начать специализацию в рамках ОДК с создания дивизионов по продуктовому принципу - гражданских, вертолётных, военных и наземных двигателей. Мы также прорабатываем вопрос создания агрегатного дивизиона на базе пермского завода "Стар".

Мы изучили организационные структуры наших конкурентов - GE, Pratt & Whitney, Rolls Royce, Snecma, Turbomeca. Все они работают как единые компании с четкой ориентацией на клиента и по программному принципу, объединяя в программу группы продуктов с похожими свойствами. Тем самым концентрируется внимание на определённой номенклатуре и повышается ответственность производителя.

В каждом дивизионе есть головное предприятие, которое выполняет функцию системного интегратора. При этом политика продаж дивизионов координируется на уровне ОДК, по четко продуктовому принципу. Руководители дивизионов - это своего рода руководители программ: они отвечают за продукт по всем этапам его жизненного цикла от создания, производства, эксплуатации, модернизации до утилизации. Процесс реорганизации ОДК по дивизиональной структуризации пока еще не завершился.

Одним из главных направлений развития предприятий Объединенной двигателестроительной корпорации мы видим выстраивание межзаводской и дивизиональной кооперации по всем продуктовым направлениям. В сегментах военного, гражданского двигателестроения и наземной техники вектор взаимодействия между заводами определен, и, например, по боевым двигателям мы уже сдвинулись с места, впусив в кооперации первые двигатели АЛ-31Ф для самолета Су-27. Сегодня развитие кооперации важно, в том числе, с точки зрения технического перевооружения предприятий. Поскольку финансирование осуществляется государством, и оно ограничено, нам нужны четкие и выверенные действия по модернизации каждой производственной площадки. Очевидно, что полностью перевооружить все заводы возможности нет, и это ни к чему, потому что речь идет уже

Объем выручки ОДК (с учетом ФГУП "Салют"), млн руб.:
2010 г. - 102 368
2011 г. - 113 494
2012 г. - 126 276
2013 г. - 165 774 (прогноз)

Чистый убыток ОДК (с учетом ФГУП "Салют"), млн руб.:
2010 г. - 2 011
2011 г. - 609
2012 г. - 3 783
2013 г. - 2 122 (прогноз)

СТРУКТУРА ОБЪЕДИНЕННОЙ ДВИГАТЕЛЕСТРОИТЕЛЬНОЙ КОРПОРАЦИИ		
ОАО "УК "ОДК"		
Дивизион "Двигатели для боевой авиации"		
ОАО "УМПО"	ОАО "НПП "Мотор"	ОАО "ММП им. Чернышева"
Дивизион "Двигатели для гражданской авиации"		
ОАО "НПО "Сатурн"	ОАО "Авиадвигатель"	ОАО "Пермский моторный завод"
Дивизион "Вертолетные двигатели"		
ОАО "Климов"		
Дивизион "Энергетические и промышленные программы"		
ОАО "Сатурн-Газовые турбины"	ЗАО "Волжский дизель им. Маминых"	Компания с ограниченной ответственностью "Пи. Джи. Джи. Уммельс Бехир Би. Ви."
ОДК Газ Турбина Би. Ви. (ODK Gas Turbines B. V.)		
Дивизион "Агрегатостроение"		
ОАО "Стар"		
Двигателестроительные предприятия, не вошедшие в состав Дивизионов		
ОАО "Металлист-Самара"	ОАО "Кузнецов"	ОАО "УЗГА"
ОАО "Лопатки ГТД"		



Сборка АЛ-31Ф



SAM146

не об отдельных предприятиях, а о едином производственной холдинге, который должен вести взвешенную политику технического и технологического перевооружения, не создавая на каждой производственной площадке анклав.

Зачастую изменения касаются кардинальных вопросов финансирования. Пять лет назад в рамках программы ПАК ФА каждое из предприятий представило свое видение инвестиций в техническое перевооружение и реконструкцию испытательной базы. Получателями финансовых средств выступали "Сатурн", "Салют", УМПО и НПП "Мотор". Сейчас мы пересмотрели кооперацию по изготовлению двигателя. Опытное и серийное производство будет налажено на "Салюте", а также из программы исключен "Сатурн". Соответственно, мы будем пересматривать и перераспределять финансирование в рамках утвержденной кооперации, ис-



ПД-14



BK-2500

ходя из намеченного участия в этой программе.

Ввиду долгого срока окупаемости и огромного размера стартовых инвестиций, присутствие государства при создании нового продукта обоснованно и крайне необходимо. Есть общее правило, что мотор становится окупаемым, когда изготовлен 400-й экземпляр. В гражданском направлении существует софинансирование тех или иных проектов. При реализации такой схемы предполагаются инвестиции собственных средств предприятий в различные продукты. Так функционируют схемы создания и внедрения, например, ПД-14 и SaM146.

Кстати, что касается ПД-14, то уже осенью этого года должен быть изготовлен первый опытный двигатель-демонстратор. В планах также выпуск конструкторской документации на привязку ПД-14 к летающей лаборатории для проведения лётных испытаний в середине 2014 года. Помимо получения сертификата AP МАК, для ПД-14 очень важна сертификация EASA. Конструирование по европейским стандартам с самого начала дает продукту гораздо больше шансов стать конкурентоспособным. Поэтому в этом году ОДК вступит в переговорный процесс с EASA с участием AP МАК.

Не остаются без внимания и вертолётные двигатели. Так конструкторское бюро дивизиона "Вертолётные двигатели" продолжает отработку критических технологий по отдельным элементам перспективного двигателя для скоростного вертолётa, в том числе с использованием малоразмерного двигателя-демонстратора ВК-800. Основная цель - это разработка и проверка принципиально новых технических решений, ранее не применявшихся в газотурбинных двигателях.

Что касается двигателя ТВ7-117В, то уже пройден этап стендовых ресурсных испытаний. В 2013 г. планируется завершение предварительных испытаний, включая лётно-конструкторские, после чего начнутся работы по его сертификации. В настоящее время в испытаниях задействованы более 10 экземпляров двигателей ТВ7-117В, включая лётные образцы. Сертификация двигателя должна быть проведена в 2014 году, по результатам испытаний мы не видим серьезных вопросов, которые могли бы повлиять на установленные сроки. Лётные испытания двигателя ТВ7-117В в составе вертолётa Ми-38 должны начаться до конца этого года в соответствии с планом сертификационных работ.

Для ОДК приоритетной задачей по-прежнему остается обеспечение успешного пуска российского носителя "Союз-2-1в" с двигателями НК-33. Ракета готова, ее первые лётные испытания запланированы на конец 2013 года. Работы по подготовке серийного производства этих двигателей в Самаре идут полным ходом. Специалисты уже восстановили около 50 % технологических процессов по изготовлению НК-33. Идет комплексная модернизация и техперевооружение предприятия. Новое оборудование будет способно изготовить любые детали и узлы этого двигателя. Общий объем инвестиций в обновление всего са-



ЖРД НК-33 в цехе



SAM 146 под крылом SSJ

марского комплекса до 2020 года по предварительным оценкам составит около 17 млрд руб., включая средства федерального бюджета.

Военная составляющая в работе ОДК больше гражданской. К сожалению - не в пользу внутреннего заказа. Предприятиями Корпорации делается больше двигателей для боевых истребителей, поставляемых на экспорт, чем для внутреннего рынка. Предполагается, что по крайней мере до 2020 года эта ситуация сохранится. Сейчас вырос объем производства двигателей АЛ-31 различных модификаций, а также РД-33МК (в частности - для МиГ-29КУБ). В ближайшее время могут увеличиться объемы производства по РД-33МК для самолетов МиГ-35, но это зависит от решения Минобороны. По сравнению с прошлым годом примерно на 40 % вырос объем производства двигателей для самолета Як-130. Идет увеличение объема капитального ремонта моторов военно-транспортных самолетов, стратегической авиации. Доля госзаказа в общем объеме сейчас составляет порядка 30 %.

В июле 2013 года заключен самый крупный с момента образования ОДК контракт - на поставку двигателей ПС-90А-76 для самолетов Ил-76-МД-90А. Он обеспечивает равномерную загрузку нашего пермского предприятия до 2020 года. А раз так, можно более взвешенно подходить к подготовке производства и добиваться снижения себестоимости продукта. ОДК ставит целью выстроить аналогичные отношения с "Газпромом" по той номенклатуре, которую для них производит Пермский моторный завод. Финансовое и экономическое положение этого предприятия было одним из самых сложных в ОДК: средства были вложены в большом объеме в запуск программы ПД-14. Сейчас определенные позитивные изменения уже происходят. Прогнозиро-



Установка коробки агрегатов на двигатель

валось, что убыток предприятия за первые шесть месяцев этого года составит 1,4 млрд рублей, но в итоге он составляет 400 млн рублей. К концу года меры, которые принимаются менеджментом ПМЗ, должны дать еще более положительный результат.

Что касается опытно-конструкторских работ по двигателю второго этапа для истребителя пятого поколения Т-50 (перспективного комплекса фронтовой авиации, ПАК ФА), то они завершатся в конце 2015 года. С учетом длительности цикла создания двигателя нового поколения работы по силовой установке для ПАК ФА решено было проводить в два этапа.

Двигатель первого этапа - "изделие 117" - является глубокой модернизацией успешно зарекомендовавшего себя на внутреннем и внешнем рынке двигателя АЛ-31Ф. В отличие от своего прототипа он оснащен вентилятором большей производительности, новой турбиной с более высокой рабочей температурой, модернизированной камерой сгорания и новейшей цифровой системой регулирования. Как следствие, достигнуто существенное повышение тяги, улучшены расходные характеристики, снижена масса изделия. Таким образом, "изделие 117" позволяет обеспечивать все требования, предъявляемые сегодня к силовой установке ПАК ФА первого этапа. Работы по "изделию 117" находятся на стадии летных испытаний.

Двигатель второго этапа для ПАК ФА - двигатель пятого поколения. При его создании учтён положительный опыт, полученный в результате комплекса научно-исследовательских работ, проводимых в период с 2004 года по настоящее время. Опытно-конструкторские работы по двигателю второго этапа для истребителя пятого поколения Т-50 завершатся в конце 2015 года. Появления двигателей пятого поколения (или двигателей второго этапа) на борту серийных ПАК ФА можно ожидать не раньше конца текущего десятилетия.

Напомню, что в прошлом году состоялся расширенный научно-технический совет, в котором участвовали все научно-исследовательские институты отрасли, Министерства обороны и основной заказчик - ОКБ "Сухого". Были рассмотрены мероприятия, касающиеся конструктивных решений по основным узлам двигателя, предложенные филиалом ОАО "УМПО" "ОКБ им. А. Люльки". Истребитель Т-50 с двигателями нового поколения появится на рубеже 2020 года. С учетом длительности цикла создания двигателя нового поколения работы по силовой установке для ПАК ФА решено было проводить в два этапа.

Разработка двигателя второго этапа ведется в тесной кооперации между предприятиями дивизиона "Двигатели для боевой авиации". КБ-интегратором по разработке двигателя определено "ОКБ им. А. Люльки" - филиал ОАО "УМПО". В кооперации также задействованы ФГУП "НПЦ газотурбостроения "Салют" (Москва) и ОАО "НПП "Мотор" (Уфа). В работе участвуют и конструкторы ОАО "НПО "Сатурн" (Рыбинск), которое входит в другой дивизион ОДК - "Двигатели для гражданской авиации". На данный момент производственная кооперация находится в стадии согласования, но очевидно, что головным изготовителем серийных двигателей второго этапа будет ОАО "УМПО".

Меняется подход к обслуживанию выпускаемых нами двигателей для военной авиации. Сейчас поставители серийных предприятий находятся в частях военной авиации. Там ими оказываются услуги по поддержке в эксплуатации, а двигатели после выработки своего ресурса или из-за каких-то дефектов возвращаются на предприятие, которое и выполняет любой его ремонт.

В октябре-ноябре 2013 года ОДК представит в Минобороны новую концепцию организации послепродажного обслуживания и поддержки техники в эксплуатации, в которой будут учтены передаваемые ОДК авиаремонтные заводы и, соответственно, собственные мощности Корпорации. Такого типа схемы достаточно успешно применяются в мире и показали свою эффективность. 



реклама

ЕДИНСТВО ВО МНОЖЕСТВЕ



ОАО «Управляющая компания
«Объединенная двигателестроительная корпорация»
Россия, 121357, г. Москва, ул. Верейская, д. 29, стр. 141
Тел./факс: (499) 558-01-26
www.uk-odk.ru



**Объединенная
двигателестроительная
корпорация**



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РФ
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ АВИАЦИОННОГО МОТОРОСТРОЕНИЯ
ИМЕНИ П.И.БАРАНОВА

Россия, 111116, Москва
ул. Авиамоторная, 2
Тел.: (499)763-57-47
Факс: (499)763-61-10
E-mail: avim@ciam.ru
www.ciam.ru

Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова (ЦИАМ), головной институт авиадвигателестроения России, проводит комплексные исследования в области создания воздушно-реактивных двигателей различного назначения, их узлов и систем - от фундаментальных разработок в различных областях знаний (газовая динамика, прочность, теплообмен, горение, акустика) до методологического обеспечения создания и эксплуатации авиационных двигателей. Институт обладает крупнейшим в Европе уникальным экспериментальным комплексом для наземных и высотных испытаний двигателей, и их элементов в условиях имитации реальных условий эксплуатации. Целый ряд наиболее сложных и энергоёмких видов обязательных испытаний авиационных двигателей могут быть выполнены в России только на стендах ЦИАМ. Все созданные в нашей стране авиационные двигатели прошли испытания на стендах Института.



Как государственный научный центр ФГУП "ЦИАМ им. П.И. Баранова" проводит прогнозные исследования и совместно с НИИ и предприятиями отрасли выполняет разработку предложений по формированию стратегии и программ технологического развития авиадвигателестроения.

Основная деятельность Института направлена сейчас на научное обеспечение создания базовых двигателей нового поколения: ПД-14 для МС-21 и двигателя II этапа для ПАК ФА, к которым предъявляются чрезвычайно высокие требования, которые могут быть обеспечены только при широком применении новых технологий, технических решений.

На базе проведенных фундаментальных исследований разработаны многодисциплинарные математические модели высокого уровня, которые позволяют проектировать узлы перспективных двигателей с учетом нестационарного взаимодействия венцов, генерации шума, срывных явлений, особенностей турбулентных течений, детальной химической кинетики, механики развития трещин, поведения конструкций при сложных условиях нагружения. По этим математическим моделям спроектированы, изготовлены и испытаны с верификацией расчетных методов детали, ступени и модели узлов. Это позволило отработать новые технические решения: высокоэффективный малошумный вентилятор с надроторным устройством, рабочие лопасти вентилятора из полимерного композиционного материала, фронтные устройства нового типа малоэмиссионных камер сгорания, турбинные лопасти большого ресурса с высокоэффективным охлаждением, шевронные сопла, активно-реактивные ЗПК и др. Эти работы позволили ОКБ приступить к изготовлению натурных узлов, газогенератора и демонстрационного двигателя.

Одновременно Институт проводит исследования по формированию облика двигателей 2025...2030 гг. и технологиям, опережающими используемые сейчас. Это должно обеспечить создание летательных аппаратов следующего поколения с кардинально улучшенными летно-техническими характеристиками и значительным снижением уровня шума и эмиссии. Для этого здесь прорабатываются двигатели принципиально новых схем. Это ТРДД сверхбольшой степени двухконтурности с редуктором, двигатель с "открытым ротором", с регенерацией тепла, с промежуточным охлаждением, "интеллектуальные" двигатели с применением нано- и MEMS-технологий, "электрические" двигатели со встроенным стартером-генератором, магнитными опорами вращающихся валов и др.

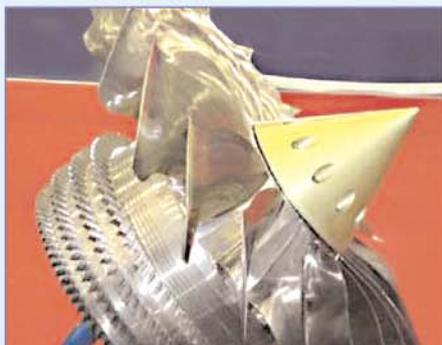
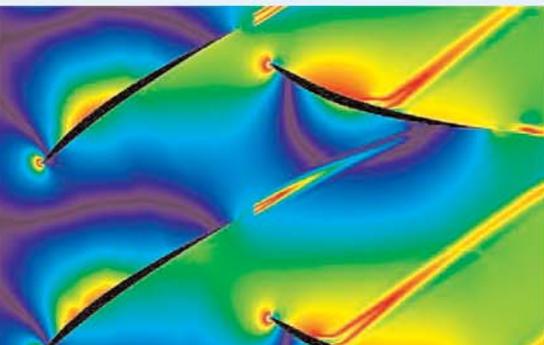
В Институте проводятся работы по новым технологиям обеспечивающим создание таких двигателей. Спроектирован и испытан биротативный высокоэффективный вентилятор, обеспечивающий снижение шума на 7...9 EPNdB по сравнению с лучшими современными вентиляторными, высокоэффективный биротативный винтовентилятор ("открытый ротор") из композиционного материала, редуктор двигателя сверхбольшой степени двухконтурности, биметаллическое рабочее колесо турбины в конструктивном исполнении "блиск".

Институт является участником многих международных научно-технических программ. Общеизвестным является вклад ЦИАМ в решение проблем создания гиперзвуковых прямоточных двигателей (ГПВРД).

В Институте разработаны и экспериментально верифицированы перспективные технологии создания гиперзвуковых прямоточных ВРД, работающих на водороде и углеводородном топливе с эффективным процессом горения в высокоскоростных потоках. В НИЦ ЦИАМ создан и введен в эксплуатацию крупнейший в Европе стенд для испытаний демонстрационных двигателей для скорости полета $M_{max} = 6$, на котором проведены испытания интегрированных с летательным аппаратом крупномасштабных моделей ГПВРД и впервые для такой системы "двигатель - ГЛА" получена эффективная тяга. Эти работы обеспечат отечественной науке и промышленности лидирующие позиции в области освоения гиперзвуковых полетов в атмосфере.

В ЦИАМ работает большая группа видных ученых - руководителей научных школ, труды которых широко известны в нашей стране и за рубежом.

Важным направлением деятельности Института является внедрение новых технологий авиационного двигателестроения в другие отрасли (топливо-энергетическую, судостроение и др.) Эти работы получили признание научной общественности и отмечены присуждением сотрудниками Института международных и государственных премий.



МАКС

2013

ОРГАНИЗАТОР

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР



**МАКС-2011
ЦИФРЫ
И ФАКТЫ**



40
стран



550 000
посетителей



91 вид техники в воздухе;
484 полета



Более 150 000 м²
выставочной площади

МЕЖДУНАРОДНЫЙ АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКИЙ САЛОН

27 АВГУСТА – 1 СЕНТЯБРЯ

ЖУКОВСКИЙ, АЭРОДРОМ «РАМЕНСКОЕ»

WWW.AVIASALON.COM

- все новинки и достижения авиационно-космической отрасли;
- высокий уровень организации и представительства;
- обширная деловая и научная программа (Международный авиационный конгресс, конференции, симпозиумы);
- возможности для многоуровневых контактов, развития производственной кооперации, поиска бизнес-партнеров;
- продвижение продукции на внутреннем и международном рынках;
- уникальная летная программа.



ВСЕГДА НА ВЫСОТЕ

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
СПОНСОР



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
СПОНСОР



ОФИЦИАЛЬНЫЙ
СПОНСОР



СТРАТЕГИЧЕСКИЙ
ПАРТНЕР



ОФИЦИАЛЬНЫЙ
АВТОМОБИЛЬ



ОФИЦИАЛЬНЫЙ
СТРАХОВЩИК



ГЕНЕРАЛЬНЫЕ
ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ПАРТНЕРЫ



ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ АО "МОТОР СИЧ" - ОСНОВА ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ



Вячеслав Александрович
Богуслав
Президент
АО "МОТОР СИЧ"

АО "МОТОР СИЧ" – это предприятие, которое специализируется на создании, производстве и послепродажном обслуживании газотурбинных двигателей для гражданской и военной авиации, промышленных газотурбинных приводов, а также газотурбинных электростанций и газоперекачивающих агрегатов с этими приводами. Большой опыт позволяет нам гибко и эффективно действовать на мировых рынках. Качество и надежность выпускаемых нами авиадвигателей подтверждена их многолетней эксплуатацией на самолетах и вертолетах по всему миру.

Одним из критериев успешности предприятия является его участие в международных авиационных выставках. АО "МОТОР СИЧ" постоянный участник аэрокосмических салонов в России, Франции, Германии, Великобритании, Индии, Китае, Объединенных Арабских Эмиратах и других странах.

На нынешнем 11-м авиасалоне МАКС-2013 в экспозиции корпорации "НПО "А. Ивченко" представлен ряд двигателей, созданных нашим предприятием (ТВЗ-117ВМА-СБМ1В, ТВЗ-117ВМА-СБМ1В 4Е серии, МС-500В, МС-14 и АИ-450МС) и совместно с ГП "Ивченко-Прогресс" (Д-436-148 ФМ, Д-136-2 и АИ-450М).

Самый большой двигатель в нашей экспозиции Д-436-148ФМ, являющийся очередной модификацией семейства Д-436-148, успешно эксплуатируемого на самолетах Ан-148 и Ан-158. Двигатель Д-436-148ФМ создан для среднего транспортного самолета Ан-178 и последующих модификаций.

Для этого двигателя разработан перспективный вентилятор, в конструкции которого использованы новые решения по повышению к.п.д., напорности и снижению шума. В сочетании с повышением характеристик основных узлов двигателя это обеспечит существенное улучшение летно-технических характеристик самолета.

Необходимо отметить, что морская модификация двигателей этого семейства - Д-436ТП в составе самолета Бе-200ЧС в ноябре 2008 г. первой из авиационных двигателей на постсоветском пространстве получила одобрение Европейского Агентства по Авиационной безопасности (EASA) на соответствие международным нормам летной годности, обеспечив тем самым возможность выхода гидросамолета Бе-200ЧС на европейский и американский рынки.

Для различных модификаций Ан-148 и других пассажирских и транспортных самолетов с маршевыми двигателями семейства Д-436 на АО "МОТОР СИЧ" создан двухвальтный вспомогательный газотурбинный двигатель АИ-450-МС. Он обеспечивает запуск маршевых двигателей, а также подачу сжатого воздуха и электроэнергии в бортовые системы самолета при неработающих маршевых двигателях.

Высокая эффективность применения ВГД АИ-450-МС достигается благодаря низкому удельному расходу топлива, являющегося следствием высоких параметров термодинамического цикла, высокому к.п.д. узлов и выбору схемы с отбором воздуха от служебного компрессора, а также из-за низких эксплуатационных расходов.

Продолжаются работы по турбовинтовым двигателям АИ-450С и АИ-450С-2 с мощностью на взлетном режиме 400 и 750 л.с. соответственно, предназначенных для самолетов авиации общего назначения и учебно-тренировочных. В настоящее время изготовлены макет двигателя АИ-450С и два двигателя для стендовых и летных испытаний.

В апреле 2013 г. на международной специализированной авиационной выставке AERO Friedrichshafen (Германия) двигатель АИ-450С демонстрировался в составе макета пятиместного одновдвигательного самолета DA-50 TURBINE широко известной в мире австрийской компании DIAMOND AI.

"МОТОР СИЧ" является одним из главных участников рынка вертолетных газотурбинных двигателей. Более 80 % вертолетов "Ми" и "Ка", в том числе и самый грузоподъемный в мире Ми-26, поднимают в небо запорожские моторы. Наша стратегия разви-

тия заключается в укреплении своих позиций на этом рынке путем создания принципиально новых двигателей.

Учитывая изменение конъюнктуры мирового вертолетного рынка, наше предприятие ведет работы по созданию семейства турбовальных двигателей нового поколения - МС-500В в классе взлетной мощности 600...1000 л.с., предназначенных для установки на вертолеты различного назначения взлетной массы 3,5...6 т.

По прогнозам экспертов, сектор рынка вертолетов этого класса, благодаря их универсальности, будет одним из самых перспективных в ближайшие годы. Базовым двигателем семейства является МС-500В-01 мощностью на взлетном режиме 810 л.с. На его основе разработаны модификации, имеющие взлетную мощность от 630 л.с. (двигатель МС-500В) до 950 л.с. (двигатель МС-500В-02).

Самым большим вертолетным двигателем производства АО "МОТОР СИЧ" является двигатель Д-136, созданный на основе газогенератора двухконтурного двигателя Д-36.

Конструкторами ГП "Ивченко-Прогресс" разработан проект модернизации двигателя Д-136, который будет осуществляться совместно с АО "МОТОР СИЧ". Новый двигатель Д-136-2 обеспечивает мощность на максимальном взлетном режиме 11 500 л.с., которая поддерживается до $t_{из} = 50$ °С. Также введен чрезвычайный режим мощностью 14 500 л.с. Д-136-2 предназначен для использования на модернизированном вертолете Ми-26Т2.

В целях дальнейшего повышения летно-технических характеристик вертолетов Ми-28, Ми-8МТВ, Ми-17 (Ми-171), Ка-52 и их эффективности при эксплуатации в высокогорных районах стран с жарким климатом в сентябре 2007 г. на АО "МОТОР СИЧ" завершены работы по созданию двигателя ТВЗ-117ВМА-СБМ1В. По своим характеристикам этот вертолетный двигатель соответствует современным техническим требованиям и имеет выданные в 2007 г. Сертификаты типа Авиационного регистра Межгосударственного Авиационного Комитета и Государственной авиационной администрации Украины.

В 2009 г. двигатель ТВЗ-117ВМА-СБМ1В был принят на вооружение МО Украины.

В 2011 г. двигатель ТВЗ-117ВМА-СБМ1В успешно прошел государственные стендовые испытания в России и подтвердил свое соответствие требованиям технического задания Министерства обороны Российской Федерации.

В 2012 г. двигатели ТВЗ-117ВМА-СБМ1В прошли предварительные летные испытания в составе вертолета Ми-8МТВ-5-1 на ОАО "МВЗ им. М.Л. Милая", а в апреле 2013 г. Министерством обороны Российской Федерации успешно завершены специальные совместные летные испытания в Торжке.

Для применения в проектах новых вертолетов данного класса разрабатываются модификации двигателя - ТВЗ-117ВМА-СБМ1В 1 серии с электронно-цифровой САУ (FADEC) и ТВЗ-117ВМА-СБМ1В 2 серии с новым электронным регулятором. Использование новых САУ приведет к дальнейшему улучшению характеристик двигателей и вертолетов.

Двигатели ТВЗ-117ВМА-СБМ1В 4 и 4Е серии (с воздушной или электрической системами запуска) являются модификациями двигателя ТВЗ-117ВМА-СБМ1В и предназначены для ремоторизации ранее выпущенных вертолетов типа Ми-8Т в целях улучшения их летно-технических характеристик, особенно при эксплуатации в условиях жаркого климата, высокогорных взлетных площадок. Двигатели поддерживают мощность до более высоких значений температур наружного воздуха, высот базирования и полета по сравнению с двигателями ТВ2-117, установленными в настоящее время на вертолеты типа Ми-8Т.

Двигатели унаследовали лучшие конструктивные решения, направленные на обеспечение более высоких параметров и ресурсов, отработанные на базовом двигателе ТВЗ-117ВМА-СБМ1В. Это позволило установить двигателям ТВЗ-117ВМА-СБМ1В 4 и 4Е серии назначенный ресурс 15 000 часов/циклов, ввести чрезвычайные режимы 2,5 и 60-минутной мощности при одном неработающем двигателе, которые отсутствовали на двигателе ТВ2-117.

Первый полет с двигателями ТВЗ-117ВМА-СБМ1В 4Е серии вертолета Ми-8Т состоялся 10 ноября 2010 г. на аэродроме АО "МОТОР СИЧ".

В 2011 г. Авиационным регистром МАК выдано дополнение к Сертификату типа на маршевые двигатели ТВЗ-117ВМА-СБМ1В 4 и 4Е серий.



Вертолет Ми-8МСБ и двигатель ТВЗ-117ВМА-СБМ1В 4Е серии

Сегодня АО "МОТОР СИЧ" активно занято работами по вертолетной тематике. На предприятии создано конструкторское бюро и вертолетное производство, задачей которых является создание, модернизация, ремонт и ремоторизация вертолетной техники.

В 2012 г. были успешно проведены летно-конструкторские испытания модернизированного на АО "МОТОР СИЧ" вертолета Ми-8МСБ с турбовальными двигателями ТВЗ-117ВМА-СБМ1В 4Е серии. В сентябре 2012 г. на Международном авиационно-космическом салоне "АВИАСВІТ 2012" вертолет Ми-8МСБ достиг высоты 8250 м, установив таким образом новый мировой рекорд в классе E-Ig (категория FAI для вертолетов взлетной массой от 6000 до 10 000 кг).

Вертолет Ми-8МСБ может быть представлен в нескольких вариантах: транспортный, пассажирский, поисково-спасательный, медицинский, пожарный, сельскохозяйственный, военный. Максимальная масса груза, перевозимого внутри грузовой кабины вертолета Ми-8МСБ, составляет 4000 кг, а перевозимого на внешней подвеске - 3000 кг.

По желанию заказчика возможна комплектация вертолета Ми-8МСБ радиотехническим оборудованием связи, навигации, посадки и управления воздушным движением с учетом требований ИСАО для полетов по международным воздушным линиям, а также расширенным комплектом оборудования, что обеспечива-

ет возможность круглосуточного эффективного применения вертолета в простых и сложных метеоусловиях, в горной и равнинной местностях, в жарком климате на всех допустимых высотах и скоростях полета.

С 2012 г. АО "МОТОР СИЧ" освоило выполнение капитального ремонта вертолетов Ми-2 в стандартной комплектации. При необходимости, отремонтированным вертолетам может быть произведена модернизация авиационного и радиоэлектронного оборудования, проведено переоборудование салона.

Поскольку основным недостатком вертолетов Ми-2 является низкая надежность и недостаточная мощность двигателей, в настоящее время АО "МОТОР СИЧ" разрабатывает и реализует программу по ремонту и модернизации вертолетов Ми-2 в профиль МСБ-2, у которого двигатели ГТД-350 будут заменены на современные и экономичные двигатели АИ-450М1. Указанная модернизация существенно улучшит его летно-технические характеристики. Так, ожидается, что по сравнению с Ми-2 вертолет МСБ-2 обеспечит:

- экономию часового расхода топлива более, чем на 30 %;
- увеличение статического и динамического потолка;
- увеличит эффективность использования вертолета в условиях жаркого климата и высокогорья.

Впервые в экспозиции нашего предприятия представлен модернизированный самолет Ан-2-100, который 10 июля 2013 г. в Киеве совершил свой первый полет. На самолете установлен турбовинтовой двигатель МС-14, разработки и производства АО "МОТОР СИЧ". По сравнению с классическим Ан-2 с поршневым двигателем, Ан-2-100, оснащенный двигателем МС-14, имеет в 1,5 раза большую дальность полета с коммерческой нагрузкой 1500 кг и скороподъемность. Также немаловажными преимуществами являются большой ресурс, надежность, безопасность полета, использование в качестве топлива авиационного керосина, вместо дорогостоящего авиационного бензина.

В настоящее время на ГП "Антонов" проводятся летно-конструкторские испытания самолета Ан-2-100, а двигатель МС-14 после прохождения 150-часовых заводских испытаний предъявлен комиссии АР МАК для сертификации.

АО "МОТОР СИЧ" с оптимизмом смотрит в будущее, наращивает интеллектуальный и производственный потенциал для решения новых, более сложных задач по выпуску авиационных двигателей.



Вертолет МСБ-2 и двигатель АИ-450М



Самолет Ан-2-100 и двигатель МС-14



АО "МОТОР СИЧ"
 пр. Моторостроителей, 15,
 г. Запорожье, 69068, Украина.
 Тел.: (+38061) 720-48-14.
 Факс: (+38061) 720-50-05.
 E-mail: eo.vtf@motorsich.com
<http://www.motorsich.com>

БАНК ДАННЫХ ДЛЯ ПД-14

Людмила Борисовна Полатида,

заместитель начальника отделения прочности ОАО "Авиадвигатель"

Обсуждаются вопросы создания Банка данных характеристик конструкционной прочности материалов для двигателя ПД-14: требования нормативной сертификационной документации в части квалификации материалов; испытательное оборудование; виды испытаний; необходимые объемы испытаний на разных этапах жизненного цикла двигателя; качество изготовления образцов.

The issues of developing the data bank of PD-14 engine materials structural strength are discussed, in particular: regulatory certification documentation requirements in terms of materials qualification; test equipment; types of testing; required scope of tests at various phases of the engine life cycle; quality of samples manufacture.

Ключевые слова: газотурбинный двигатель, механические характеристики материала, многоцикловая усталость, образцы, испытания материалов.

Keywords: gas turbine engine, material mechanical properties, blades, high cycle fatigue, samples, material testing.

Двигатель ПД-14, разработка которого в настоящее время активно ведется ОАО "Авиадвигатель" в кооперации с другими предприятиями "УК ОДК", должен пройти сертификацию в AP МАК в соответствии с российскими Авиационными Правилами АП 33 и затем валидацию в EASA в соответствии с европейской нормативной документацией CS-E.

Российские АП-33 гармонизированы с европейским (и американским) нормативным базисом. Одним из существенных отличий гармонизированных Правил сертификации является требование так называемой специальной квалификации материалов авиационного двигателя [1]. Основой указанной квалификации являются испытания образцов, вырезанных из заготовок деталей двигателя, полученных по серийной технологии на предприятии-поставщике заготовок для серийного двигателя. Специальной квалификации подлежат материалы, применяемые для изготовления основных и особо ответственных деталей двигателя.

В ходе специальной квалификации проводятся следующие испытания образцов [2 - 4]:

- на растяжение (с определением кривой деформирования и характеристик кратковременной прочности);
- на длительную прочность и ползучесть;
- на малоцикловую усталость (с определением кривых МЦУ);
- на многоцикловую усталость (с определением кривых МнЦУ, эта характеристика особенно важна для материалов лопаток газотурбинного двигателя);
- на скорость роста трещин усталости.

Результатом специальной квалификации является создание Банка данных характеристик конструкционной прочности материалов (далее, Банка данных). Следует отметить, что полный объем прочностных характеристик материала может быть получен по результатам испытаний большого количества образцов, достаточного для получения статистически обоснованных значений характеристик конструкционной прочности материала. А именно,

для материала дисков "горячей" части двигателя: последних ступеней компрессора и турбины высокого давления, - порядка 1800 образцов; для монокристаллического сплава, применяемого для изготовления рабочих лопаток ТВД - более 2500 образцов. Если учесть, что для двигателя ПД-14 специальной квалификации подлежит 21 материал, применяемый для изготовления 32 типоразмеров заготовок основных и особо ответственных деталей, то становится очевидным, что создание Банка данных - процесс весьма длительный, дорогой и трудоемкий.

Вопросам организации работ по созданию Банка данных было посвящено научно-техническое совещание в ОАО "Авиадвигатель" с участием ФГУП ГНЦ РФ "ЦИАМ им. П.И Баранова", ФГУП ГНЦ РФ "ВИАМ", ОАО "УК "ОДК", ОАО "ВИЛС", ОАО "НПО "Сатурн". Было отмечено, что наличие Банка данных в полном объеме является одним из обязательных условий применения наиболее перспективной III стратегии управления ресурсом для установления и увеличения назначенных ресурсов основных деталей (ОД) двигателя.

Учитывая сжатые сроки разработки и сертификации двигателя ПД-14 и продолжительность создания Банка данных, принято следующее решение по методологии обоснования ресурсов ОД:

- на этапе сертификации двигателя применять II стратегию управления ресурсом, в основе которой лежат эквивалентно-циклические испытания ОД на установках и разгонных стендах;

- на этапе развитой эксплуатации, по мере наполнения Банка данных необходимым объемом свойств материалов и повышения уровня достоверности расчетов, с помощью которых определяется величина подтвержденного назначенного ресурса по III стратегии, перейти к применению III стратегии управления ресурсом.

Это решение позволило разделить весь необходимый объем исследований в рамках специальной квалификации материалов двигателя ПД-14 также на два этапа, связанные с этапами жизненного цикла двигателя. На первом этапе специальной квалификации (для обеспечения сертификации двигателя ПД-14 в конце 2015 г.) необходимо провести испытания около 18 000 образцов; на втором этапе (для обеспечения перехода к III стратегии управления ресурсом к началу развитой эксплуатации двигателя) испытать еще около 27 000



Испытательная лаборатория прочности материалов и деталей авиационных двигателей



Установка для испытаний образцов на термомеханическую усталость



Подготовка образца к испытаниям на многоцикловую усталость

образцов. Такой объем испытаний возможно реализовать в обозначенные сроки только при условии круглосуточной загрузки испытательного оборудования.

Немаловажным в создании Банка данных является обеспечение стабильно высокого качества изготовления образцов, что во многом определяет результативность квалификационных испытаний и необходимо для получения минимального разброса определяемых характеристик конструкционной прочности материалов. С этой целью в "Авиадвигателе" готовится к вводу в строй уникальный роботизированный комплекс, который помимо высокого качества образцов, будет обеспечивать изготовление

600-900 образцов в месяц. Именно такое количество требуется для создания Банка данных в намеченные сроки.

Несколько слов об оборудовании, применяемом для испытаний образцов в рамках специальной квалификации материалов. Необходимую высокую точность измерений, надежность и долговечность работы оборудования могут обеспечить только машины зарубежных специализированных фирм-поставщиков, такие как Instron, W+B, Zwick, Rumul, ATS. Это весьма дорогостоящее оборудование. Тем не менее, учитывая принципиальную стратегическую важность создания Банка данных, в ОАО "Авиадвигатель" создана испытательная лаборатория, которая оснащена девятью машинами вышеупомянутого класса. В текущем и последующих годах запланировано приобретение для этой лаборатории еще 15 единиц оборудования.

Так же существенную модернизацию претерпела испытательная лаборатория ФГУП "ЦИАМ". Идет обновление оборудования лаборатории Испытательного Центра ФГУП "ВИАМ". Именно в аккредитованных лабораториях "Авиадвигателя", ЦИАМа и ВИАМа (аккредитация лабораторий является обязательным сертификационным условием) в настоящее время полным ходом идут испытания образцов материалов двигателя ПД-14 в рамках первого этапа специальной квалификации. Настрой во всех организациях один: выполнить намеченный объем исследований характеристик материалов двигателя ПД-14, обеспечив в этой части его успешную сертификацию и защитив тем самым право создавать российские авиационные двигатели из российских авиационных материалов. **□**

Литература

1. Авиационные правила. Часть 33. "Нормы летной годности двигателей воздушных судов". Межгосударственный авиационный комитет, отв. редактор Кузнецов А.Н. ОАО "Авиаиздат", 2004, с. 44.

2. Norman E. Dowling. "Mechanical Behavior of Materials. Engineering Methods for Deformation, Fracture, and Fatigue", Third Edition. Pearson Education, Upper Saddle River, New Jersey 07458, 2007, 912 pp.

3. T.P. Gabb, J. Telesman, P.T. Kantzos, K. O' Connor. "Characterization of the Temperature Capabilities of Advanced Disk Alloy ME3". NASA/TM--2002-211796, NASA, August 2002, 57 pp.

4. J. Gayda, T. Gabb, P. Kantzos "Mechanical Properties of a Superalloy Disk With a Dual Grain Structure", NASA/TM 2003-212181, March 2003, 20 pp.

Связь с автором: polatidi@avid.ru

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ (договор №02.G25.31.0016) в рамках реализации Постановления Правительства РФ №218 "О мерах государственной поддержки развития кооперации российских высших учебных заведений и организаций, реализующих комплексные проекты по созданию высокотехнологичного производства".

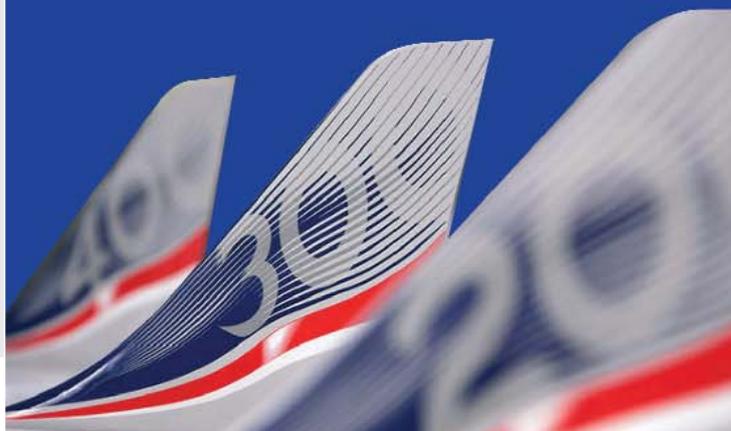


ОАО «АВИАДВИГАТЕЛЬ»



ХОРОШИЙ САМОЛЕТ НАЧИНАЕТСЯ С ХОРОШЕГО ДВИГАТЕЛЯ

www.avid.ru



ДВИГАТЕЛЬ CFM56

О НЕМ И О ТОМ, ЧТО ВОКРУГ НЕГО...



Олег Юрьевич Бондарев, специалист II уровня по визуальному и измерительному контролю, президент Промышленной ассоциации "МЕГА" в области технической диагностики

Юрий Александрович Тарасенко, специалист инженерно-авиационной службы BBC



(Окончание. Начало в № 3 - 2013)

Серия CFM56-5 (рис. 11) - модификация двигателя CFM56, имеющая самое большое количество вариантов и подвариантов. Создана для того, чтобы удовлетворить все возможные "запросы" самолетов Airbus (главным образом семейства A320, а также A340), поэтому имеет довольно широкий диапазон тяговых параметров.

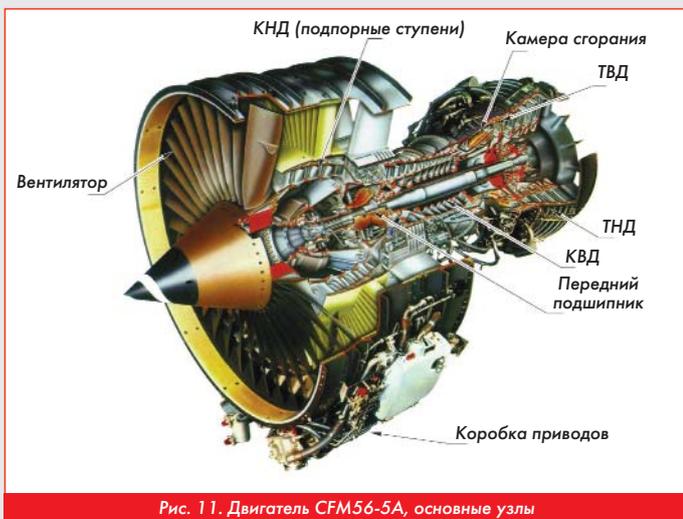


Рис. 11. Двигатель CFM56-5A, основные узлы

Спроектированные на базе своих предшественников CFM56-2 и CFM56-3, двигатели пятой модификации ощутимо отличаются от них аэродинамикой (и аэродинамической компоновкой) проточной части. Кроме того, все эти двигатели оборудованы цифровой компьютеризированной системой управления FADEC (Full authority digital engine Controller).

Двигатели модели CFM56-5A. Эти движки создавались для самолетов группы A320. Диаметр вентилятора вернулся к исходному диаметру "двойки" - 173 см. Количество лопаток в нем 36. Улучшилась аэродинамика вентилятора, обоих компрессоров (КНД и КВД) и кольцевой камеры сгорания. Все это позволило улучшить топливную эффективность серии почти на 11 % по сравнению с предшественниками.

- CFM56-5A1: P - 25 000 lbf, C - 6,0 (устанавливается на A320).
- CFM56-5A3: P - 26 500 lbf, C - 6,0 (A320).
- CFM56-5A4: P - 22 000 lbf, C - 6,2 (A319).
- CFM56-5A5: P - 23500 lbf, C - 6,2 (A319).

Далее следует версия CFM56-5C (рис. 12). Это самые мощные двигатели семейства CFM56. Имеют увеличенные тягу, степень двухконтурности, степень повышения давления в компрессоре и, конечно, массу: 3990 кг против 2270 кг (двигатель 5A). Устанавливаются на дальнемагистральные самолеты A340-200/300 (рис. 13). Диаметр вентилятора увеличен до 184 см.



Рис. 12. Двигатель CFM56-5C



Рис. 13. Airbus A340-313X

Двигатели этой модели на самолете A340 выполнены со смешением потоков. Это единственный такой вариант во всей линейке CFM56. В остальных вариантах смешения потоков нет.

Чтобы иметь возможность вращать такую массу и обеспечивать нужные параметры, компрессору и турбине низкого давления добавлено по одной ступени, то есть КНД имеет 4 ступени, ТНД - пять ступеней.

- CFM56-5C2: P - 31 200 lbf, C - 6,6.
- CFM56-5C3: P - 32 500 lbf, C - 6,5.
- CFM56-5C4: P - 34 000 lbf, C - 6,4.

Теперь о двигателях модели CFM56-5B. Если описанные модификации CFM56, -2, -3, -5A и -5C считаются уже моделями отработанными, можно сказать, "базовыми", то следующие две модели имеют категорию "перспективные". Это CFM56-5B (рис. 14) и CFM56-7B (рис. 15).

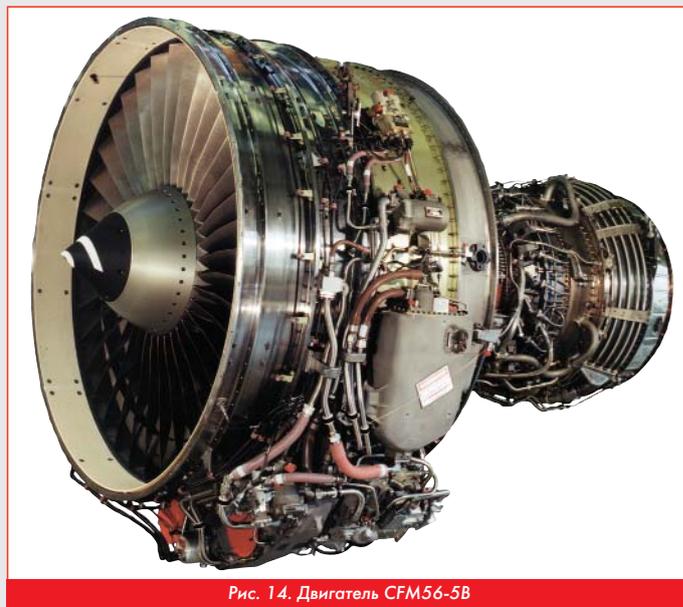


Рис. 14. Двигатель CFM56-5B

Версия 5B создана на основе 5A, однако заметно превосходит ее. Поступила в эксплуатацию в 1994 г. Первоначально создавалась для установки на самолет A321, однако широкий диапазон тяговых параметров (у 5B целых девять вариантов!) позволяет использовать этот двигатель на всех самолетах семейства A320 и тем самым вытеснить версию 5A.

Этот двигатель получил новый вентилятор в удлиненном корпусе

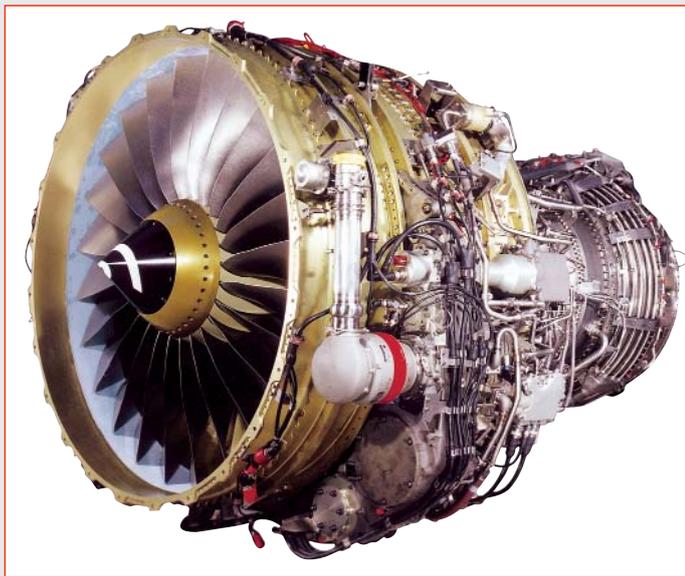


Рис. 15. Двигатель CFM56-7B

се (диаметр вентилятора 173 см). Компрессор низкого давления стал четырехступенчатым.

CFM56-5B - первый двигатель (серии CFM56), на который можно устанавливать (как опцию) новую двойную кольцевую камеру сгорания (рис. 16), которая позволяет улучшить полноту сгорания топлива и уменьшить количество вредных выбросов (NO_x и CO₂).

В виде отступления стоит сказать, что новая, более совершенная камера сгорания (рис. 17) - это один из пунктов инновационной программы фирмы CFMI, носящей название "Tech Insertion". Первоначально существовала программа "Tech56", анонсированная в 1998 г., для создания перспективного двигателя с использованием новейших технологий и разработок.

Помимо опробования новой камеры сгорания, в рамках этой программы проводились испытания КВД с шестью ступенями, при-

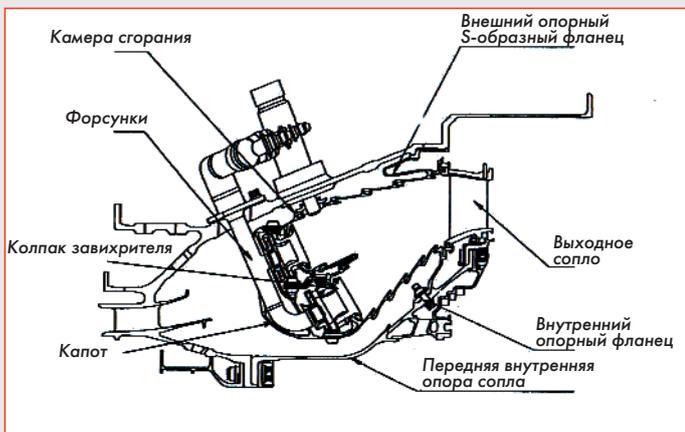


Рис. 16. Двойная кольцевая камера сгорания CFM56-5B/7



Рис. 17. Перспективная камера сгорания для CFM56

чем без снижения степени повышения давления (выше 30), которая присутствует на девятиступенчатом компрессоре.

Такой двигатель должен был быть создан для установки на новые перспективные узкофюзеляжные самолеты фирм Boeing и Airbus (взамен B737 и A320). Однако вскоре стало ясно, что в ближайшем будущем появления такого самолета не ожидается. Поэтому CFMI решила применить некоторые технологии "Tech56" на имеющихся в наличии CFM56.

Главными направлениями новой программы "Tech Insertion" стали повышение топливной эффективности, снижение стоимости обслуживания и уменьшение количества вредных выбросов.

С этой целью переупрофилируются и улучшаются КВД путем изменения аэродинамики лопаток. Улучшаются также ТНД и ТВД. В турбине высокого давления используются монокристаллические лопатки. Улучшается камера сгорания. Предусматривается использование двойной кольцевой КС. Программа была введена в действие в 2004 г. и, начиная с 2007 г., все вновь выпускаемые двигатели CFM56-5B и CFM56-7B изготавливаются с применением "Tech Insertion".

Варианты CFM56-5B:

- B1: P - 30 000 lbf, C - 5,5 (устанавливаются на самолет A321).
- B2: P - 31 000 lbf, C - 5,5 (A321).
- B3: P - 33 000 lbf, C - 5,4 (A321).
- B4: P - 27 000 lbf, C - 5,7 (A320).
- B5: P - 22 000 lbf, C - 6,0 (A319).
- B6: P - 23 500 lbf, C - 5,9 (A319).
- B7: P - 27 000 lbf, C - 5,7 (A319 и A319CJ).
- B8: P - 21 600 lbf, C - 6,0 (A318, рис. 18).
- B9: P - 23 300 lbf, C - 5,9 (A318).



Рис. 18. Самолет A318-111

Версия CFM56-7 (рис. 15) - следующая модификация в этой линии. Считается развитием двигателя CFM56-3 и создавалась в первую очередь для установки на самолеты серии Boeing 737 Next Generation (737-600/700/800/900). В конструктивном плане (базовая механика) этот двигатель похож на своего предшественника, однако более эффективен и дешевле в эксплуатации.

Значительно улучшена аэродинамика и внутренний дизайн проточной части. На "семерке" применена технология "широкоходных" лопаток. Благодаря этому количество лопаток вентилятора сократилось с 38 (у CFM56-3) до 24. От CFM56-5 этому двигателю досталось цифровое управление с использованием FADEC и возможность установки (опция) двойной кольцевой камеры сгорания.

На этом движке используются передовые материалы и технологии ("Tech Insertion"), в частности применены монокристаллические рабочие лопатки в турбине высокого давления.

Самолеты B-737, оборудованные двигателями CFM56-7, соответствуют правилам ETOPS 180, утвержденным FAA. То есть они могут находиться в воздухе на расстоянии досягаемости ближайшего аэродрома в течение 180 минут в случае отказа одного из двигателей. Это максимальное время согласно правилам FAA.

- CFM56-7B18: P - 19 500 lbf, C - 5,5 (Boeing-737-600).
- CFM56-7B20: P - 20 600 lbf, C - 5,5 (Boeing-737-700).
- CFM56-7B22: P - 22 700 lbf, C - 5,3 (Boeing-737-600, -737-700).
- CFM56-7B24: P - 24 200 lbf, C - 5,3 (Boeing-737-700/800/900).
- CFM56-7B26: P - 26 300 lbf, C - 5,1 (Boeing-737-700/800/900).



Рис. 19. Самолет Boeing Business Jet

CFM56-7B27: P - 27 300 lbf, C - 5,1 (Boeing-737-800/900, Boeing Business Jet (рис. 19).

В 2009 г. CFMI анонсировала новую модификацию CFM56-7BE (CFM56-7B Evolution) со сниженной на 4 % стоимостью технического обслуживания и улучшенной топливной экономичностью (около 2 %). В июле 2010 г. этот двигатель был сертифицирован EASA и FAA.

Разработку устройств реверса двигателей CFMI проводит совместно с фирмами-изготовителями самолетов. На двигателях CFM56 используются два типа реверсивных устройств: перенаправление потока при помощи профилированных решеток и дефлекторов и при помощи открывающихся створок.

Кроме того, для самолетов A321 как опция предлагается установка шевронов на выходном устройстве первого контура (что-то вроде треугольных выступов по краю сопла). Проведенные исследования показали, что такого рода устройство позволяет снижать уровень шума при взаимной турбуликации во время смешения потоков, выходящих из двигателя.

Одним из достоинств двигателей CFM56 является их хорошая ремонтно- и контролепригодность. Эти параметры очень важны в эксплуатации, потому что напрямую влияют на безопасность полетов, а также на величину финансовых и трудовых затрат на обслуживание авиатехники.

Расположение CFM56 на самолетах очень удачное. Подвеска на пилоне и открывающиеся (если понадобится - съемные) капоты делают двигатель практически полностью доступным для осмотра и, при необходимости, ремонта (рис. 20).

Возможности ремонта улучшает модульная конструкция двигателя. Двигатель имеет четыре главных узла-модуля (рис. 21):

1. Модуль вентилятора (рис. 22);
2. Модуль турбокомпрессора высокого давления (рис. 23);
3. Модуль турбины низкого давления;
4. Модуль коробки привода агрегатов. Иногда в двигателе CFM56-3 четвертый модуль отдельно не выделяют.

Кроме того, главные модули имеют деление на submodule. Всего их насчитывается семнадцать. Преимущества модульной конструкции очевидны. Она значительно повышает возможности ремонта, упрощает его и снижает его стоимость.



Рис. 20. Раскрытый двигатель самолета A-319-114

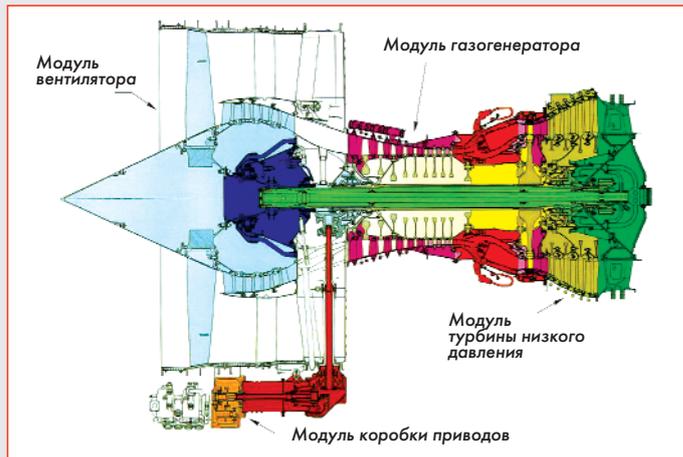


Рис. 21. Модульная конструкция двигателя CFM56-5A

Работы на одном из трех главных модулей могут проводиться при минимальной разборке других узлов. Ремонт двигателя в принципе сводится к замене отдельных модулей (submodule), причем часто без съема его с самолета. Обработка этих снятых узлов потом может проводиться (при необходимости), в свободное время и в положенном месте.

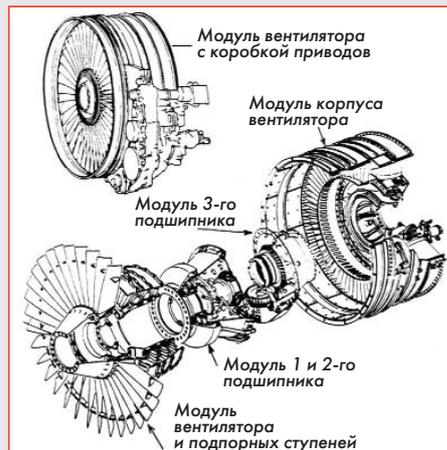


Рис. 22. Модуль вентилятора и КНД CFM56-3

Самолет в это время уже летает, а не "загорает" на стоянке.

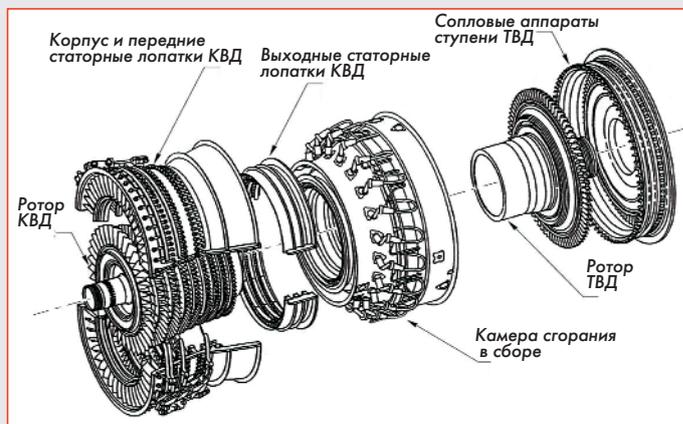


Рис. 23. Модуль турбокомпрессора высокого давления (газогенератора) CFM-56-5A

Транспортироваться двигатель тоже может в разобранном виде (разбирается на три главных модуля, кроме коробки привода). Причем после сборки не требуются какие-либо дополнительные стендовые испытания, двигатель сразу устанавливается на самолет.

В систему технического наземного обслуживания двигателей CFM56 заложена концепция, носящая название "по техническому состоянию" ("On Condition Maintenance"). То есть двигатель не имеет каких-либо жестких графиков периодических регламентных работ, во время которых он выключается из эксплуатации (или даже снимается с самолета). Работы (съем двигателя) проводятся в случае обнаружения серьезных проблем или по истечении ресурса, полного или же отдельных агрегатов.

В рамках такой концепции существует специальная программа мер для осуществления "контроля за ситуацией". Она включает в себя постоянный анализ параметров работы двигателя и определенные проверочные операции, такие как, например, проверка на-

личия стружки в масле, спектрометрический анализ масла, постоянные замеры вибрации двигателя штатными датчиками и, конечно, бороскопический контроль.

Без визуального осмотра никак не обойтись. Если взять, например, такое неприятное, но достаточно часто встречающееся явление, как попадание посторонних предметов и птиц в двигатель, то тут возможность осуществления контроля газозвоздушного тракта двигателя с последующим ремонтом (если потребуется) становится во главу угла.

Двигатель CFM56 для этого максимально открыт. Можно достаточно легко через выходное устройство осмотреть лопатки последней ступени турбины низкого давления. Кроме того, размер входного устройства позволяет без проблем осматривать вентилятор.

Причем крепление его лопаток выполнено таким образом, что в случае обнаружения повреждений (из-за попадания птиц, например), при которых дальнейшая эксплуатация невозможна, поврежденная лопатка (лопатки) заменяются достаточно легко без съема двигателя с самолета. CFM56 - один из первых двигателей, на которых появилась такая возможность.

Однако в двигателе часто бывает важно осмотреть те узлы, которые скрыты от глаза человека, так называемые внутренние полости. Вот тут на помощь приходит бороскоп (иначе его еще называют эндоскоп).

Что такое бороскоп? Это оптический прибор, позволяющий увидеть состояние различных закрытых объемов изнутри, не разрушая и не разбирая их. Такого рода объемами как раз являются закрытые полости газозвоздушного тракта, в которые невозможно заглянуть обычным способом.

Для двигателя CFM56 (как, впрочем, и для других) такими полостями являются проточные части компрессоров низкого и высокого давления, камеры сгорания и обеих турбин (ТНД и ТВД).

Бороскоп обычно представляет собой трубу очень малого диаметра (жесткую или гибкую), на одном конце которой расположен окуляр, а на другом - объектив, который снабжен подсветкой. Объектив на конце трубы (зонд) может проникать в закрытые полости через функциональные, либо специальные технологические отверстия.

Современные бороскопы уже, конечно, мало соответствуют такому примитивному описанию, хотя принцип работы остался тем же. Интересно, что одним из крупнейших разработчиков и производителей современных бороскопов является все та же фирма GE. Для этого у нее существует специальное подразделение, "GE Measurement & Control Solutions".

Спектр производимой им продукции достаточно широк, от обычных жестких эндоскопов до видеобороскопов с элементами 3D технологий (рис. 24, 25, 26). Гибкие управляемые зонды различных



Рис. 25. Видеобороскоп XLG0+

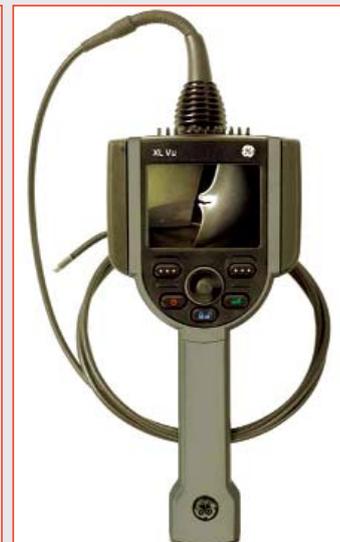


Рис. 26. Видеобороскоп XLVU

диаметров с отличной артикуляцией (изгибные движения зонда в пространстве под управлением специального джойстика) на 360° (All-way) и мощным освещением позволяют отчетливо рассмотреть внутреннее состояние практически любой полости двигателя.

При этом изображение на цветном жидкокристаллическом экране может быть зафиксировано в любом формате, а осматриваемый объект может быть измерен с применением различных режимов (стерео, теневые, сравнительные, 3D). Существуют "навороченные" эндоскопы с функциями компьютера, такие как, например, видеоэндоскоп XLG3 (www.xlg3.ru), а есть приборы попроще, типа XLG0+ (www.xl-go.ru) или XLVU (www.xlvu.ru). Однако в данном случае слово "попроще" отнюдь не означает примитивнее.

CFM56 хорошо приспособлен к такого рода работам, и проведение периодических бороскопических инспекций позволяет поддерживать его надежность на довольно высоком уровне (рис. 27). По всему двигателю расположены специальные бороскопические порты или, попросту говоря, отверстия, прикрытые пробками определенной конструкции.



Рис. 27. Осмотр двигателя CFM56 с помощью видеобороскопа XLG3

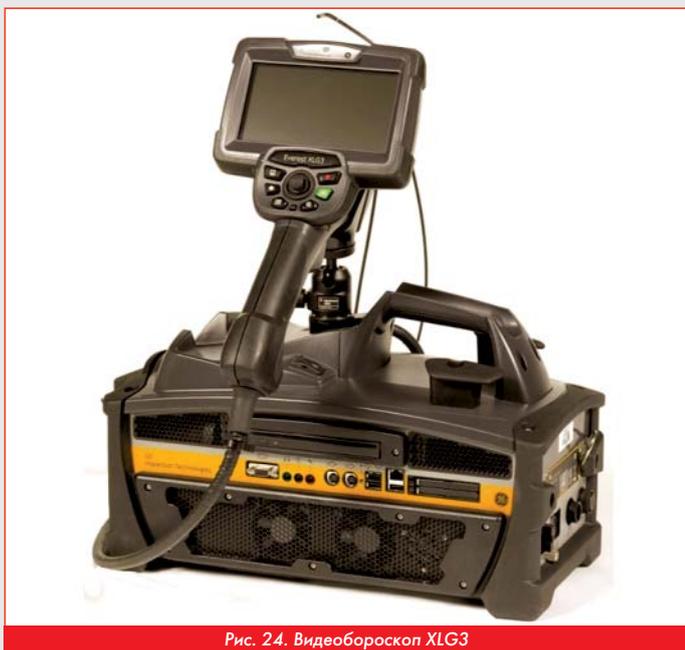


Рис. 24. Видеобороскоп XLG3

Через эти отверстия зонд бороскопа легко проникает во внутренние полости двигателя и на экране можно видеть состояние поверхностей. Для осмотра компрессора низкого давления имеется один порт (на внешнем корпусе за вентилятором), для компрессора высокого давления - девять портов на корпусе статора (по числу ступеней, на схеме S1-S9), на корпусе камеры сгорания выполнены четыре порта по окружности корпуса, через которые можно осмотреть саму кольцевую жаровую трубу (рис. 28, 29).

Кроме того, через пусковые воспламенители камеры сгорания (места установки свечей зажигания, их два) можно выполнить осмотр соплового аппарата и передней кромки лопаток турбины высокого давления.

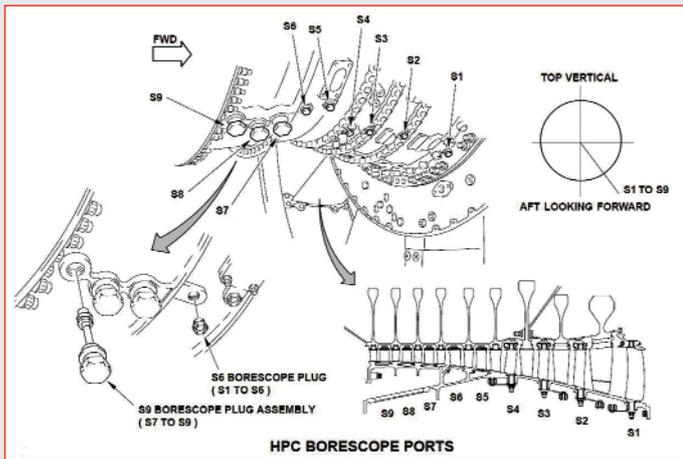


Рис. 28. Порты бороскопического контроля компрессора высокого давления [инструкция по эксплуатации двигателя CFM-56-5]

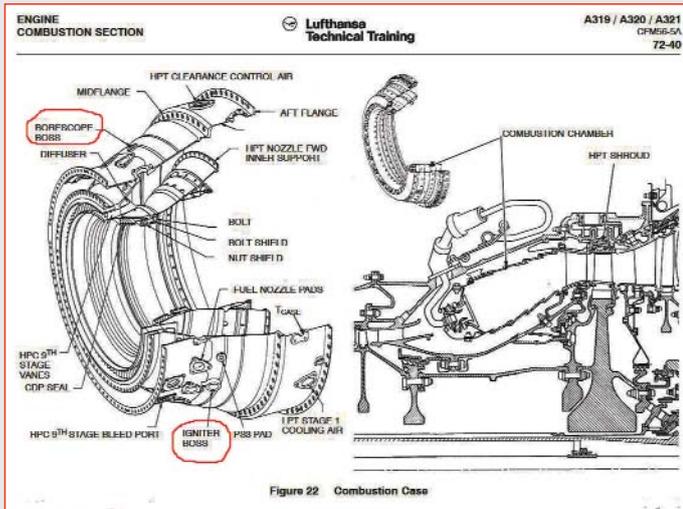


Рис. 29. Порты бороскопического контроля камеры сгорания [инструкция по эксплуатации двигателя CFM-56-5A]

Далее следуют точки осмотра турбин высокого и низкого давления (S17-S22, рис. 30). В этих точках зонд бороскопа входит между лопатками соплового аппарата турбины, и за счет его артикуляции могут быть осмотрены передние и задние кромки лопаток соответствующих ступеней.

Ротор двигателя (турбокомпрессора высокого давления) при этом приводится в необходимое для осмотра вращение через коробку приводов агрегатов при помощи специального приспособления. В итоге получается достаточно эффективная и несложная в плане осуществления проверка, которая не занимает много времени и не требует исключения самолета из полетного графика.

ИНФОРМАЦИЯ: ДВИГАТЕЛЬ ПС-90А: 20 ЛЕТ НА КРЫЛЕ

В июле 2013 г. исполнилось 20 лет с начала эксплуатации двигателя ПС-90А: 14 июля 1993 г. Ил-96-300 совершил свой первый рейс с пассажирами на борту.

Созданный под руководством П.А. Соловьева ПС-90А является одним из важнейших достижений российского авиапрома 90-х годов XX века. По заданному уровню термодинамических и удельных параметров он соответствовал нормам научно-технического уровня 1990-х годов и не уступал по основным данным и параметрам рабочего процесса лучшим зарубежным аналогам, которые находились в разработке в 80-х годах и вошли в эксплуатацию в 90-х годах.

Двигатель ПС-90А создавался сразу как унифицированный для установки на са-

молеты типа Ил-96 и Ту-204, а также как базовый с целью создания модификаций для широкого диапазона использования. Высокие требования предъявляемые к нему были реализованы в новой базовой конструкции двухконтурного двигателя со смешением потоков и высокопараметрическим газогенератором. Внедрение электронно-цифровых методов регулирования позволило оптимизировать управление двигателя, обеспечив их отличные характеристики по тяге и экономичности в широком диапазоне высот и скоростей полета.

За 20 лет пермским КБ разработаны и внедрены в серийное производство модификации: ПС-90А-76, ПС-90А1, ПС-90А2. В настоящее время в распоряжении российс-

ких и зарубежных авиакомпаний, авиастроительных заводов и лизинговых компаний находятся 345 двигателей семейства ПС-90А. Их суммарная наработка с начала эксплуатации превысила показатель 3,3 млн часов.

В парке воздушных судов с двигателями семейства ПС-90А - 97 авиалайнеров, из них 26 самолетов грузовой и военно-транспортной авиации. Самолеты с двигателями семейства ПС-90А эксплуатируются ведущими авиакомпаниями России и зарубежья: "Аэрофлот", "Трансаэро", "Владивосток Авиа", RedWings, "Волга-Днепр", "Полет", Cubana, SilkWay Airlines, AirKoryo и др. Двигатели семейства ПС-90А установлены на самолетах Президента и Премьер-министра России.

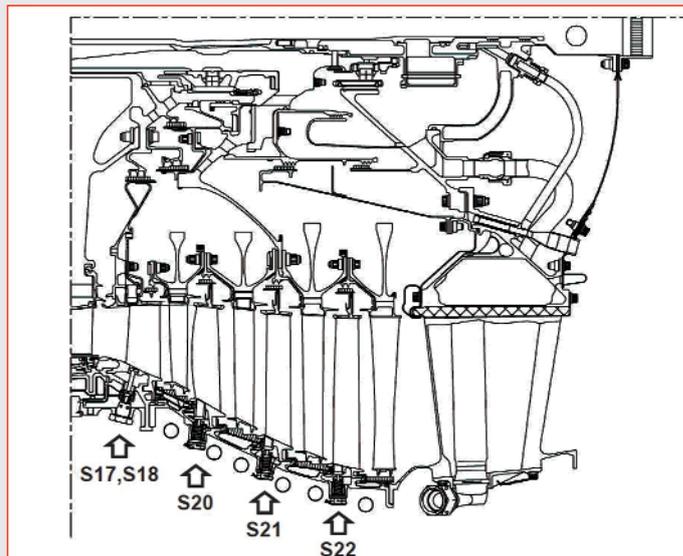


Рис. 30. Порты бороскопического контроля на турбине низкого давления [инструкция по эксплуатации двигателя CFM-56-5]

Для линии двигателей CFM56 бороскопический контроль с использованием современных видеоэндоскопов играет большую роль. Это позволяет в сочетании с другими передовыми техническими методами успешно осуществлять эксплуатацию двигателей с высоким уровнем надежности, совмещая его с невысокими затратами на техническое обслуживание.

А отсюда напрямую проистекает популярность этих двигателей. И, судя по происходящему на рынке двигателестроения, эта популярность будет только возрастать...

Официальный поставщик технических видеоэндоскопов XLGO+ в России, дистрибьютор компании General Electric по направлению визуально-измерительного контроля

ООО "Мега Инжиниринг":

Москва, 129343, Проезд Серебрякова, д. 2/1
 Многоканальный телефон: 8 (495) 600-36-42
 Факс: 8 (495) 600-36-43

Бесплатный телефон по России: 8 (800) 555-31-42
 Срочные вопросы: 8 (985) 970-97-19
 Интернет: www.mega-ndt.ru, www.xlg3.ru
 E-mail: info@mega-ndt.ru



**ЕДИНСТВО
ВО МНОЖЕСТВЕ**



ОАО «Управляющая компания
«Объединенная двигателестроительная корпорация»
Россия, 121357, г. Москва, ул. Верейская, д. 29, стр. 141
e-mail: info@uk-odk.ru web: www.uk-odk.ru





Производство самолётов и их составных частей в Чехословакии более чем 90-летнюю историю. Наибольшее развитие оно получило в пятидесятых годах и последующих десятилетиях прошлого века. Более всего развивалось производство планеров, спортивных самолётов, учебно-тренировочных самолётов и самолётов для малой авиации. В создании этих летательных аппаратов были достигнуты значительные успехи - как с точки зрения технического уровня выпускаемой продукции, так объёма её производства. Авиапромышленность Чешской Республики - полноправная наследница и преемник этих славных традиций.

Расположенные в Чешской республике заводы "Югострой" (*Jihostroj a.o. Velešín*) - традиционные производители агрегатов и топливных систем авиационных двигателей и самолётов. Компания была основана в 1919 г. как автомобилестроительная, а с 1936 г. здесь началось производство компонентов авиадвигателей. Она находится в Южной Чехии возле международной автомагистрали E55 Прага-Линц (Австрия).

"Югострой" изначально производил и поставлял карбюраторы авиационных поршневых двигателей, топливных фильтров и других деталей двигателей фирмы Walter (Прага). В начале пятидесятых годов на "Югострой" была Советским Союзом передана документация для производства агрегатов системы регулирования подачи топлива двигателя M05, устанавливаемого на самолёте МиГ-15. Серийное производство началось в 1952 г. В этот же период "Югострой" на основе переданной документации обеспечивал также и серийное производство топливного насоса для поршневых двигателей АШ-82Т.

С целью обеспечить собственную разработку и серийное производство агрегатов для авиадвигателей и самолётов, в 1959 г. на фирме "Югострой" основано своё ОКБ. Первым проектом нового ОКБ была разработка агрегатов системы регулирования двигателя M701 учебно-тренировочного самолёта L-29 Delfin. Этот проект оказался весьма успешен. В серийном производстве было выпущено большое количество самолётов L-29, двигателей M701 и агрегатов для них. В этот период "Югострой" подготовил реконструкцию топливных насосов для 4- и 6-цилиндровых двигателей фирмы Motorlet Прага. Насосы находились в производстве на фирме в течение последующих многих лет.

Яромир Шилганек, инженер "Югострой"

В 1965-1970 гг. ОКБ фирмы "Югострой" провела реконструкцию и модификацию агрегатов системы регулирования двигателя АИ-25 для установки этого двигателя на одномоторный учебно-тренировочный самолёт L-39 "Альбатрос". Параллельно проводилась реконструкция агрегатов топливно-масляной системы ВСУ Saphir, которая находилась тоже в составе самолёта L-39.

В 1971-1975 гг. ОКБ разрабатывало собственную конструкцию агрегатов системы регулирования турбовинтового двигателя M601. Проект был весьма успешен и на созданные агрегаты получены требуемые для эксплуатации сертификаты. На "Югострое" началось серийное производство. Первые экземпляры были поставлены заказчику в 1975 г. Агрегаты системы регулирования (насос и топливный регулятор) находятся в серийном производстве до сих пор. Двигатель M601 в основном устанавливался на самолёты L410, но использовался и для многих других типов самолётов (таких, как "Орлик", "Гжель", Air Tractor и т.д.) В 1977-1980 гг. ОКБ фирмы "Югострой" разработало экспериментальную систему регулирования с полностью электронным управлением, которая была функционально протестирована на двигателе M601.

В 1981-1990 гг. на основе межправительственных договоров был разработан двигатель DV-2 для следующего поколения учебно-тренировочного самолёта L59. Двигатель был создан запорожской фирмой "Прогресс". Комплект системы регулирования, состоящий из гидравлической части (насос, топливный регулятор, управление механизацией компрессора - гидроцилиндр), цифрового электронного блока управления и датчиков параметров двигателя был разработан ОКБ фирмы "Югострой". Конструкторское бюро сконструировало агрегаты гидравлической части и разработали программное обеспечение (SW) электронного блока управления. ОКБ подготовило технические задания на блок управления (HW) и необходимые датчики. Серийное производство системы управления и регулирования, а также гидравлических агрегатов обеспечивала фирма "Югострой".

В связи с этой программой "Югострой" разработал и выпустил (в порядке эксперимента) прототип гидравлического регулятора системы FADEC, который был успешно протестирован на двигателе DV-2A в наземных испытаниях.

В 1984-1994 гг. ОКБ фирмы "Югострой" предложил и разработал комплект системы регулирования (топливный насос, топливный регулятор и электронный цифровой блок управления уровня FADEC) турбовинтового двигателя M602, предполагавшегося к установке на самолёт L610, а также систему регулирования его винта. Регулятор винта обеспечивал все стандартные функции, включая фазовую синхронизацию с электронным управлением. В пределах проекта "Югострой" разработал собственные электромагнитные клапаны и двухступенчатые преобразователи. Двигатели M602 этой конструкции и комплектации были проверены при наземных и летных испытаниях на прототипах самолёта L610. Было проведено около 80 % сертификационных испытаний, когда программа была остановлена из-за политико-экономических изменений в стране и мире.

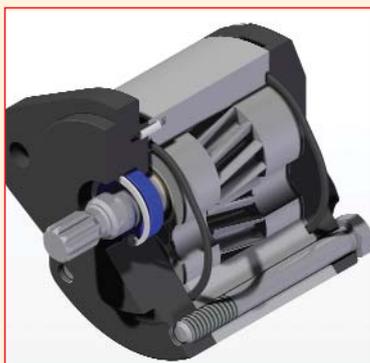




В те же времена ОКБ "Югострой" разработало и сконструировало для самолёта L610 комплект агрегатов топливной системы. Для проведения сертификационных испытаний агрегатов и системы в целом на предприятии "Югострой" был изготовлен специальный стенд с подлинным крылом самолёта L610. Испытания прошли успешно.

В начале девяностых годов на экономическое положение компании оказали большое влияние социально-политические изменения в Чехословакии и Советском Союзе - распался СЭВ (Совет экономической взаимопомощи). В результате потерь заказов и подписанных договоров предприятие было вынуждено идти на существенные сокращения и одновременно интенсивно искать заказы и заказчиков, а также пытаться выйти на новые рынки. В 1995-1996 гг. для обеспечения будущего развития и стабильности были произведены реорганизация и реструктуризация фирмы, в результате чего она была преобразована в акционерное общество. Наибольшее влияние на дальнейшее развитие компании имел тот факт, что 100% акции остались в собственности чешских юридических и частных лиц. При подготовке плана стратегического развития компании, в том числе и в области производства авиационной продукции, решили сохранить и развить конструкторское бюро в качестве ядра перспективного роста фирмы.

Была поставлена задача по организации сотрудничества с передовыми зарубежными фирмами и постепенного развития кооперации выпуска деталей, узлов и комплектных агрегатов. На основе успешного развития такого сотрудничества предполагалось получить заказы на разработку, доводку и сертификацию агрегатов по технической спецификации этих фирм. Понятно, что достижение таких целей требовало немало времени. Для успешного воплощения планов потребовалось приспособить и освоить новые для себя технологические процессы, современную организацию производства, использование как фирменных, так и иностранных стандартов. Следовало обеспечить и требуемый уровень знания английского языка работниками фирмы.



АО "Югострой" систематически и на долговременной основе инвестирует серьёзные средства в новые технологии и модернизацию во всех сферах деятельности компании, включая механи-

ческую обработку, термообработку, защиту поверхностей, процессы контроля качества, сборки и испытаний. Особое внимание уделяется соблюдению технологических инструкций и поддержанию высокого уровня качества на протяжении всего производственного процесса.



Деятельность фирмы "Югострой" сертифицирована в соответствии с ISO 9001 и ISO 14000. Наличие сертификатов AS9100, EASA PART 21 Standard и EASA PART 145 позволяют фирме осуществлять производство авиатехники. Производственные процессы проверены и одобрены фирмами Parker Aerospace, Crane Aerospace, Honeywell Aerospace и GE Aviation. Например, процессы защиты поверхностей, покраска и неразрушающий контроль деталей осуществляются в соответствии с NADCAP.

"Югострой" в настоящее время стабильная и прогрессивная фирма, которая имеет перспективные программы по производству авиационной техники. Преобладающая часть этого производства определена собственной разработкой агрегатов и их дизайна. Даже во времена последнего мирового экономического кризиса (2008-2012) годовой объём производства авиационной техники фирмы ежегодно увеличивался на 12...18%.

Сейчас производственная программа фирмы включает широкий спектр изделий. Основой программы является производство агрегатов регулирования турбовинтового двигателя M601. Это не означает только капитальный ремонт работающих агрегатов для этого двигателя, но прежде всего - постепенный рост заказов на агрегаты для двигателей H80 фирмы GE Aviation (Прага). Кроме того, "Югострой" разработал и выпускает разные модификации агрегатов топливно-масляных систем ВСУ типа Saphir, которые поставляет на фирму PBS Velka Bites (Чешская Республика).

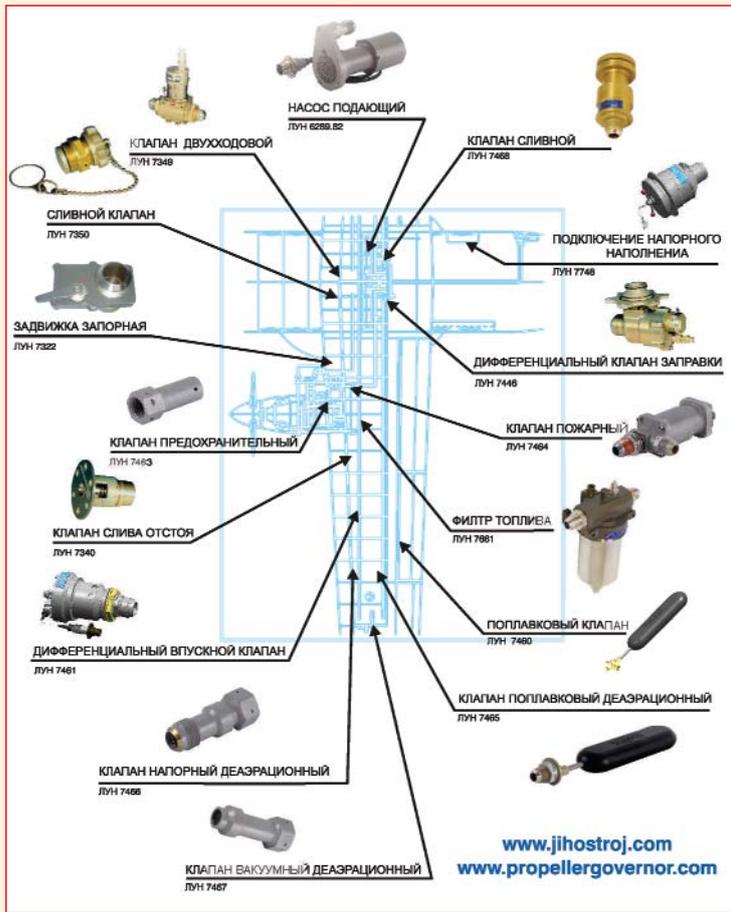
Знаковым продуктом фирмы являются регуляторы винта для поршневых двигателей, которые здесь же были разработаны. Эти во всех смыслах образцовые изделия производятся и поставляются

стабильная и прогрессивная фирма, которая имеет перспективные программы по производству авиационной техники. Преобладающая часть этого производства определена собственной разработкой агрегатов и их дизайна. Даже во времена последнего мирового экономического кризиса (2008-2012) годовой объём производства авиационной техники фирмы ежегодно увеличивался на 12...18%.

Сейчас производственная программа фирмы включает широкий спектр изделий. Основой программы является производство агрегатов регулирования турбовинтового двигателя M601. Это не означает только капитальный ремонт работающих агрегатов для этого двигателя, но прежде всего - постепенный рост заказов на агрегаты для двигателей H80 фирмы GE Aviation (Прага). Кроме того, "Югострой" разработал и выпускает разные модификации агрегатов топливно-масляных систем ВСУ типа Saphir, которые поставляет на фирму PBS Velka Bites (Чешская Республика).

Знаковым продуктом фирмы являются регуляторы винта для поршневых двигателей, которые здесь же были разработаны. Эти во всех смыслах образцовые изделия производятся и поставляются





мы управления ВСУ. Испытаниями у разработчика и заказчика была подтверждена надежная работа во всех заданных условиях. Сертификация ВСУ будет завершена в ближайшее время. "Югострой" готов начать серийное производство.

В соответствии с техническими характеристиками Honeywell Aerospace "Югострой" разрабатывает три типа топливных насосов для газотурбинных двигателей. Первый тип насоса после испытаний разработчиком и заказчиком уже в серийном производстве. Первые серии этого агрегата поставлены заказчику. Прототипы остальных типов находятся в процессе испытаний. В случае положительного их результата, планируется начать серийное производство в 2014 году.

Систематически продолжается и расширяется совместное производство в порядке кооперации комплектующих по оригинальной документации для авиаизделий фирмы Parker Aerospace и Honeywell Aerospace.

ОКБ фирмы "Югострой" также активно работает над решением технических проблем международных проектов Европейского Союза по программам CESAR, ESPOSA и др.

Можно получить более подробную информацию о фирме Jihostroj a.o. Velešín на сайте www.jihostroj.com (общение возможно как на английском, так и на русском языке). Там же можно войти в контакт с представителями фирмы.

У фирмы "Югострой" есть большой интерес в установлении и возобновлении прямого сотрудничества с русскими компаниями, что, несомненно, пойдет на пользу обеим сторонам. Все заинтересовавшиеся возможностями поработать с нами приглашаются посетить стенд фирмы Jihostroj a.o. Velešín (АО "Югострой"), находящийся в экспозиции Чешской Республики на авиасалоне МАКС-2013

в различных вариантах, которые были протестированы и теперь используется в двигателях Rotax, Lycoming, Continental и др. в сочетании с винтами Hartzell, McCaulley, Hoffmann Propellers, MT-Propellers, Whirlwind Propellers, Woodcomp. Регуляторы винта используются в десятках типов самолётов (например, на Су-26, Су-29, Бе-103), а также, на беспилотниках (БПЛА). К настоящему времени заказчиком было поставлено более 6000 экземпляров разных версий этого регулятора. Более подробную информацию можно найти на www.propellergovernor.com.

"Югострой" разрабатывает комплекты агрегатов топливной системы для нового самолёта L410NG фирмы Aircraft Industry (собственником 51 % акций этой фирмы является УГМК - Уральский горно-металлургический комбинат). Все приборы имеют высокие технические параметры и сертифицированы по EASA в составе самолёта. Отдельные агрегаты из этого комплекта могут быть использованы для модернизации существующих или для проектируемых самолётов с поршневыми двигателями, турбовинтовыми и реактивными двигателями в рабочем диапазоне агрегатов. "Югострой" может выполнить необходимые модификации по требованиям заказчика. Начало серийного производства запланировано на 2014 год. Компания может обеспечить для заказчиков поставку опытных образцов (прототипов) для прикидки в своих проектах. Более подробную информацию можно найти на сайте www.jihostroj.com в разделе "Агрегаты топливных систем самолётов".

В соответствии с технической спецификацией фирмы Samsung Aerospace, компания разработала системы управления для двух типов ВСУ, которые были протестированы и полностью проверены заказчиком на изделии. Оба двигателя уже находятся в серийном производстве и поставляются в соответствии с требованиями заказчика.

"Югострой" сотрудничает с фирмой Microturbo (Франция), для которой, на основе технической спецификации была спроектирована и построена новая современная концепция систе-



Пусть мои дополнения будут небольшим лирическим отступлением от сухих данных объективной презентации наших партнеров из чешской компании "Югострой". Мне, довелось, а лучше сказать: посчастливилось уже много лет сотрудничать с несколькими предприятиями в Чехии. И к деловым отношениям, хотим мы того или нет, всегда привносятся личные отношения. А бывают они очень даже разными в наши времена! И только такое сотрудничество, когда деловое общение, общие задачи и цели приводят к настоящей и искренней дружбе - можно считать полностью успешным!

В 1998 году (если не ошибаюсь) в известном московском Чешском доме проходила встреча представителей российских и чешских предприятий с целью найти новые принципы сотрудничества в новых условиях. В советские времена у СССР и Чехословакии была развитая кооперация и координация в авиационной сфере. Теперь нужно было вновь строить производственные и хозяйственные отношения. Мероприятие это было рабочим, непомпезным и проходило в будничном режиме. И вот что запомнилось. Среди представителей чешской авиационности был представитель агрегатного завода "Югострой" господин Яромир Шилганек, занимавший тогда должность коммерческого директо-

ПЕРЕГОВОРНЫЙ ПРОЦЕСС КАК МЕХАНИЗМ РАЗВИТИЯ СОЦИАЛЬНО-ТРУДОВЫХ ОТНОШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЩЕСТВА

ОУП ВПО "Академия труда и социальных отношений":

Сергей Юрьевич Иванов, доцент

Андрей Сергеевич Иванов, ведущий научный сотрудник

Постановка проблемы. Развитие современных социально-трудовых отношений во многом определяется формированием информационного общества, основанного на знаниях. Главный вызов времени связан с тем, что труд и капитал, как факторы развития инновационной экономики постепенно заменяются распределенной системой отношений, дистанционными формами организации трудовой деятельности. При этом появляется новое измерение научного потенциала и человеческих ресурсов. Информационные технологии играют самую активную роль в социальных коммуникациях, социальном конструировании реальности. Информационное влияние рассматривается в контексте распределения ресурсов, инновационной активности бизнеса, использования дистанционных форм организации деятельности.

Однако в понятие информации в различных типах обществ вкладывается совершенно иное содержание. В одних - информация может распределяться строго дозировано в рамках увеличивающегося контроля, в других рассматриваться как товар, приносящий определенный доход [1, С.35]. В то же время за увеличивающимся информационным обменом качественная составляющая может теряться. Стремление к обновлениям становится нередко нормой повседневной жизни и нередко создают иллюзию ускоряющегося общественного развития. Информатизация приводит к росту самых разнообразных требований по увеличению уровня и качества жизни. В этой связи возрастает роль социальных институтов, устанавливающих определенные социальные стандарты, в том числе по уровню и качеству трудовой деятельности. Исключением не является и социально-трудовая сфера, где активно реализуются передовые способы и методы взаимодействия работников и работодателей.

Предмет исследования. Специфика развития социально-трудовых отношений в современном информационном обществе предопределяется позиционированием коллективных интересов работников и работодателей, степенью складывающегося ресурсного влияния. Имея значительные организационные и аналитические ресурсы, социальные партнеры в лице бизнеса и профсоюзов могут определять потребности отдельных предприятий, регионов, отраслей в трудовых ресурсах, обеспечивать их развитие, наконец, определять спрос и предложение на рынке труда.

Предметом нашего исследования выступают особенности формирования представителей работников и работодателей, а также те механизмы социального партнерства, которые они используют в разрезе совершенствования социально-трудовых отношений. Согласно статье 23 ТК РФ, социальное партнерство в социально-трудовой сфере представляет собой систему взаимоотношений между работниками, работодателями и органами власти, направленную на обеспечения согласования интересов работников и работодателей по вопросам регулирования трудовых отношений [2; 3, С.215].

Благодаря партнерскому взаимодействию, основанному на ресурсе информационного влияния, принимаемые в ходе переговоров соглашения и коллективные договоры могут охватывать достаточно большое число работников. Показательным является пример Франции. Несмотря на то, что в профсоюзах здесь состоят всего лишь 10 % работников, заключаемые коллективные договора регулируют условия труда почти 90 % всех занятых работников [4]. По-видимому, объяснением этому является не только фактор высокой социальной активности населения данной страны, но и либеральным отношением к институтам гражданского общества.

В последние несколько лет мы становимся свидетелями того, что в нашей стране ряд отраслевых профсоюзов начинает играть все большую роль в рамках обеспечения влияния и распределения ресурсов (трудовых, финансовых, информационных и т.д.). Однако в условиях состоявшегося децентрализованного управления, информационные и лоббистские действия российских профсоюзов должны подкрепляться как разработкой единых социальных стандартов, так и развитием солидарных основ, результативностью деятельности уже существующего института социального партнерства, обеспечением единства действий и требований.

Одним из основных механизмов системы социального партнерства является переговорная компания. Именно в ходе переговоров стороны приходят к взаимоприемлемым решениям, достигается баланс интересов.

Многие членские организации ФНПР в решениях своих коллегиальных органов подтверждают сегодня приверженность единой переговорной кампании. Часть профсоюзов сразу приняла решение о единых сроках, единых действиях переговорной кампании. Очевидно, что достижение такого единства должно строиться в контексте формирования единого информационного пространства.

Текущая ситуация. Несмотря на отмечаемые в социально-трудовой сфере кризисные явления, оказываемого со стороны работодателей давления в рамках дальнейшего снижения издержек на рабочую силу единая коллективно-договорная кампания 2011-2012 гг. в целом по стране прошла с соблюдением установленных законодательством порядка и сроков [5]. Во многих сегментах переговорного поля сложились устойчивые отношения между работниками и работодателями, государственными институтами, регулирующими сферу занятости. Уменьшается количество задолженности по выплате зарплаты, сократилось число предприятий, где зарегистрированы случаи массового высвобождения работников и т.д.

Итоги проведенной колдоговорной кампании на локальном уровне фиксируют позитивный рост охвата коллективными договорами (рис. 1) [6]. В 2012 г. охват колдоговорами составил 91 процент общего числа предприятий, где созданы первичные профсоюзные организации ФНПР. В определенной степени это несколько больше, чем в 2010 г. (87 %). Однако данный рост в определенной степени блокирован отмечаемым уменьшением количества предприятий и организаций, имеющих коллективные договора.

По состоянию на 2012 г. всего заключено 154 129 коллективных договоров, действие которых распространяется на одну или несколько первичных профсоюзных организаций. По сравнению с прошлым годом фиксируется уменьшение количества заключаемых коллективных договоров (5...6 %). В то же время за последние два года несколько уменьшился спад по количеству заключаемых кол-

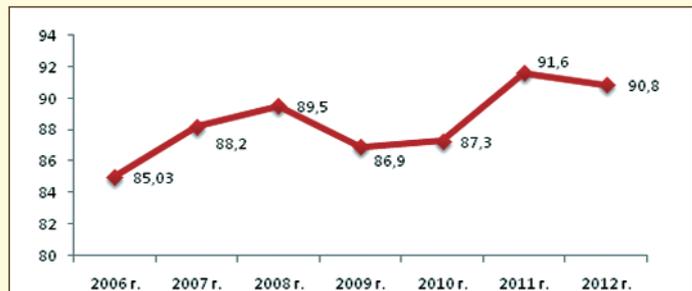


Рис. 1. Динамика охвата коллективными договорами за 2006-2012 гг., %

левтивных договоров (рис. 2) [6]. Однако понижающая тенденция все же еще остается. В то же время нельзя говорить и об уровне насыщения по количеству заключаемых коллективных договоров.

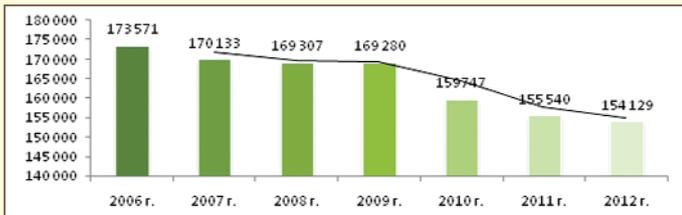


Рис. 2. Динамика количества заключенных коллективных договоров за период 2004-2012 гг. (За 2012 г. данные рассчитаны на основе модели линейной регрессии)

Данные профсоюзной статистики ФНПР показывают, что в 2011 г. по сравнению с 2010 г. количество первичных профсоюзных организаций уменьшилось на 6,5 тыс. человек.

Недостаточно полно ведется внутриорганизационная работа по созданию первичек и заключению коллективных договоров на предприятиях малого и среднего бизнеса. Тяжелой остается ситуация по сокращению численности профсоюзного членства в профсоюзе работников агропромышленного комплекса Российской Федерации, Общероссийском профсоюзе работников автомобильного транспорта и дорожного хозяйства, профсоюзе работников водного транспорта Российской Федерации, Российском профсоюзе работников текстильной и легкой промышленности [7].

Каковы же основные причины? С одной стороны они обуславливаются внутренними, так и внешними проблемами.

Во многом понижение степени охвата коллективными договорами обуславливается, с одной стороны, возникшими проблемами, связанными с реорганизацией ряда отраслей, модернизацией корпоративного управления (низкой инвестиционной активности, дробления крупных и слияния среднего и малого бизнеса, наличия финансовых трудностей посткризисного развития ряда предприятий), ликвидацией предприятий, а с другой - заключением единых коллективных договоров и созданием новых первичных организаций.

Данные опросов фиксируют и неоднозначное отношение общества к профсоюзам. Обратимся к результатам общероссийского опроса ВЦИОМ (2012 г.). Роль профсоюзов в глазах россиян выглядит все менее значительной (с 2,21 балла в 2008 году до 1,80 балла в текущем году). Нынешний показатель в целом соответствует тому, что был зафиксирован в 2000 году (1,85 балла) [8].

Можно предположить, что социальным партнерам еще предстоит большая работа не только по повышению своего имиджа, но и реализации главных задач по эффективной защите трудовых прав и социально-экономических интересов работников, реализации принципов социальной справедливости. Решительные действия возможны в рамках расширения сферы их влияния в экономике, политике, социальной защите, а также достижения конкретных результатов деятельности, соответствующие социальным ожиданиям.

С другой стороны, наблюдаемая тенденция фиксирует низкую заинтересованность работодателей в развитии современных институтов социальной ответственности, использовании квалифицированной рабочей силы, владеющей современными технологиями, сокращении социальных программ. В итоге недостаточная активность бизнеса по созданию качественных рабочих мест, невысокая конкурентоспособность существующих рабочих мест. Отсутствие полноценных отраслевых структур бизнеса, а также плохой бизнес-климат нередко сдерживают переговорный процесс.

Подчеркнем и то, что развитие механизмов переговорного процесса в немалой степени зависит от поддержки со стороны государства. Благополучие занятых требует определения на федеральном уровне четких норм и правил взаимодействия в системе социально-трудовых отношений, наконец, политической воли.

Выводы. В целом, говорить сегодня о том, что технология переговорного процесса в информационном поле взаимодействия социальных партнеров полностью отработана и дает стопроцентный эффект пока еще преждевременно.

Вместе с тем позитивным фактом является то, что большая часть профсоюзных организаций все же осознает необходимость в интеграции совместных действий, совершенствовании форм и методов внутриорганизационной работы. В то же время наиболее проблемными, помимо "традиционных", для заключаемых соглашений и коллективных договоров остаются вопросы, связанные с повышением активности трудовых коллективов в переговорный процесс, более интенсивным межорганизационным взаимодействием и координацией деятельности общероссийских профсоюзов, повышением их имиджа.

Основой переговоров профсоюзов с работодателями на первичном уровне должен стать взвешенный анализ производственного, финансового состояния предприятия, рынка продукции, инвестиционных возможностей, намечаемых структурных преобразований, кадрового состава предприятия, соотношения уровня заработной платы в организациях со стоимостью жизни, состояния рынка труда и цены на рабочую силу в регионе и других факторов, оказывающих влияние на потребность в работниках.

Практика убеждает, что в среде профсоюзов все же только начинает складываться общий подход в борьбе за достойный труд, а именно единство действий и социальной солидарности. Ресурс информационного влияния видится в установлении действенной обратной связи с работниками, моделировании общественного мнения на основе установления баланса интересов бизнеса, государства и работников, учета опыта модернизации социально-трудовых отношений, ориентированных на повышение гибкости труда и роста дифференциации заработной платы.

Нельзя забывать, что чрезмерное упование социальных партнеров только на законодательное обеспечение социальных прав нередко принижает их способность активно отстаивать социально-экономические интересы и трудовые права работников в диалоге с работодателем. Не секрет, что решение многих вопросов в условиях сокращения государственного финансирования переносится на локальный уровень, обеспечение включенности человека в осуществляемые социальные преобразования. **П**

Литература

1. Бехманн Г. Современное общество: общество риска, информационное общество, общество знаний. М., 2012. С. 35;
2. Трудовой кодекс РФ - <http://kzotrf.ru>;
3. Белл Д. Грядущее информационное общество. М., 2004. С. 215;
4. OECD Employment Outlook 2006. Supplementary material, Table W.3.2. - www.oecd.org/els/employmentoutlook/statsupplement/;
5. Сайт ФНПР - Постановление Исполкома ФНПР от 27.06.2012 № 4-2: <http://www.fnpr.ru/n/2/15/187/7109.html>;
6. Сайт ФНПР - Об итогах коллективно-договорной кампании - <http://www.fnpr.ru/search2009-2013>;
7. Постановление исполкома ФНПР о сводной статистической отчетности по профсоюзному членству и профсоюзным органам - <http://www.fnpr.ru/2/15/187/2390.html>;
8. Опрос ВЦИОМ проведен 9-10 июня 2012 г. Опрошено 1600 человек в 138 населенных пунктах в 46 областях, краях и республиках России. Статистическая погрешность не превышает 3,4%. - <http://wciom.ru/index.php?id=459&uid=112842>



ВЫЯВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ ОБУЧЕННЫХ ПО ПРОГРАММЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ "ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ" (ИТОГИ АПРОБАЦИОННОГО ПЕРИОДА 5-ГО ЭТАПА РЕАЛИЗАЦИИ ФЦП РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ НА БАЗЕ МОРЦ ГБОУ СПО КАС №7)

Елена Викторовна Невмержицкая,

доктор педагогических наук,

профессор кафедры Социологии, психологии и педагогики, руководитель МОРЦ ГБОУ СПО КАС №7

В статье представлены итоги мониторингового исследования по вопросу выявления информационной компетентности в рамках профессиональной обученности студентов по программе учебной дисциплины "Информационные технологии в профессиональной деятельности". Апробация новой образовательной программы проходила на 4-м и 5-м этапах реализации Федеральной целевой программы, посвященной модернизации системы начального профессионального и среднего профессионального образования на базе межрегионального ресурсного центра строительной отрасли ГБОУ СПО КАС №7 г. Москвы.

The results of monitoring investigation of the question of exposure of informational competence in the framework of professional students' training according to the program of a study discipline "Informational technologies in professional activity" are presented in the article. The approbation of the educational program was held during the 4-th and the 5-th stages of the Federal Objective Program realization devoted to the modernization of professional education on the base of inter-regional resource center of a construction branch – College of Architecture and Construction № 7, Moscow.

Ключевые слова: информационная компетентность, учебная дисциплина "Информационные технологии в профессиональной деятельности", Федеральная целевая программа развития образования, итоги апробации, мониторинг.

Keywords: informational competence, study discipline "Informational technologies in professional activity", Federal Objective Program of education development, approbation results, monitoring.

Существующее в настоящее время многообразие подходов к определению содержанию понятия "информационная компетентность" разными исследователями трактуется неоднозначно: обладание знаниями, умениями, навыками и опытом их использования при решении определенного круга социально-профессиональных задач средствами новых информационных технологий, а также умение совершенствовать свои знания и опыт в профессиональной области [1]; новая грамотность, в состав которой входят умения активной самостоятельной обработки информации человеком, принятие принципиально новых решений в непредвиденных и нестандартных ситуациях с использованием технологических средств [7]; сформированные умения самостоятельного поиска, анализа и отбора необходимой информации, организация, преобразование, сохранение и передача ее при помощи реальных объектов (например, телевизор, телефон, факс, компьютер, принтер, модем) и информационных технологий (аудио-, видеозапись, электронная почта, СМИ, Интернет и т.д.) [9] и др.

Информационная компетентность является ключевым термином образовательных стандартов третьего поколения. Данное утверждение соответствует целям выполнения задач Федеральной целевой программы, посвященной вопросам модернизации системы начального профессионального и среднего профессионального образования на базе Межрегионального ресурсного центра строительной отрасли (ГБОУ СПО Колледж архитектуры и строительства № 7 г. Москвы) (например, [6, с. 5-10]). Подтверждением, в частности, являются более 30 разработанных новых образовательных программ и 35 программ повышения квалификации и УМК к ним, ориентированные на получение, развитие у студентов и слушателей:

- мотивации, потребности и интереса к получению знаний, умений и навыков в области технических, программных средств и информации;
- совокупности общественных, естественных и технических знаний, отражающих систему современного информационного общества;
- знаний, составляющих информативную основу поисковой познавательной деятельности;
- способов и действий, определяющих операционную основу поисковой познавательной деятельности;
- опыта поисковой деятельности в сфере программного обеспечения

и технических ресурсов;

- опыта отношений "человек - компьютер" / "человек - техника" [3, с. 41-54].

С осени 2012 г. берет начало период апробации новой образовательной программы "Информационные технологии в профессиональной деятельности", разработанной на основе Федерального государственного образовательного стандарта по специальности среднего профессионального образования 270802 "Строительство и эксплуатация зданий и сооружений" (углубленной подготовки). Программа учебной дисциплины является частью основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности СПО 270802 и может быть использована в дополнительном профессиональном образовании для подготовки работников строительного профиля и профессиональной подготовке рабочих строительных профессий.

Целями и задачами учебной дисциплины являются требования к результатам ее освоения, которые включают **владение умениями** применять программное обеспечение, компьютерные и телекоммуникационные средства в профессиональной деятельности; отображать информацию с помощью принтеров, плоттеров и средств мультимедиа; устанавливать пакеты прикладных программ.

В результате освоения учебной дисциплины студент **должен знать:** состав, функции и возможности использования информационных и телекоммуникационных технологий в профессиональной деятельности; основные этапы решения задач с помощью электронно-вычислительных машин; перечень периферийных устройств, необходимых для реализации автоматизированного рабочего места на базе персонального компьютера; технологию поиска информации; технологию освоения пакетов прикладных программ.

С целью выявления информационной компетентности в рамках профессиональной обученности студентов по программе учебной дисциплины "Информационные технологии в профессиональной деятельности" была произведена оценка результатов обучения, включающая в себя сбор данных и подготовку отчета по оценке. Входными данными для оценки результатов служили количество обучающихся и план обучения, а также зарегистрированные записи по проведенному обучению. Данные отчета - это входные данные для проведения процесса мониторинга, содержание информации о контингенте (количество обучающихся), критериях оценки, анализе собранных данных и интерпретации

результатов, выводах и рекомендациях, полученных на основе оценки качества обученности.

Рекомендуемое количество часов на освоение примерной программы учебной дисциплины составляет 141 час максимальной учебной нагрузки обучающегося, в том числе: обязательной аудиторной учебной нагрузки - 94 часа и самостоятельной работы - 47 часов (рис 1).



Анализ и валидация результатов обучения осуществлялись методом консультирования, наблюдения, тестирования и проверки работ обучающихся в образовательных учреждениях - участниках сетевого взаимодействия с Межрегиональным отраслевым ресурсным центром: ГБОУ СПО КАС №7; ГБОУ СПО Брянский техникум машиностроения и автомобильного транспорта имени Героя Советского Союза М.А. Афанасьева; Тамбовское ОГБОУ Строительный колледж, КГБОУ СПО Приморский политехнический колледж г. Владивостока.

В процессе апробации формировалась, развивалась информационная компетентность - интегративное качество личности, являющееся результатом отражения процессов отбора, усвоения, переработки, трансформации и генерирования информации в особый тип предметно-специфических знаний [2, с. 51-58], позволяющее вырабатывать, принимать, прогнозировать и реализовывать оптимальные решения в различных сферах деятельности.

В структуре категории "информационная компетентность" можно выделить следующие компоненты: когнитивность, мотивационность, технологичность, коммуникативность, саморазвитие (схема 1).



Когнитивность проявляется в отражении процессов переработки информации на основе микрокогнитивных актов (анализ поступающей информации, формализация, сравнение, обобщение, синтез с имеющимися базами знаний, разработка вариантов использования информации и прогнозирование последствий реализации решения проблемной ситуации, генерирование и прогнозирование использования новой информации, ее взаимодействие с имеющимися базами знаний, организация хранения и восстановления информации на долгосрочной памяти).

Мотивационность включает создание условий, которые способствуют познанию ценностей, оказывающих содействие при выборе важных ценностных ориентаций; характеризует степень мотивационных побуждений человека (к достижениям, принадлежности к группе, обладанию властью, компетентности), влияющих на отношение индивидов к работе и жизни в целом.

Технологичность проявляется в понимании сущности технологического подхода к реализации деятельности; знании особенностей средств информационных технологий по поиску, переработке и хранению информации, а также выявлению, созданию и прогнозированию возможных технологических этапов по переработке ин-

формационных потоков; наличии технологических навыков и умений работы с информационными потоками (в частности, с помощью средств информационных технологий); понимании принципов работы, возможностей технических устройств, предназначенных для автоматизированного поиска и обработки информации; знании различных автоматизированного и автоматического выполнения информационных процессов; умении классифицировать задачи по типам с последующим решением и выбором определенного технического средства в зависимости от его основных характеристик.

Коммуникативность отражает знание, понимание, применение естественных и формальных языков и других видов знаковых систем, технических средств коммуникаций в процессе передачи информации от одного человека к другому с помощью вербальных и невербальных форм и способов общения.

Саморазвитие заключается в осознании собственного уровня саморегуляции личности, при котором жизненная функция самосознания заключается в самоуправлении поведением личности, а также в расширении самосознания, самореализации [9].

На рис. 2 представлены обобщенные результаты анализа по выявлению информационной компетентности обученных по программе учебной дисциплины "Информационные технологии в профессиональной деятельности". В данном случае в процессе обучения участвовали 244 чел., продемонстрировавшие, в частности, стремление к саморазвитию и коммуникативные качества (почти каждый 2-й или 3-й студент).



Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины осуществлялись преподавателем в процессе проведения практических занятий, тестирования, а также выполнения студентами индивидуальных заданий (таблица 1).

Опираясь на теорию организации содержания образования [5, с. 3-10], выделим в составе компетентности четыре элемента, характеризующие:

- 1) имеющиеся знания о мире и способах деятельности;
- 2) практический опыт осуществления известных способов деятельности, воплощающийся в умениях и навыках личности, усвоившей этот опыт;
- 3) опыт творческой исследовательской деятельности, выражающийся в готовности решения новых задач, стоящих перед личностью;
- 4) проявление потребностей, мотивации, обуславливающих отношение субъекта к миру, и его систему ценностей.

По отношению к информационной компетентности студентов образовательных учреждений, на базе которых проходила апробация новой образовательной программы учебной дисциплины "Информационные технологии в профессиональной деятельности", было обнаружено следующее (рис. 3).

Полученные сведения об объектах изучения и способах деятельности, обеспечивающие использование знаний в преобразовании действительности, умение успешно решать стоящие перед будущим выпускников профессиональные задачи, использовать полученные знания о способах, средствах, путях творческого решения поставленных задач могут почти все обученные. В процессе интервьюирования были выявлены наиболее знакомые респондентам фундаментальные и инструментальные знания, необходимые для целей обучения: термины, понятия, факты, законы, теории, методологические знания, требующиеся для понимания и усвоения разви-

Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины "Информационные технологии в профессиональной деятельности"	
Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
Умения	
применять программное обеспечение, компьютерные и телекоммуникационные средства в профессиональной деятельности	экспертное наблюдение за выполнением практических заданий, оценка результатов самостоятельной работы, выполнения индивидуальных заданий, контрольной работы
отображать информацию с помощью принтеров, плоттеров и средств мультимедиа	экспертное наблюдение за выполнением практических заданий, оценка результатов самостоятельной работы, выполнения индивидуальных заданий, контрольной работы
устанавливать пакеты прикладных программ	экспертное наблюдение за выполнением практических заданий, оценка результатов самостоятельной работы, выполнения индивидуальных заданий
Умения	
состав, функции и возможности использования информационных и телекоммуникационных технологий в профессиональной деятельности	оценка результатов самостоятельной работы, выполнения индивидуальных заданий
основные этапы решения задач с помощью электронно-вычислительных машин	экспертное наблюдение за выполнением практических заданий, оценка результатов самостоятельной работы, выполнения индивидуальных заданий, контрольной работы
перечень периферийных устройств, необходимых для реализации автоматизированного рабочего места на базе персонального компьютера	оценка результатов самостоятельной работы, выполнения индивидуальных заданий, контрольной работы
технология поиска информации	экспертное наблюдение за выполнением практических заданий, оценка результатов самостоятельной работы, выполнения индивидуальных заданий
технология освоения пакетов прикладных программ	оценка выполнения индивидуальных заданий

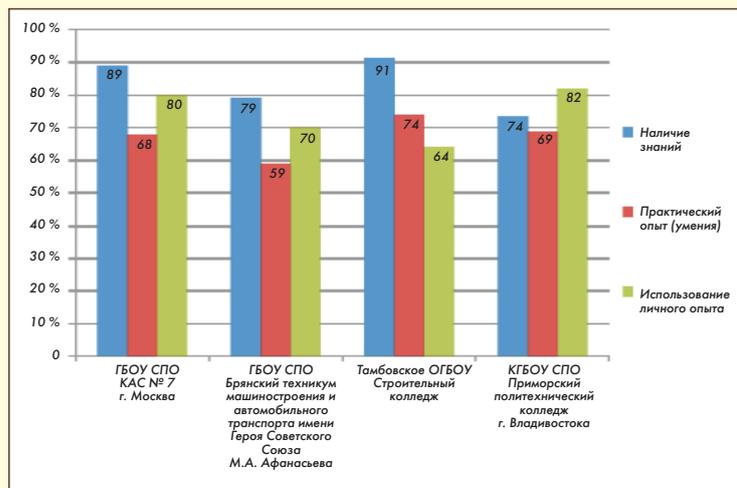


Рис. 3. Владение теоретическими и практическими знаниями, умениями

вающихся областей технической науки, а также для приобретения соответствующих умений и навыков, составляющих когнитивный компонент информационной компетентности.

Однако сами знания о способах практической деятельности не обеспечивают умений реального их использования на практике, что подтверждают результаты тестирования обученных. Дело в том, что знания о способах практической деятельности транслируются в умение или навык в том случае, когда реально выработаны меры по осуществлению, приобретению опыта его практического использования. Потому смогли продемонстрировать практический опыт применения известных способов профессиональной деятельности, воплощенных в умениях и навыках, немногим более половины респондентов. Данное обстоятельство, вероятно, связано с тем, что, во-первых, в образовательном процессе наблюдается нехватка специалистов технической направленности, преподающих дисциплину "Информационные технологии в профессиональной деятельности" на базе полученных профессиональных знаний педагогического (в основном, гуманитарного) вуза, во-вторых, быстро устаре-

вающая материально-техническая образовательного учреждения (в т.ч. программное обеспечение), в-третьих, часто отсутствие у инженерно-педагогического персонала мотивации к повышению собственной квалификации, что, как следствие, частично объясняет наличие у студентов более глубоких знаний и владение информационными технологиями, чем у их наставников.

Основу формирования системы необходимых умений и навыков составляет совокупность соответствующей теоретической подготовки и учет специфики профессиональной деятельности, в которой эти умения и навыки проявляются. Потому профессиональные умения можно определить как владение обучающимися способами и приемами выполнения действий, позволяющих им вникнуть в суть возникающей проблемы и на этой базе конструировать и продуктивно решать конкретные профессиональные задачи в сфере информатизации и ИКТ.

Использование личного опыта в процессе овладения новыми знаниями обеспечивает готовность к поиску решения возникающих проблем, их творческому преобразованию. Как показали результаты исследования, объем полученных знаний, усвоенных на учебных занятиях, не обеспечивает необходимое развитие творческого потенциала личности. В данном случае развитию, совершенствованию умений способствуют практические занятия, в том числе на базе проектных отделов ЗАО ПСО "Мосзарубежстрой", ЗАО "Мосфундаментстрой-6", например, "Подготовка мультимедийного проекта по разработке "умного" или "интеллектуального" дома" (Тема 2.2. Системы автоматизации зданий), "Создание и применение полигональных сетей в формировании рельефа поверхности" (Тема 3.2. Каркасное моделирование и моделирование сетевых поверхностей), "Создание стандартных твердотельных объектов: Ящик (Box), Шар (Sphere), Цилиндр (Cylinder), Конус (Cone), Клин (Wedge), Тор (Torus)" (Тема 3.4. Твердотельное моделирование. Создание стандартных твердотельных объектов), "Построение 3-мерной модели малоэтажного здания: построение по отдельным слоям оконных блоков (оконной коробки, остекленных переплетов, подоконной доски), дверных блоков (дверной коробки, дверного полотна). Установка выстроенных объектов во все оконные и дверные проемы" (Тема 3.11. Построение объектов по специальности в 3М моделировании), "Работа с ландшафтом. Создание фона. Моделирование тумана. Выбор типа и параметров тонирования. Вывод тонированного изображения в видовом экране (Тема 3.16. Визуализация: Тонирование).

Каждый из вышеназванных элементов информационной компетентности объединяет мотивационный аспект, который взаимосвязан с системой социальных потребностей личности - неперенным условием ее социального развития, обуславливающей целенаправленность действия, организованность и устойчивость целостной деятельности, направленной на достижение определенной цели. В данном случае мотивация выступает как совокупность причин психологического характера человека, объясняющих его поведение, направленность, активность и т.п., связанных с желанием выпускника получить определенное место работы, зачетную оценку, стремлением самоутвердиться в коллективе, добиться положительной оценки однокурсников и т.п., что фиксирует профессионально мотивированное применение новых информационных технологий в решении профессиональных задач.

Таким образом, следует констатировать, что информационная компетентность включает в себя [4]:

- способность к самостоятельному поиску и обработке информации, необходимой для качественного выполнения профессиональных задач;
- способность к групповой деятельности и сотрудничеству с использованием современных коммуникационных технологий для достижения профессионально значимых целей;
- готовность к саморазвитию в сфере информационных технологий, необходимого для постоянного повышения квалификации и реализации себя в профессиональном труде.

Вышеназванные компоненты не исчерпывают содержательную наполненность информационной компетентности у будущего выпу-

сника образовательного учреждения, но их выделение позволяет определить состав модели процесса формирования готовности студентов к их будущей профессиональной деятельности и дидактические условия, обеспечивающие формирование данной готовности.

Век информационных технологий продолжает меняться, совершенствоваться, в связи с чем логичным дополнением дефиниции "информационная компетентность" следует рассматривать информационную культуру, которая, по определению С.Д. Каракозова представляет собой составную часть базисной культуры личности как системной характеристики человека, позволяющей индивиду участвовать во всех видах работы с информацией: получении, накоплении, кодировании и переработке любого рода, в создании на этой основе качественно новой информации, ее передаче, практическом использовании и включающей грамотность и компетентность в понимании природы информационных процессов и отношений, гуманистически ориентированную информационную ценностно-смысловую сферу (стремления, интересы, мировоззрение, ценностные ориентации), развитую информационную рефлексию, а также творчество в информационном поведении и социально-информационной активности [3]. В этом утверждении прослеживается основной тезис программы ЮНЕСКО "Информация для всех" [10] и видится основная цель любой деятельности, связанной с информационной культурой личности, которая реализуется через ее информационную компетентность. **□**

Литература

1. Завьялов А.Н. Формирование информационной компетентности студентов в области компьютерных технологий (на примере среднего профессионального образования): автореф. дис. канд. пед. наук. - Тюмень, 2005. - 17 с.

2. Керимова А.Т.-Г. Влияние цвета в рекламной коммуникации на формирование социокультурной компетенции российской молодежи // Неформальное образование. - 2013. - № 7.

3. Каракозов С.Д. Информационная культура в контексте общей теории культуры личности // Педагогическая информатика, 2000. - № 2.

4. Кизик О.А. К вопросу о становлении информационной компетентности как составляющей профессиональной компетентности выпускника профессионального лицея // Материалы научно-методической конференции "Университеты в образовательном пространстве региона: опыт, традиции и инновации". - Ч. 1. - Петрозаводск, 2003.

5. Краевский В.В., Хуторской А.В. Предметное и общепредметное в образовательных стандартах // Педагогика. - 2003. - № 3.

6. Невмержицкая Е.В. Формирование гражданской компетенции в условиях модернизации образования: цели-стратегии и задачи-тактики // Среднее профессиональное образование. - 2013. - № 4.

7. Семенов А.Л. Роль информационных технологий в общем среднем образовании. - М.: МИПКРО, 2000. - 12 с.

8. Тришина С.В. Информационная компетентность как педагогическая категория [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.eidos.ru/journal/2005/0910-11.htm>.

9. Хуторской А.В. Ключевые компетенции и образовательные стандарты [Электронный ресурс] // Отделение философии образования и теоретической педагогики РАО, Центр "Эйдос", 23.04.02 г. // Режим доступа: <http://www.eidos.ru/news/compet.htm>.

10. Программа ЮНЕСКО "Информация для всех". // Режим доступа: <http://www.ifapcom.ru/355/>, 21.07.13 г.

Связь с автором: alenalena03@mail.ru

УДК 316.7 ББК (С)60,56

ВИДЕОКОЛОРИСТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕТАМЕРИИ ЦВЕТОВОЙ МОДЕЛИ RGB/КЗС

Мария Александровна Донцова,

ГБОУ ВПО "Московский городской педагогический университет"

Неотъемлемым элементом человеческой культуры является технический прогресс. Возможность отразить восприятие мира с помощью цифровой цветовой модели является одним из критериев комфортности окружающей визуальной среды.

The technical progress is an integral element of human culture. The opportunity to reflect a perception of the world through digital color model is one of the criteria of comfort visual environment.

Ключевые слова: видеокolorистика, метамерия, цветровая модель.

Keywords: videocoloristics, metamerism, matching system.

Человек ежедневно сталкивается с примерами различных оптических приборов, оказывающих незаметное давление на его понимание мира (например, линзы, очки, фотокамеры). Применение подобных вспомогательных устройств способствует выявлению индивидуальных видеокolorистических (видеокolorистика - это раздел научного направления, включающий знания о природном феномене цвета, основных составных и дополнительных цветах, характеристиках цвета, цветовой культуре и языке цвета, полученные в процессе жизнедеятельности человека и используемые для создания комфортной визуальной среды и последующего с ней взаимодействия [2, с. 59]) особенностей восприятия, используемых при взаимодействии с предлагаемым визуальным пространством [4, с. 195]. Причем, даже длительное пребывание в условиях постоянства, в частности, в пределах одной комнаты, в течение суток условно можно разделить на несколько световых оттенков.

Сопоставление цветовых ощущений и собственных сочетательных стереотипов формирует повседневную культуру человека. Очевидно, что один и тот же объект, рассматриваемый при днев-

ном естественном освещении, будет отличен по цвету при добавлении к его палитре искусственного освещения. И, наоборот, при смене освещения близкие оттенки одного цвета могут показаться идентичными, что часто используется, например, в рекламных компаниях. При этом для повышения эффективности рекламы рекомендуется использовать не более двух сочетающихся цветов, усиливая яркость путём внедрения родственных им оттенков. Эффект цветовой последовательности, не раздражая зрение, привлекает внимание потребителя [5, с. 41]. Таким образом, восприятие окружающей среды во многом зависит от глубины ее визуализации и носит индивидуальный характер [3, с. 102].

За способность глаза воспринимать цвета и оттенки отвечает метамерия - особое свойство зрительных анализаторов, связывающее восприятие света и цветовых ощущений [1, с. 22].

Каждый человек сталкивается с определенными эффектами метамерии ежедневно, часто неосознанно добавляя несуществующие оттенки цветов в рассматриваемые гаммы. Отметим, что этот процесс характерен для непрофессиональных фотографов.

Отождествление различных по природе цветов возможно благодаря несовершенной работе периферического отдела зрительного анализатора человека - сетчатки глаз. При условии сходного воздействия различных потоков излучения, человек может получить информацию о существовании цветовой модели, не соответствующую действительности и не совпадающую с изображением, полученным в результате использования оптических устройств для эффективной работы с информацией (например, монитор компьютера, телевизор, сканер). Наличие таких различий объясняется отражающими свойствами материалов, не доступными для человеческих глаз, отвечающих за цветовое ощущение.

Данную особенность зрения используют при создании различных, в том числе цифровых, изображений. За основу берутся три эталонных цвета, в процессе смешения которых воссоздается доступная человеческому глазу система цветовых оттенков. Наиболее популярной цветовой моделью является RGB / Red - Green - Blue (в учебной литературе встречается также название КЗС-модель / Красный - Зеленый - Синий), широко применяемая в фотографии, при работе экранов мониторов, телевизоров и проекторов. В основу этой модели заложены три базовых (первичных) цвета: красный (Red), зеленый (Green) и синий (Blue). Получение новых цветов возможно при смешении двух или трех основных, поэтому данной моделью считают аддитивной (от англ. add - добавлять, суммировать).

При смешении двух основных цветов получаемый результат воспринимается как более светлый и яркий [6, с. 58-59]. Соединением красного и зеленого является желтый, зеленого и синего - бирюзовый, красного и синего - пурпурный. Следует отметить, что три полученных цвета в качестве базовых легли в основу другой цветовой модели, используемой при отражении полученного с помощью компьютера результата на бумаге.

Таким образом, при совмещении трех цветов получается белый цвет, а в случае их отсутствия - черный. Такая модель иллюстрирует особенности физиологии человеческого зрения, "расширяя" представления о доступном диапазоне цветов (наличие трех базовых цветов свидетельствует о наличии трех каналов в системе, на каждый из которых выделяется по байту; таким образом, на каждый отдельный пиксель приходится по двадцать четыре бита).

Очевидно, что человеческий глаз не способен воспринимать мельчайшие различия между похожими оттенками, поэтому увеличение или уменьшение количества незаметных человеческому глазу цветовых нюансов влияет на восприятие изображения в целом, заставляя нас рассматривать полученную на оптическом устрой-

стве картинку с точки зрения характеристик самого устройства. Поэтому восприятие полученного в результате процесса моделирования объекта у каждого субъекта является индивидуальным.

Следующей особенностью визуализации объекта при аддитивной модели отображения является невозможность воспроизведения некоторых чистых цветов, например, голубого. В зависимости от технических характеристик мониторов, запрограммированные цвета будут отличаться, что необходимо учитывать при разработке моделей.

На основе вышесказанного можно сделать вывод, что RGB-модель является аппаратно-зависимой.

Разработка RGB-модели позволила упростить процесс программирования цветовой атласа цветного монитора, расширила список способов пространственного представления цветовых библиотек (пространственная модель представляет собой куб XYZ, осями которого являются три основных цвета: r, g, b).

Ежедневная работа за компьютером, предполагающая постоянное неосознанное обращение к RGB-модели, способствует развитию пространственного представления о мире, мотивирует к моделированию объектов материальной и духовной культуры и последующей реализации данных моделей, целью которых является создание комфортной визуальной среды для каждого из нас. 

Литература

1. Буймистру Т.А. Колористика: цвет - ключ к красоте и гармонии - М.: Ниола - пресс, 2010. - 222 с.
2. Донцова М.А. Видеоколористические знания как форма развития духовной культуры личности // "Среднее профессиональное образование". - 2012. - № 4. - С. 58-59.
3. Донцова М.А. Особенности взаимодействия человека с окружающей визуальной средой // Неформальное образование - 2012. - №3 (1). - С. 102-103.
4. Донцова М.А. Характеристика новационной дисциплины "Видеоколористика" // МОСТ (язык и культура) - DRIDGE (language & culture). - Набережные Челны: Издательско-полиграфический отдел Набережночелнинского филиала ФГБОУ ВПО "Нижегородский государственный лингвистический университет им. Н.А. Добролюбова", - 2011. - № 28. - С. 56-59.
5. Землянская А.Т.-Г. Цвет и реклама: учебно-практическое пособие. - М.: Граница, 2012. - 209 с.
6. Невмержицкая Е.В. Видеоколористическое наблюдение: общее и частное // Двигатель. - 2012. - № 2 (80 + 244).

Связь с автором: alenalena03@mail.ru

ИНФОРМАЦИЯ: ПРЕМИА ИМЕНИ ПАВЛА СОЛОВЬЕВА - ДОСТОЙНЫМ!

В июле 2013 г. в ОАО "Авиадвигатель" подведены итоги традиционного конкурса на соискание премии имени Павла Александровича Соловьева.

Всего на рассмотрение конкурсной комиссии было представлено 33 работы: 22 в конструкторской и 11 в производственной номинациях.

Премия первой степени имени П.А. Соловьева в конструкторской номинации присуждена работе "Разработка и внедрение территориально-распределенной системы информационной поддержки проекта "Двигатель ПД-14 для самолета МС-21" (авторы: С.В. Бормалев, В.Е. Абрамчук, Д.А. Пряжин, А.А. Чемус, К.Н. Пименов).

Целью работы стало создание системы обмена проектными данными в среде TeamcenterMultisiteCollaboration. Сегодня эта система в полной мере обеспечивает обмен конструкторской документацией, поддерживая, тем самым, актуальное состояние проектных данных у предприятий-участ-

ников кооперации: ОАО "Авиадвигатель", ОАО "УМПО", ОАО "НПП "Мотор", ОАО "НПО "Сатурн", ФГУП "НПЦ газотурбостроения "Салют", ОАО "ПМЗ", ОАО "ПЗ "Машиностроитель", ОАО "ОНПП "Технология", ОАО "ВАСО".

Премия второй степени присуждена работе "Реализация современной концепции построения автоматизированных информационных-измерительных систем на стендах ОАО "Авиадвигатель" (авторы: Х.Х. Фатыхов, Ю.В. Мелузов, И.Ю. Ахметзянов, Ю.В. Огнев).

Создание концепции и отработка требований к построению современной автоматизированной системы измерения и управления стендовыми испытаниями двигателей выполнены с учетом достижений ведущих зарубежных фирм (MDS, Snecma), а также собственного опыта создания подобных систем. На базе выбранной концепции были разработаны и внедрены на стендах ОАО "Авиадвигатель" автоматизированные сис-

темы для испытаний газогенератора и двигателя ПД-14, а также для испытаний компрессора высокого давления перспективных авиационных двигателей.

В процессе испытаний газогенератора количество регистрируемых и расчетных параметров превысило 4500 параметров, в ходе испытаний двигателя-демонстратора ПД-14 количество зарегистрированных параметров достигло 6000.

Премия третьей степени присуждена работе "Создание научно-образовательного центра авиационных композитных технологий" (авторы: М.А. Гринев, А.А. Завадский, М.А. Кошкарёв, С.В. Трошин, А.А. Томилов).

Научно-образовательный центр авиационных композитных технологий создан на базе Пермского национального исследовательского политехнического университета. Главные задачи Центра - разработка новых композитных технологий и подготовка специалистов для предприятий Пермского края. 

Полный вперед!

с 2,5 тоннами в 5 осях



Фирма Hermle - ведущий изготовитель 5-осевых обрабатывающих центров - расширяет свою производственную программу: наши высочайшая точность, надежный сервис и компетентность в области автоматизации теперь позволяют обрабатывать заготовки весом до 2500 кг.

www.hermle-vostok.ru

Представительство «Хермле ВВЗ АГ» в Москве · ул. Полковая д.1, стр. 6 · 127018 Москва, Россия · Тел: +7 495 221 83 68 · info@hermle-vostok.ru



ТУРБУЛЕНТНОСТЬ. ГИДРОУДАР В ПНЕВМОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

Юрий Михайлович Кочетков, д.т.н.

Проектирование, производство и надежная эксплуатация жидкостного ракетного двигателя невозможны без детального теоретического изучения протекания рабочих процессов в узлах и агрегатах пневмогидравлической системы (ПГС) и двигательной установки в целом. Такое исследование предполагает создание математической модели и на ее базе программного продукта, адекватно отображающего процессы в двигательной установке в период маршевой эксплуатации на номинальных и переходных режимах. Важным аспектом при создании такой программы является учет особенностей турбулентного течения в каналах запорно-отсечной арматуры и условий возникновения феномена гидроудара, которые определяют динамику ПГС.

В настоящее время известно два вида программ для моделирования процессов ЖРД: статические и динамические. Динамические программы составляются с учетом возникающих в процессе работы ускорений. Наличие динамических аспектов, то есть присутствие инерционного члена в уравнениях движения, может приводить к различным аperiodическим переходным и колебательным процессам. При этом в качестве динамического параметра системы может проявляться частота колебаний. Процесс анализа таких систем основан на анализе амплитудно-фазово-частотных характеристик (АФЧХ) системы. Современные мировые тенденции свидетельствуют об увеличении объема работ по математическому моделированию процессов в ЖРД и созданию на их основе мощных программ для ЭВМ. Интенсивные разработки подобных продуктов ведутся более чем в десяти странах-разработчиках космических систем, то есть там, где проводятся работы по проектированию и экспериментальной отработке жидкостных ракетных двигателей.

В России активно ведутся работы по созданию таких программ. В Центре Келдыша разработана и прошла глубокую верификацию программа "Анасин" [1]. Программа основана на ста-

тической модели и в настоящее время проводится ее адаптация к динамическим условиям.

Анализ динамических ситуаций в ПГС

ПГС современного двигателя (рис. 1 и 3) включает в себя следующие основные агрегаты и системы: камера, система зажигания, система подачи компонентов топлива, система регулирования, система управления, система наддува баков. Обобщенно, ПГС состоит из функциональных элементов: камеры и газогенератора, ТНА и баково-баллонной системы. Кроме того, для обеспечения функционирования этих элементов используется запорно-отсечная арматура (агрегаты автоматики). Все элементы ПГС соединены трубопроводами. К агрегатам автоматики относятся клапаны, дроссели, редукторы и регуляторы расхода.

Если проанализировать все перечисленные виды запорно-отсечной арматуры, то можно понять, что с математической точки зрения они все представляют собой некие клапаны с полной или неполной отсечкой или открытием проходных сечений тракта. Регулятор расхода от других агрегатов отличается тем, что имеющаяся в его конструкции пружина смягчает процесс открытия-отсечки. Анализ динамических ситуаций в ПГС ЖРД показывает, что их возникновения возможно в следующих пяти случаях. Это: запуск двигателя, останов двигателя, переключки - переход с одного режима на другой, неустойчивость камеры, развитие нештатных ситуаций. К тому же: возникновение кавитации, вопрос об одновременном параллельном или последовательном воздействии на систему перечисленных локальных причин и вопрос закономерности и случайности нештатных ситуаций.

Под динамикой будем понимать такое движение рабочей среды, которое имеет ускорение, а значит возможность возникновения колебаний. Аperiodические движения при переходных процессах будем причислять к статическим режимам. При этом очевидно, что в поле зрения попадут ситуации, когда двигатель выходит на режим (запуск), в том числе и переключки (только область подъема кривой давления), неустойчивость работы ЖРД (низкочастотная и высокочастотная) и кавитация. Развитие нештатных ситуаций следует учитывать дополнительным наложением

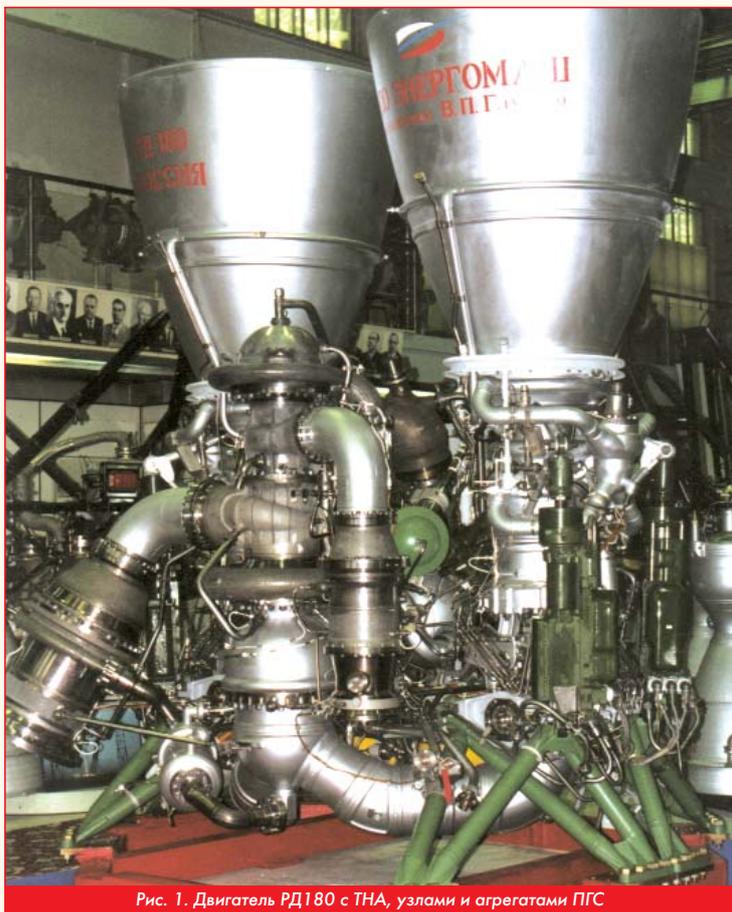


Рис. 1. Двигатель РД180 с ТНА, узлами и агрегатами ПГС



Рис. 2. Ротор ТНА современного ЖРД

на систему условий по режимам работоспособности (например, границы локальной турбулентности). Случайные воздействия на систему, возникшие при нарушении технологии изготовления отдельных узлов и прочее, остается записать в отказ и пополнить статистику по надежности. Причина возникновения "динамики", связанная с опорожнением двигателя (выброс остатков) и правая ниспадающая часть осциллограммы давления в перекладке, также неинтересны с точки зрения динамического режима. Эти случаи связаны со снижением расхода, а значит, на этих участках реализуется отрицательный градиент давления, приводящий к упрощению турбулентности и ламинизации. Это значит, что такие сложные циклические формы турбулентности как вихрь или торсионный жгут будут пропадать из потока.

Итак, проявляются три возможности возникновения динамических режимов работы ЖРД:

- неустойчивость в камере сгорания после воздействия мягкого и тем более жесткого возбуждения;
- возникновения колебаний вблизи элементов запорно-отсечной арматуры после их срабатывания;
- неустойчивость при возникновении кавитации.

Если считать возникающие автоколебания в кавитирующих насосах разновидностью автоколебаний в камере сгорания, то их можно отнести к первому случаю. И тогда остается две причины, приводящие двигательную установку к динамическому режиму.

Это, во-первых, воздействие мягким возбуждением на неустойчивую систему и приведение её к условиям автоколебаний (неустойчивости) и, во-вторых, воздействие жестким возбуждением на устойчивую систему, которая вначале воспримет провоцирующие колебания, а затем их "задушит".

Действительно, если газодинамическая система, такая как камера или шнековый насос (рис. 2), спроектированы так, что будут работать неустойчиво в силу их конструкционных и эксплуатационных особенностей, то всегда, даже от так называемого мягкого возбуждения, она будет выходить на динамический режим. При такой ситуации возникнут автоколебания и система может разрушиться.

Если на устойчивую систему (отрезок трубопровода, бак или другой элемент ПГС) воздействовать жестким возбуждением, например гидроударом, который может возникнуть при закрытии (открытии) клапана и любого другого агрегата автоматики, то возникшие колебания среды внутри системы с течением времени затухнут. Динамический процесс в отличие от автоколебаний завершится и система придет к ситуации, когда режим будет устойчив.

Следует уточнить, что же такое мягкое и жесткое возбуждение. Понятно, что жесткое возбуждение - это процесс наложения скачкообразных мощных связей (усилий) на систему. Это - гидроудар. Если наложение связей плавное и слабое, то оно считается мягким (гидромассаж).

Прогноз режимов неустойчивости ЖРД

Прогноз режимов неустойчивости ЖРД построен на решении феноменологического уравнения Навье-Стокса [2]. Уравнение было преобразовано к виду амплитудной функции давления и представлено как главное уравнение колебательного звена

$$\frac{d^2\bar{p}}{d\tau^2} + 2\delta \cdot \frac{d\bar{p}}{d\tau} + \omega_0^2\bar{p} = -\omega_0^2 p_k.$$

Были получены критерии наступления автоколебаний и доказана теорема о возникновении неустойчивости в каждой конкретной точке пространства. С помощью этой теоремы возможно выделение областей в тракте, где поток неустойчив. Очевидно, что этих областей может быть конечное число и их суммарное воздействие на любой устойчивый участок камеры сгорания, где условия автоколебаний не выполняются можно определить как некоторую векторную сумму для амплитуд. Неустойчивые области являются источниками акустических излучений и они подобно музыкальным колонкам воздействуют на любую точку внутри камеры. В работе [3] показано, что система в такой ситуации способна синхронизироваться и сформировать общую частоту и фазу колебаний, двигаясь в одном синх-

ронном ритме. Была найдена генеральная последовательность синхронных частот (Слесарева-Тарарышкина), при которых может установиться этот ритм.

С точки зрения пневмогидравлической системы неустойчивость это один из динамических режимов ее работы. Появление неустойчивости в камере практически всегда ведет к сбою работы всей двигательной установки. Частое появление такой неустойчивости приводит к аварийным ситуациям. Учитывая сложность конструкции камеры сгорания ЖРД, особенности смесеобразования и охлаждения стенок, определение статуса устойчивой к ВЧ-колебаниям конструкции, отработку камеры целесообразно проводить автономно от ПГС. Аналитический прогноз также следует делать отдельно от ПГС, так как колебательная система формируется процессами в камере. Для прогноза неустойчивых ситуаций необходимо рассчитать газовую динамику камеры и определить собственные частоты колебательной системы. Далее по критерию Филина-Зенина определить области неустойчивости, а затем в соответствии с последовательностью Слесарева-Тарарышкина определить синхронную частоту, характеризующую неустойчивый процесс.

Динамика запорно-отсечной арматуры

Как уже было сказано, к запорно-отсечной арматуре относятся элементы ПГС, с помощью которых плавно или скачкообразно гидравлические системы переходят с одного на другой режим. Если переход плавный, то, как правило, он - аperiodический. Если он скачкообразный, то в системе возникают колебания. Этот последний режим является основным при изучении динамики системы.

Скачкообразный переход на другой режим сопровождается явлением гидроудара. Это - фундаментальное явление в гидродинамике, которое характеризуется резким наложением связей на гидросистему и приводит к появлению ударной волны и следующему за ней каскаду отраженных волн. Гидроударом весьма фундаментально занимался знаменитый русский ученый Н.Е. Жуковский. В конце 19-го века Жуковский исследовал причины возникновения аварий в московском водопроводе [4]. На собрании им Политехническом обществе, он сделал доклад об открытом им новом явлении гидравлического удара. Вскрыв его механизм, он вывел формулу для расчета амплитуды ударной волны и скорости звука жидкости в трубах с податливыми стенками. Упоминание имени Жуковского нельзя не отметить его величайшие заслуги в области авиации. Он - родоначальник авиационной науки или как про него говорят, "отец русской авиации". Николай Егорович Жуковский доказал фундаментальную теорему о подъемной силе крыла, носящую его имя; определил основные профили крыльев и лопастей винта самолета; разработал вихревую теорию винта.

По литературе, посвященной исследованиям гидроудара, можно отметить, что во всех выпущенных в свет монографиях на тему о гидроударе упоминаются результаты его исследований. За последние сто лет теория гидроудара и сопутствующая ей теория

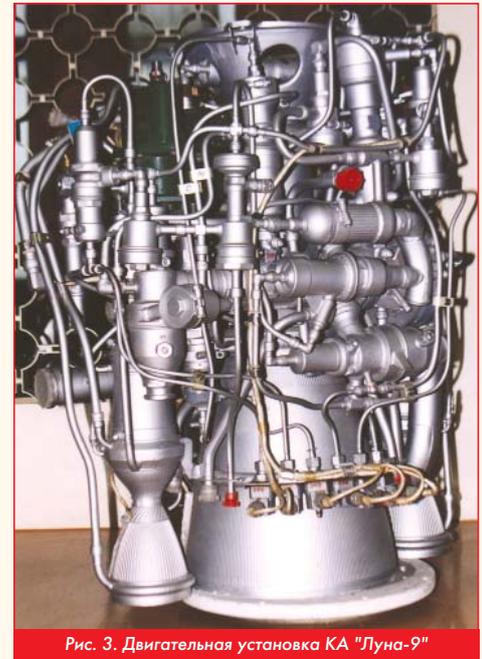


Рис. 3. Двигательная установка КА "Луна-9"



Н.Е. Жуковский

течений в сложных разветвленных трубопроводах продвинулись весьма серьезно. Особенно надо отметить существенное продвижение в части использования расчетных методов.

Один из популяризаторов этого способа исследования физических задач в данном направлении - наш современник, Виктор Александрович Федотчев. В.А. Федотчев - замечательный русский ученый, кандидат технических наук, специалист по проблемам прочности ТНА ЖРД. Он - автор нового класса высоконапорных оседиагональных насосов, оптимальных для ЖРД. На базе сделанных им разработок, он доказал целесообразность модернизации основных кислородных насосов для двигателей с тягой 100 и 1000 кН,

работающих на топливе кислород-керосин. Впервые под его научным руководством был спроектирован одноступенчатый оседиагональный насос на кислороде с напором 30 МПа с антикавитационными свойствами. Свои разработки Виктор Александрович проводил и проводит с использованием современных методов оптимального проектирования и комплексного исследования параметров элементов ТНА. Еще в шестидесятых годах прошлого столетия, когда в ракетную технику только вводились новые методы расчета с использованием ЭВМ, им впервые в отечественной ракетной отрасли был внедрен математический метод конечных элементов, на основе которого также впервые была разработана методика и решена связанная задача гидромеханики и упругости для сложных пневмогидравлических систем ЖРД. Он - автор программно-методического обеспечения для комплексного исследования и оптимального проектирования колес оседиагональных насосов ЖРД. Является одним из авторов известного в России и за рубежом универсального программного продукта (АНАСИН) для математического моделирования процессов в ДУ ЖРД.

В эпоху создания первых ракетносителей многие расчетные методы (в силу специфики данного направления) разрабатывались с учетом будущих практических приложений к инженерным задачам. Большое количество методик было создано на базе имеющихся эмпирических результатов, полученных в процессе испытаний ЖРД. К сожалению, в настоящее время динамика данного процесса исследована не в достаточной степени. В основном, разработанные методики позволяют определить интегральные величины и амплитудные усилия. Методы, как правило, разрабатывались применительно к невязкой, одномерной среде. Поэтому, наряду с неоспоримо важными для практики того времени результатами, все-таки требуется для тонкого теоретического анализа разработка точных методов, основанных на полных уравнениях Навье-Стокса. К решению задачи о гидроударе продуктов сгорания в полостях арматуры ПГС повторно привлечем уравнение Навье-Стокса, записанное в скалярной форме применительно к динамической задаче

$$\frac{d^2\bar{p}}{d\tau^2} + 2\delta \cdot \frac{d\bar{p}}{d\tau} + \omega_0^2 \bar{p} = -\omega_0^2 p_0.$$

Вынуждающая сила справа с учетом гидроудара будет задаваться ступенчатой функцией и при $\tau > 0$, она будет величиной постоянной.

Из теории линейных дифференциальных уравнений известно, что общим их решением будет алгебраическая сумма соответствующего однородного уравнения и любого частного решения неоднородного уравнения. Путем прямой подстановки частного решения в виде

$$\xi = \frac{(-\omega_0^2 p_0)}{\omega_0^2}$$

убеждаемся, что дифференциальное уравнение превращается в тождество.

Тогда общее решение неоднородного уравнения записываем в виде:

$$\bar{p} = Ae^{-\delta\tau} \sin(\omega_0 \tau + \varphi) + p_0.$$

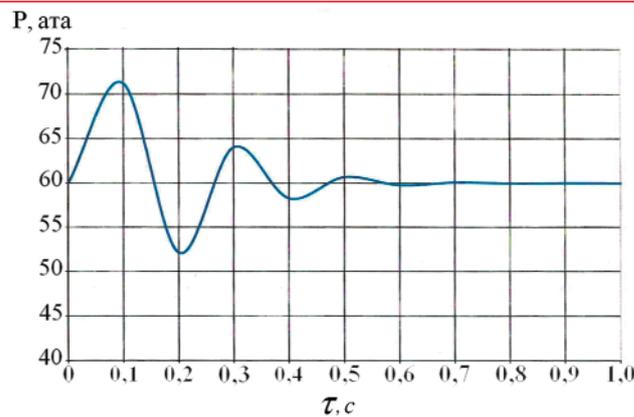


Рис. 4. Аналитическое решение задачи о гидроударе в ПГС

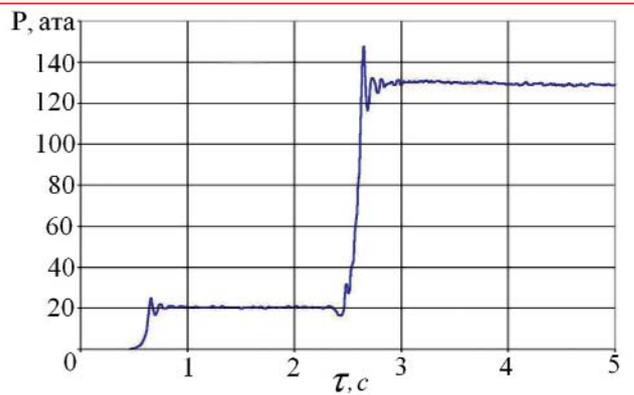


Рис. 5. Двойное включение камеры ЖРД

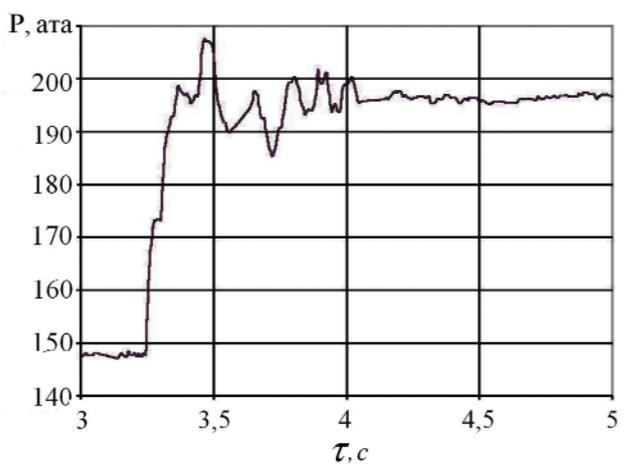


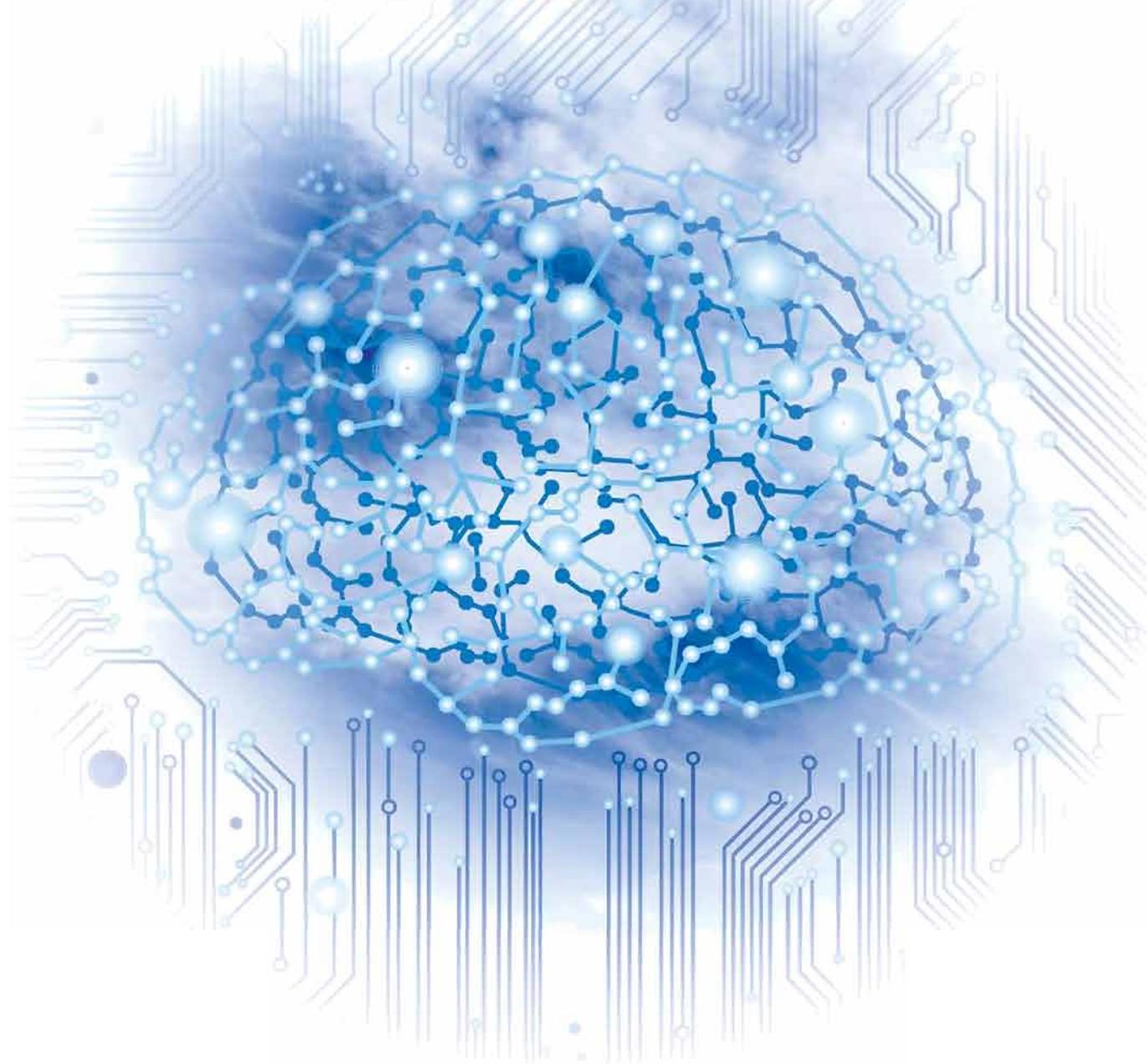
Рис. 6. Открытие клапана окислителя

С учетом начальных условий определяются значения амплитуды и фазы колебаний. Решение $\bar{p}(\tau)$ имеет характерный вид с затухающей амплитудой (рис. 4). Асимптотой в данном случае является горизонтальная прямая $p_0(\tau) = \text{const}$. Подобные кривые встречаются во многих случаях переходных процессов в динамических системах. Например, на рис. 5 и 6 показан выход ЖРД на номинальный режим и открытие клапана в ПГС ЖРД. □

Литература

1. Е.В. Лебединский, С.В. Мосолов, Е.С. Зенин, В.И. Тарарышкин, В.А. Федотчев. Компьютерные модели жидкостных ракетных двигателей. М. Машиностроение, 2009 г.
2. Ю.М. Кочетков. Турбулентность. Возникновение неустойчивости в ЖРД. // Двигатель. № 2, 2012 г.
3. Ю.М. Кочетков. Турбулентность. Генеральная последовательность синхронных частот. // Двигатель. № 1, 2013 г.
4. Н.Е. Жуковский. О гидравлическом ударе в водопроводных трубах. М-Л. изд. технико-теоретической литературы, 1949 г.

ЦИФРЫ • ФАКТЫ • КОММЕНТАРИИ



www.aviaport.ru

Успех в бизнесе зависит от умения принимать своевременные и взвешенные решения. Глобальный характер авиационной отрасли требует оценки ситуации в различных точках планеты, а требования к оперативности доступа к достоверным сведениям предельно высоки. Отраслевое агентство «АвиаПорт» — ведущий игрок на российском авиационном рынке, предоставляющий новости и аналитику — превращает поток информации в знания, а знания трансформирует в конкурентные преимущества.

ПРОБЛЕМАТИЧНОЕ НАЧАЛО И ДРАМАТИЧЕСКИЙ КОНЕЦ РАЗРАБОТКИ РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ Н1

Вячеслав Фёдорович Рахманин,

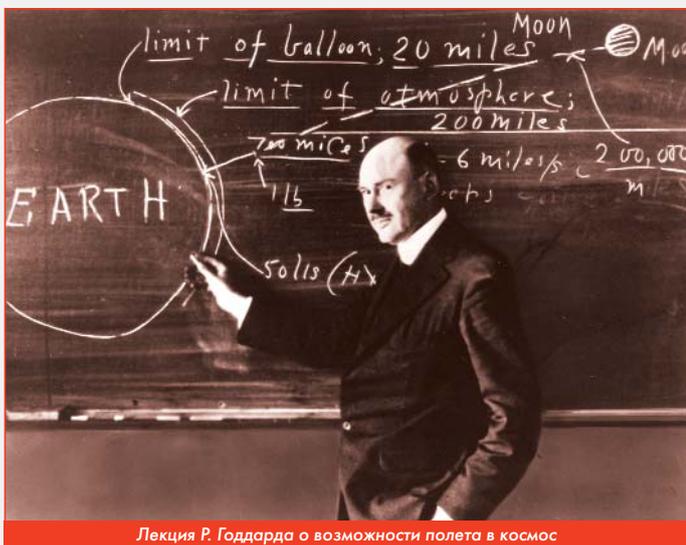
главный специалист ОАО "НПО Энергомаш имени академика В.П. Глушко"

(Продолжение. Начало в № 6 - 2011, 1-6 - 2012, 1-2 - 2013)

Каковы же исторические корни развития ракетной техники в США?

Если Россия гордится своим соотечественником К.Э. Циолковским, создавшим научно-теоретические основы космонавтики, то США имеют все основания гордиться инженером-конструктором Р. Годдардом, осуществившим 16 марта 1926 г. первый в мире зарегистрированный пуск ракеты с жидкостным ракетным двигателем. И не важно, что эта ракета имела начальную массу 4,65 кг, полёт продолжался всего 2,5 с, дальность полёта составила 55 м, в процессе полёта произошёл прогар сопла, и ракета упала, этот день стал отправной датой в последующей истории практического жидкостного ракетостроения.

Начинал Годдард как практически все энтузиасты космических полётов в начале XX века с разработки теории межпланетных перелётов. Результаты выполненных в 1912-1916 гг. теоретических работ вошли в монографию Годдарда "Метод достижения предельных высот", изданную в 1920 г.



Лекция Р. Годдарда о возможности полета в космос

После выхода в свет этого теоретического труда Годдард решил сосредоточиться на практической разработке жидкостных ракет. Это стало следствием его вывода, определившего всю его дальнейшую работу в области создания ракет: "Ракета идеально подходит для подъёма на большие высоты и не требует наличия воздуха для создания тяги". К этому необходимо добавить, что по своим энергетическим возможностям жидкостная ракета, работающая на химических компонентах топлива, имела неоспоримые преимущества по энергетике перед пороховыми ракетами того времени.

Свои первые опыты в области создания жидкостной ракеты Годдард провёл в 1920-1922 гг. и начал он с выбора компонентов ракетного топлива, исследования их горения и использования продуктов горения для создания реактивной тяги. Относительно неболь-

шие средства на проведение этих работ ему выделяли различные частные фонды и университеты США. Первые же полученные положительные результаты не только вселили в Годдарда уверенность в правильности избранного им пути, но и способствовали дальнейшему сотрудничеству с ним частных фондов и университетов в части финансирования проведения экспериментальных работ.

В 1923 г. Годдард приступил к проектированию первого жидкостного ракетного двигателя. Надо отметить, что всю свою практическую работу по изготовлению ЖРД, а затем и жидкостных ракет он вёл в кустарных условиях: вначале это были университетские механические мастерские, а затем - собственная мастерская со штатом рабочих в несколько человек. Первые ЖРД Годдарда имели простейшую конструкцию и тягу несколько килограмм-сил, в качестве топлива использовались жидкий кислород и авиационный бензин. Оба компонента топлива мало пригодны для охлаждения камеры сгорания, что, видимо, и заставило отказаться от наружного охлаждения стенки камеры и ограничиться внутренним пристеночным охлаждением одним из компонентов топлива. Такой способ охлаждения не обеспечивал необходимой продолжительности работы двигателей, разрабатываемых Годдардом на всём протяжении его работ. Ресурс работы двигателя фактически определялся временем появления сквозного прогара огневой стенки камеры и не превышал 15 с. Один такой ЖРД в составе ракеты упрощённой конструкции и совершил первый полёт в мировой истории жидкостного ракетостроения.



Р. Годдард в мастерской

Затем в работах Годдарда наступил перерыв - в 1928-1933 гг. мировую экономику потряс кризис, вошедший в историю США как "Великая депрессия".

В 1932 г. Годдард возобновил свои работы, однако существенных успехов не добился. Тяга лучших вариантов из разработанных им двигателей составляла: в 1933 г. - 122 кгс, в 1936 г. - 280 кгс, в 1940 г. - 550 кгс. Столь малые величины тяги двигателей в сочетании с неприемлемо малыми значениями удельных импульсов тяги существенно огра-



Одна из ракет Годдарда

ничивали массу полезного груза, которая составляла несколько килограмм. Не удалось Годдарду увеличить и длительность работы двигателей, которая по-прежнему определялась временем возникновения прогара стенки камеры. У лучших образцов созданных им двигателей это время составляло 25...30 с.

Экспериментальные работы Годдарда в области создания ЖРД и жидкостных ракет продолжались до конца 1941 г., когда он, в связи с началом войны США против Японии, был зачислен в ряды ВМС США и занимался созданием ЖРД-ускорителей для палубной авиации. Достигнутые Годдардом в этой области деятельности результаты широкой известности не получили.

Следует отметить некоторую особенность в проведении Годдардом научно-исследовательских работ. В 1920-1930-е годы большинство энтузиастов разработки ракетной техники из-за новизны и научно-технической сложности решаемых проблем объединялись в различные общества или группы. Так было в наиболее продвинутых в этом отношении СССР и Германии. Это не только позволяло объединить творческие силы и идеи талантливых людей, но и получать государственную поддержку. Годдард же предпочитал работать в одиночку, в обстановке секретности, с ограниченной группой помощников, выполняющих под его руководством только техническую работу. По словам его современника *"Годдард считал ракеты своим частным заповедником и тех, кто также работал над этими вопросами, рассматривал как браконьеров... Такое его отношение привело к тому, что он отказался от научных традиций сообщать о результатах своих исследований через научные журналы..."*. Результаты своих работ Годдард скрывал даже от членов "Американского ракетного общества", в правление которого он был избран. Это общество было организовано в 1930 г. группой энтузиастов-исследователей реактивного движения. Информация о деятельности "Американского ракетного общества" и функционирующей параллельно с ним "Лаборатории реактивного движения" приведена после окончания рассказа о работах Годдарда.

Отчёты финансирующим фондам и университетам о достигнутых результатах Годдард представлял в констатирующей форме, не раскрывая особенностей разработанной им конструкции. Ещё более общий характер имели публикуемые им статьи в научных журналах. В такой же общей форме Годдард изложил результаты своих работ в конце 1935 г. на научной конференции с участием представителей армии США. Его доклад военных не заинтересовал и каких-либо заказов или финансирования работ, на которое мог надеяться Годдард, от военного ведомства США не последовало.

Скрывая от общественности свои разработки, Годдард в то же время регулярно патентовал разработанные им технические решения, патенты носили закрытый характер. Всего на имя Годдарда было выдано более 100 патентов. Не умаляя творческие достижения Годдарда, следует отметить, что ракетная техника в те годы представляла собой "чистый лист", на фоне которого практически любая новая конструкция была патентоспособна. В то же время необходимо отметить, что среди всего многообразия запатентованных Годдардом конструкций имелся ряд основополагающих решений. В 1963 г. Вернер фон Браун так отзывался о работах Годдарда: *"Его ракеты по сегодняшним меркам могли показаться весьма примитивными, но они... уже тогда имели многие элементы, которые используются в самых современных ракетах и космических кораблях"*. Так, в декабре 1930 г. Годдард осуществил управляемый полёт ракеты с помощью газовых рулей с сервоприводом, в апреле 1932 г. - с использованием гироскопического стабилизатора, в последующие годы использовал жидкостной двигатель с турбонасосной подачей компонентов топлива и применил разработанную им систему наддува топливных баков, а также карданную подвеску двигателей. Однако всё это выяснилось значительно позже, после истечения срока секретности его патентов. На поверку оказалось, что наиболее ценные из запатентованных Годдардом конструкторских решений были независимы от него разработаны другими конструкторами, в первую очередь в Германии и СССР.

В связи с ограниченными финансовыми и производственными возможностями, а также в обстановке секретности, которую создал

Годдард вокруг своих работ, ему не удалось реализовать многие из своих научных идей и конструкторских находок. Выполненные им технические разработки не оказали заметного влияния на развитие ракетной техники не только во всём мире, но и в США. Каких-либо сведений о применении во Второй мировой войне вооружёнными силами США военной техники с жидкостными ракетными двигателями не имеется.

Кроме Р. Годдарда, общепризнанного в мировой истории развития ракетной техники пионером космонавтики, в 30-40-е годы в США трудились и другие энтузиасты практического создания космических ракет. И аналогично своим европейским коллегам они, в отличие от Годдарда, объединялись в группы для проведения совместных работ в этом новом направлении науки и техники. В 1930 г. по типу "клуба по интересам" группа энтузиастов межпланетных полётов во главе с Э. Пендри и Д. Лассаром организовали "Американское ракетное общество". Главной задачей в деятельности общества его члены считали популяризацию практических работ в области конструкторских разработок космической техники. С этой целью общество учредило и издавало ежемесячный журнал.

Наряду с научно-информационными публикациями общество вело и наглядную агитацию в среде интересующихся проблемами космонавтики. Так, в 1932 г. члены общества приступили к разработке конструкции и изготовлению летающих моделей жидкостных ракет для демонстрационных пусков. Лучшая из этих ракет в сентябре 1934 г. совершила полёт по траектории с максимальной высотой около 115 м и дальностью около 400 м.

Параллельно с изготовлением и пусками модельных ракет в обществе функционировало направление по разработке ЖРД. Лучшим достижением в этих работах стало создание кислородно-спиртового двигателя тягой около 40 кгс. Его конструктивной особенностью явилось в отличие от большинства конструкций Р. Годдарда применение наружного регенеративного охлаждения стенки камеры. Полученные положительные результаты испытаний этого двигателя послужили основанием для организации в 1941 г. фирмы "Риэкшен Моторс", специализирующейся на разработке и изготовлении ЖРД. Она стала первой такой промышленной фирмой в истории ракетостроения в США.

Более существенный след в истории ракетостроения в США оставила группа учёных Калифорнийского технологического института под руководством Теодора Кармана. В 1936 г. они организовали Гуггенхаймскую аэродинамическую лабораторию. Под впечатлением работ Р. Годдарда эта группа занималась разработкой ракет для изучения верхних слоёв атмосферы. Разумеется, объединившиеся в творческую группу, учёные не могли ограничивать свою деятельность только практическими работами по изготовлению и запуску малых ракет геофизического назначения, они вели исследование эффективности различных химических топлив, изучали работоспособность отдельных элементов конструкции в процессе полёта ракеты и работы двигателя, ими была разработана конструкция промышленно изготавливаемого стартового ракетного ускорителя.

В период Второй мировой войны входящие в группу Т. Кармана учёные включились в работы по созданию реактивного вооружения. С этой целью в конце 1942 г. часть работающих в аэродинамической лаборатории Калифорнийского института выделилась из её состава и во главе с Т. Карманом организовала "Лабораторию реактивного движения". В ноябре 1943 г. Карман обратился в Управление артиллерийско-технического снабжения армии США с предложением на базе проекта геофизической ракеты создать её боевой вариант. Предложение было поддержано командованием Управления, вследствие чего появился "Совместный проект артиллерийско-технологического Управления и Калифорнийского института".

В соответствии с программой работ по "Совместному проекту..." была разработана ракета, получившая наименование "Прайвит-А". Она имела длину около 2,5 м, стартовую массу около 225 кг, из них 25 кг составляла полезная нагрузка. Установленный на ракету пороховой двигатель, разработанный фирмой "Аэроджет", создавал в течение 30 с тягу 450 кгс, максимальная дальность полёта составляла 18 км. Устойчивость полёта по заданной траектории долж-

ны были обеспечивать четыре аэродинамических стабилизатора. Поскольку эффективность таких стабилизаторов полёта проявляется после набора ракетой определённой скорости, в хвостовой части ракеты устанавливались сбрасываемые после окончания их работы пороховые ускорители. В первой половине декабря 1944 г. было проведено 24 лётных испытаний. Дальнейшие работы с этой ракетой не проводились.

Следующей разработкой группы Т. Кармана стала ракета "Прайвит-Ф". Отличительной особенностью этой ракеты от предшественницы было её выполнение в крылатом варианте. Лётные испытания 17 экземпляров этой ракеты проводились в первой половине апреля 1945 г.

Оба варианта ракет "Прайвит" использовались в первую очередь для изучения особенностей полёта ракеты как по баллистической траектории, так и при наличии несущих плоскостей-крыльев. Получив первые сведения о "поведении" ракет в полёте, было принято решение перейти к разработке ракеты для исследования верхних слоёв атмосферы, расположенных выше досягаемости воздушными зондами.

Первая ракета геофизического назначения, разрабатываемая "Лабораторией реактивного движения" по заказу Управления артиллерийско-технического снабжения, получила наименование "ВАК-Корпорал". Жидкостной двигатель ракеты работал на высококипящем топливе: окислитель - азотная кислота, горючее - смесь анилина и фурфуролового спирта.

Напомним, что ракету разрабатывали учёные Калифорнийского технологического института. Это определило научный подход к проектированию ракеты. Прежде, чем приступить к разработке штатной конструкции, было проведено натурное моделирование работы отдельных узлов и элементов конструкции ракеты. С этой целью была изготовлена модель ракеты в масштабе 1:5. Модельная ракета получила ласковое наименование "Бэби-ВАК". Результаты проведённых в начале июля 1945 г. лётных испытаний модели позволили определиться с количеством и формой аэродинамических стабилизаторов ракеты и выявить необходимость применения порохового двигателя-ускорителя в качестве первой ступени.

В штатном исполнении первая американская жидкостная ракета геофизического назначения "ВАК-Корпорал" имела длину 4,9 м, диаметр корпуса - 0,3 м, полезная нагрузка - 11 кг, тяга основного ЖРД составляла около 680 кгс, система подачи топлива - вытеснительная, сжатым воздухом. Метеорологические приборы размещались в контейнере, который после достижения ракетой расчётной высоты спускался на землю на парашюте. Лётные испытания ракеты "ВАК-Корпорал" проводились в сентябре-октябре 1945 г., максимальная достигнутая высота составила около 70 км. В конце 1946 - начале 1947 годов были проведены лётные испытания усовершенствованной ракеты "ВАК-Корпорал Б".

Может показаться, что малозначачим в мировой истории эпизодам развития ракетной техники оказано излишне много внимания. Это сделано исходя из того, что именно эти ракеты вкуче с разработками Р. Годдарда были первыми и эксклюзивными разработками американских энтузиастов космонавтики.

Случилось так, что как раз после смерти пионера американской космонавтики Годдарда в августе 1945 г., в США началась разработка ракетной техники на государственном уровне, причем на первом этапе основу этих работ составило не столько продолжение работ американских разработчиков ракетной техники, сколько изучение, дальнейшее совершенствование и техническое развитие достижений немецких специалистов в области создания ракеты дальнего действия А-4. Такой поворот в истории создания жидкостных ракет в США был подготовлен предшествующими событиями. В течение мая-июля 1945 г. американские спецслужбы на территории Германии проводили операцию по сбору трофейного вооружения, выявлению и интернированию немецких научно-технических кадров, причастных к разработке новых видов оружия. Первостепенный интерес представляли разработчики ракетного оружия дальнего действия. Успешному проведению спецслужбами США этой части операции способствовали сами немецкие ракетчики. В апреле

1945 г. основной кадровый состав "Армейского ракетного испытательного центра Пенемюнде" с берега Балтийского моря переместился на юг Германии, в Тюрингию, где вблизи г. Нордхаузена в горных штольнях находился завод по производству ракет А-4. Туда же из Пенемюнде была перевезена вся конструкторская документация и технический архив ракетного КБ. Военные действия сложились так, что эту местность оккупировали войска США и практически весь состав КБ во главе с административным руководителем работ в Пенемюнде генералом Вальтером Дорнбергером и техническим руководителем, главным конструктором ракеты А-4 Вернером фон Брауном в первых числах мая 1945 г. организованно сдался в плен. Большинство работников КБ были штатские, но и их содержали под охраной в американской зоне оккупации, т.к. у американских спецслужб на них были особые виды.

Захваченная техническая документация на изготовление ракет А-4 и около сотни готовых ракет во второй половине 1945 г. из поверженной Германии были вывезены в США. В это же время в США было депортировано около 560 учёных, инженеров и техников, ранее работавших в "Армейском ракетном испытательном центре Пенемюнде".



В плену у американцев



А-4 на палубе авианосца "Мидуэй"

Поскольку в обеспечении главного достижения США в космонавтике - посещение Луны американскими астронавтами - В. фон Браун сыграл главенствующую в техническом отношении роль, приведём некоторые сведения из его биографии в период жизни в Германии до мая 1945 г.

Вернер Магнус Максимилиан фон Браун (23.03.1912 г. - 16.06.1977 г.) родился в дворянской семье, отсюда и приставка "фон" в его фамилии. В школьные годы проявлял интерес к точным наукам, в старших классах увлекался астрономией. В студенческие годы начал практическую деятельность по созданию летающих моделей жидкостных ракет, был членом "Немецкого ракетного общества", возглавляемого известным в Германии энтузиастом космических полётов Рудольфом Небелем. После окончания Берлинского университета он стал первым штатским сотрудником в группе Вальтера Дорнбергера, занимающейся разработкой боевых жидкостных ракет дальнего действия. Благодаря природным способностям, хорошей университетской подготовке, таланту организатора и влюблён-

ности в выполняемую работу, фон Браун быстро продвигался по карьерной лестнице и вскоре фактически возглавил проведение научно-технических работ в группе Дорнбергера.

Первая полноразмерная ракета, спроектированная в 1933 г. с участием фон Брауна, получила условное обозначение А-1 (полное наименование - "Агрегат-1". Слово "агрегат" вместо "ракета" - дань секретности в сфере разработки военной техники, аналогично сложившемуся у советских ракетчиков термину "изделие"). ЖРД этой ракеты имел тягу около 300 кгс, система подачи кислородно-спиртового топлива - вытеснительная.

Следующая ракета А-2 была спроектирована в 1934 г. Двигатель, топливо и система подачи остались прежними.

В 1936 г. был реализован проект ракеты А-3. Ракета имела новый двигатель, развивающий тягу до 1500 кгс, топливо и система подачи - прежние.



Браун с моделью ракеты

Каждый вариант ракеты отличался от предыдущего более совершенной конструкцией ракетных систем, включая системы управления полётом и наведения на цель, однако последовательно внедряемые усовершенствования не обеспечивали требований военного заказчика к ракете как средству поражения цели, расположенной за сотни километров от стартовой позиции. Но это не помешало фон Брауну в 1937 г. стать техническим руководителем работ по созданию ракеты дальнего действия в "Армейском ракетном испытательном центре Пенемюнде".

Следующий вариант ракеты дальнего действия - ракета А-4 - была разработана с учётом накопленного опыта и последних научно-технических достижений в Германии. В её создании принимали участие ведущие промышленные фирмы и научные лаборатории ряда германских университетов. Конструкция и основные характеристики А-4 широко известны и нет необходимости их здесь приводить. Работы начались в 1939 г., а в 1942 г. состоялись первые лётные испытания ракеты А-4, получившей в последствии пропагандистское наименование Фау-2 - "оружие возмездия" (от немецкого слова "Vergeltungswaffe").

Боевая эксплуатация ракет А-4 началась 6 сентября 1944 г. пуском двух ракет в направлении Парижа, следующие две ракеты были запущены 8 сентября 1944 г. по Лондону. Ракетный обстрел Лондона и других европейских городов закончился 27 марта 1945 г. За этот период было выпущено около 1350 ракет, от 30 до 35 % не долетели до цели. По данным англичан, в Великобритании от обстрела ракетами Фау-2 в общей сложности погибло около 2720 человек, тяжёлые ранения получили более 6450 человек.

Работа фон Брауна по созданию боевых ракет, ставших по способу их применения оружием массового поражения в основном мирного населения европейских городов, сопровождалась не только его продвижением по служебной лестнице. Наряду с этим в его биографии отмечаются и другие события. В апреле 1934 г. фон Браун завершил докторскую диссертацию на тему: "Конструктивные, теоретические и экспериментальные подходы к проблеме создания ракеты на жидком топливе". Диссертация имела гриф "секретно" и, видимо, поэтому без её опубликования и защиты на Учёном совете Берлинского университета автор в июле 1934 г. был удостоен степени доктора физических наук. В ноябре 1937 г. он вступил в национал-социалистическую (фашистскую) партию Германии, а в мае 1940 г. получил первое воинское звание - унтерштурмфюрер СС, к июню 1943 г. дослужился до высокого звания штурмбанфюрера СС. В июле 1943 г., после демонстрации Гитлеру фильма о стартах ракеты А-4, фон Брауну по приказу фюрера было присвоено звание профессора. С таким шлейфом событий в биографии В. фон Браун прибыл в США.

А теперь вернёмся к жизни немецких ракетчиков после их де-

портации в США, которая была проведена на основании решения, принятого 20 июня 1945 г. госсекретарём США. До октября 1945 г. эта депортация составляла секрет для американской общественности, т.к. государственный департамент США опасался негативной реакции на прибытие на территорию США большой группы немецких специалистов в области создания ракетного вооружения. Хотя в новейшей истории США уже был опыт участия иностранных специалистов в решении большой научно-технической задачи - создание атомной бомбы, но тогда это были учёные-антифашисты и спасающиеся от фашистского геноцида евреи-физики. Сейчас же нужно было адаптировать в американское общество большую группу учёных и конструкторов, создававших боевое оружие фашистской Германии, против которой США вели боевые действия. Кроме этого общего для всех прибывших "греха", некоторые из депортированных немцев в гитлеровской Германии были членами нацистской партии. Для реабилитации в глазах американского народа прибывших в США специалистов с негативно воспринимаемым прошлым, американские спецслужбы провели операцию по "отмыванию" тёмных пятен в биографиях немецких ракетчиков. Наибольшие трудности вызвала легализация в США главного "козырного туза" в немецкой "колде" - В. фон Брауна. Его членство в нацистской партии укладывалось в общий подход в решении этой проблемы, однако его членство в "СС" потребовало индивидуального решения. В результате проведенной спецслужбами операции практически все прибывшие немецкие специалисты получили "исправленные и дополненные" биографии, что гарантировало им безопасность проживания и возможность получить работу по своим специальностям, только В. фон Брауну было запрещено до особого разрешения привлекать к работам по созданию ракетного вооружения.

Не имея возможности участвовать в создании новых ракет для Вооружённых сил США, В. фон Браун использовал свободное время для разработки в инициативном порядке предложений по созданию космических ракет. Сложилось парадоксальная в биографии В. фон Брауна ситуация: в Германии в марте 1944 г. он был арестован гестапо по подозрению в саботаже работы по созданию боевой ракеты, отвлекаясь на космическую тематику. Следствие продолжалось в течение нескольких дней и по ходатайству В. Дорнбергера было прекращено. А во второй половине 40-х годов в США его не привлекают к разработке боевых ракет, и он имеет возможность заниматься проблемами космической техники. Однако в этот период космическая тематика не интересовала правительство США. И фон Браун решил привлечь к своим предложениям американскую научно-техническую общественность. С этой целью он публикует в научном журнале "Collier's" ряд статей о запусках ИСЗ трёхступенчатой космической ракетой, работающей на топливе азотная кислота и гидразин, со стартовой массой около 9000 т. Ракета должна была выводить на высоту около 1750 км полезную нагрузку массой до 36,5 т. За циклом этих публикаций последовал ряд статей о пилотируемых полётах на Луну с последующим возвращением на Землю. Интерес к полётам на Луну был "подогрет" серией телеинтервью с фон Брауном. Это, в свою очередь, привело к съёмкам двух научно-фантастических фильмов с участием фон Брауна в качестве рассказчика о своём проекте лунной экспедиции. Позднее, на волне успеха телепередач и проката кинофильмов фон Браун, уже занимаясь практической работой, совместно с известным популяризатором идей космических полётов Вилли Леем выпустил книгу "Старт в космос". Но широко разрекламированные фон Брауном идеи космических полётов, заинтересовавшие широкие массы читателей и зрителей, не получили поддержки ни в военных, ни политических кругах США. Государственные интересы в тот период времени ограничивались созданием ракетного вооружения, да и, объективно оценивая состояние науки и промышленности того времени, ракетная техника ещё не была готова для осуществления космического полёта.

Отстранение фон Брауна от практической работы не могло длиться долго, кроме потребности в использовании его профессиональных знаний и опыта создания ракетной техники, тому способствовали изменения в мировой политике. С окончанием Второй ми-

ровой войны прекратила существование и антигитлеровская коалиция. Во время войны государства, входившие в эту коалицию, объединяло наличие общего врага, а после победы на первый план вышли собственные интересы каждого государства, всплыли прежние противоречия, основанные на разном социально-политическом государственном устройстве. Как и в довоенные годы, одним из политических лидеров, возглавившим противостояние с СССР, был У. Черчилль. Произнесённая им в марте 1946 г. в американском городе Фултоне речь вошла в историю как "манифест холодной войны", ставший призывом к "крестовому походу против коммунизма".

Политика военно-политического противостояния, названная "холодной войной", включала в себя не только милитаризацию экономики противостоящих государств, наращивание их военного потенциала и планирование ведения военных действий, но и агрессивную психологическую обработку населения средствами массовой информации. Основные "сражения холодной войны" происходили на страницах печатных органов, в радио и телепередачах. Усилиями американских СМИ СССР из бывшего союзника в войнах с Германией и Японией в глазах и умах жителей США был превращён в главного военно-политического противника. В результате такого психологического наступления немецкие ракетчики и фон Браун в их числе уже не воспринимались представителями недавнего вражеского государства, теперь это были технические специалисты, способные оказать необходимую помощь в укреплении военной мощи Вооружённых сил США. И фон Браун в конце 1946 г. был привлечён к работе в Службе проектирования и разработки вооружения армии США в Форт-Блиссе (штат Техас), пока на второстепенную должность.

Основные работы с немецкой трофейной техникой начались в конце 1945 г. на специально подготовленном для этого испытательном полигоне Уайт Санде (штат Нью-Мексика) с участием прибывших немецких специалистов под контролем Управления артиллерийско-технического снабжения. Перед американским персоналом испытательного полигона была поставлена задача с консультативной помощью немецких специалистов освоить подготовку к запуску и осуществить пуски ракет А-4, а перед американскими разработчиками ракетной техники - изучить конструкцию, технологию изготовления и лётные характеристики ракет дальнего действия. Параллельно с изучением немецкого опыта создания ракетной техники пусками ракет А-4 решались и сугубо научные задачи: проводились метеорологические исследования, фотографировалась с большой высоты земная поверхность, изучался солнечный спектр и интенсивность космических лучей за пределами плотных слоёв земной атмосферы.

Попытка первого пуска ракеты А-4 на полигоне Уайт Санде состоялась 15 марта 1946 г., первый успешный пуск был произведён 10 мая 1946 г., причём это был демонстрационный пуск для многочисленных представителей прессы. Всего в период с марта 1946 г. до середины 1951 г. было осуществлено 67 пусков, из них более 30 % было аварийных. Напомним, что в СССР в течение 1947 г. состоялось 11 пусков ракеты А-4, из них 5 аварийные.

Знакомство с конструкцией и техническими характеристиками ракеты А-4 оказало заметное влияние на дальнейшие работы по созданию жидкостных ракет в США. Первыми американскими ракетами, созданными после изучения конструкции А-4, стали ракеты "Викинг" и "Аэроби".

Ракета "Викинг", созданная в исследовательской лаборатории Отдела исследований ВМС США, представляла собой уменьшенный по внешним габаритам и технически модернизированный вариант А-4. Длина ракеты составляла около 14 м, диаметр - 0,8 м, тяга кислородно-спиртового двигателя - 9,3 тс. В отличие от своего прототипа ракета "Викинг" имела несущие топливные баки, отсутствовали графитовые рули, "съедающие" часть тяги двигателя, вместо них управление полётом ракеты осуществлялось отклонением двигателя, установленного в карданном подвесе, имелся и ещё ряд несущественных изменений конструкции.

Лётные испытания "Викинга" начались 7 марта 1949 г. и продолжались до середины 1955 г. За этот период было осуществлено 12

пусков ракет, большинство из них имели аварийные исходы.

Лётные испытания второй из разработанных в этот период американских ракет "Аэроби" начались в ноябре 1947 г. Эта ракета была разработана на базе ракеты "ВАК-Корпорал" - то же топливо, вытеснительная система подачи, аэродинамические стабилизаторы полёта, пороховой ускоритель на первой ступени. Ракета обеспечивала выведение полезного груза массой 68 кг на высоту до 115 км и использовалась для исследования верхних слоёв атмосферы. До конца 1949 г. было осуществлено 24 пуска этих геофизических ракет, из них 4 пуска были неуспешными.

Достаточно хорошая для того времени статистика успешных пусков ракеты "Аэроби" позволила использовать её в качестве исходной базы для проведения усовершенствования её конструкции. В



Пуск ракеты "Аэроби-150"

результате появилась новая ракета, получившая наименование "Аэроби-Хи". Лётная эксплуатация этой ракеты началась в мае 1956 г. При одном из запусков в июне 1956 г. эта ракета позволила вывести полезную нагрузку массой около 110 кг на высоту 262 км. Программа пусков ракеты предусматривала как научные исследования, так и отработку элементов конструкции, использованных при последующем создании ракет "Атлас-Центавр" и "Сатурн".

Из жидкостных ракет, разработанных в США в конце 40-х годов, наибольший интерес представляет экспериментальная двухступенчатая ракета "Бампер-ВАК". К этому времени выявилась насущная необходимость применения для геофизических исследований двухступенчатой ракеты, т.к. кратковременный вывод одноступенчатых ракетами научных приборов массой в десятки килограмм на высоты 150...200 км не удовлетворял исследователей. Для проведения ширококомасштабных научных исследований в космическом пространстве требовалось использовать мощные многоступенчатые ракеты, способные выводить на космические орбиты на длительное время научные приборы и оборудование общей массой в сотни килограмм. Полётная эксплуатация многоступенчатых ракет требовала решения ряда новых технических проблем. Для их изучения и была разработана экспериментальная ракета "Бампер-ВАК", состоящая из двух уже существующих ракет: на первой ступени - ракета А-4, на второй - "ВАК-Корпорал". От результатов пусков этой ракеты американские конструкторы ожидали получить сведения по особенностям разделения ступеней в полёте, рекомендации по организации запуска ЖРД второй ступени после разделения на больших высотах и другую техническую информацию, которую невозможно получить в наземных условиях.

Лётные испытания ракет "Бампер-ВАК" проводились с мая 1948 г. по июль 1950 г. Всего было пущено 8 ракет, из них только две выполнили полётную программу. Масса полезной нагрузки, выводимой этими ракетами, составляла около 23 кг, а максимальная достигнутая высота полёта - 400 км, составившая рекорд того времени. Это было начало пути к созданию многоступенчатых баллистических и космических ракет.

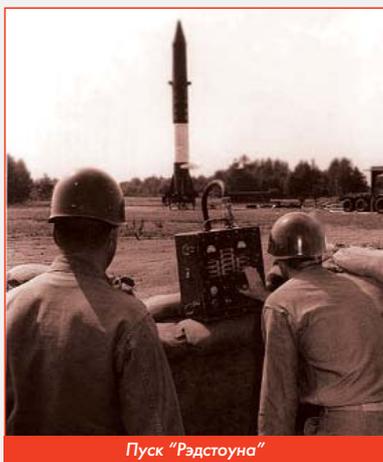
В начале 50-х годов XX века в США интенсифицировались работы по созда-



"Бампер-ВАК"

нию ракетного вооружения. Побудительными причинами стало объявление СССР о наличии у него атомной бомбы и участие вооружённых сил США в военном конфликте на Корейском полуострове. Военные стратеги США посчитали целесообразным иметь в составе Вооружённых сил баллистические ракеты с ядерными боезарядами, в тот период времени неуязвимые для противника по сравнению с имеющимися бомбардировщиками-носителями атомных бомб. Такому решению способствовала открывшаяся возможность создания многоступенчатых баллистических ракет, обеспечивающих доставку боезарядов на дальность в тысячи километров. Активизация работ в сфере создания новых ракет коснулась и фон Брауна. В апреле 1950 г. его назначают техническим директором "Отделения оперативных разработок дальних управляемых ракет Арсенала Редстоун" в г. Хантсвилл (штат Алабама). Под своим "крылом" фон Браун собрал значительную часть бывших работников из КБ Пенемюнде.

Фон Браун в Редстоунском арсенале возглавил работы по созданию новой оперативно-тактической ракеты с ядерным боезарядом массой до трёх тонн и дальностью 350...400 км. Эти работы велись с 1948 г., однако темп их проведения, видимо, не устраивал заказчика - МО США. Новая ракета разрабатывалась на базе А-4: сохранены те же компоненты топлива, система подачи, управление полётом графитовыми руля, отличия - в форсированном по тяге до 29,5 тс двигателе и применении боеголовки, отделяемой в конце полёта. (В эти же годы в СССР разрабатывалась ракета Р-2 аналогичной конструкции, только двигатель А-4 был форсирован до 37 тс). Назначение фон Брауна техническим руководителем работ было вызвано, вероятно, высокой преемственностью создаваемой ракеты с конструкцией ракеты А-4. Важность проведения этих работ была подчеркнута присвоением им в ноябре 1950 г. высшего приоритета МО США. Для фон Брауна это было первое ответственное поручение в период его нахождения в США, своеобразный экзамен на его соответствие высокому авторитету "отца" первой в мире жидкостной ракеты дальнего действия. И фон Браун успешно выдержал этот экзамен. В августе 1953 г., через 3 года после его вступления в новую должность, начались лётные испытания новой одноступенчатой ракеты, получившей наименование "Редстоун". Позднее эта ракета стала первой ступенью



Пуск "Редстоуна"

ракетой "Юпитер-А", на второй и третьей ступени которой устанавливались твёрдотопливные ракеты "Сержант". Следующий вариант "Юпитер-С" имел более мощный по тяге ЖРД первой ступени и увеличенное количество твёрдотопливных двигателей на второй и третьей ступенях. По своим техническим характеристикам эта ракета была пригодна для запуска лёгких объектов на космические высоты, что и было подтверждено

при лётном испытании в сентябре 1956 г.: головная часть массой 39 кг была доставлена на высоту 1070 км. Успешная разработка этой ракеты открывала возможность фон Брауну принять участие в космических программах США. Этому способствовало и полученное им в 1955 г. американское гражданство. К середине 50-х годов XX века о запуске искусственного объекта на околоземную космическую орбиту было написано множество фантастических книг и научных статей, не мало разработано проектов, но всё оставалось "на бумаге". Наконец наука, техника и промышленность достигли того уровня, когда запуск ИСЗ стал реальным делом. Об этом свидетельствовали многочисленные запуски геофизических ракет в США и СССР. Исходя из результатов бурного развития ракетостроения, Подготовительный комитет по проведению Международного геофизического года (МГГ), намеченного на период с 01.07.57 г. по 31.12.58 г., в сентябре 1954 г. обратился к

правительствам высокоразвитых стран с предложением приложить все усилия для запуска ИСЗ во время МГГ. Основные надежды связывались с научно-техническим уровнем США.

Действительно, в июне 1954 г. в США был обнародован проект запуска ИСЗ "Орбитер" ракетой-носителем "Юнона-1", созданной на базе баллистической ракеты "Юпитер-С". Однако этот проект поддержки не получил.

В мае 1955 г. Совет национальной безопасности США одобрил программу запуска научного ИСЗ при условии, что она не будет мешать созданию межконтинентального ракетного вооружения. В это время конкурировали два проекта: "Авангард" (разработка ВМС США) и "Эксплорер" (разработка армии США). Организованная для выбора лучшего проекта комиссия отдала предпочтение "Авангарду" и это вопреки заверениям фон Брауна, что использование в проекте "Эксплорер" уже разработанных ракет даёт возможность осуществить запуск ИСЗ в январе 1956 г. Историки считают, что главной причиной выбора проекта "Авангард" победителем стали не его технические характеристики, а ведущая роль в создании средства выведения в проекте "Эксплорер" фон Брауна - натурализованного немца с недавним нацистским прошлым.

Подготовку к запуску ИСЗ поддерживал президент Д. Эйзенхауэр. В одном из выступлений он заявил, что 25.07.56 г. им подписан план космических пусков, в котором предусматривается запуск первого ИСЗ по программе "Авангард" в сентябре 1957 г.

Классическая организация работ, обещающая триумфальный успех в создании спутника в США: принятие решения на уровне одного из высших государственных органов, конкурсный выбор проекта, подписание президентом плана работ и определение даты запуска спутника - всё это было перечёркнуто 4 октября 1957 г. Запуск спутника в СССР вызвал шок у мировой и американской общественности. Поздравления с успехом советских учёных, в том числе и от американского президента, сделанное на пресс-конференции в Белом доме 9 октября 1957 г., вскоре сменились критическими выпадами в адрес США. И чем больше авторы надеялись на научно-техническое превосходство Западного мира над СССР, тем больше горечи содержалось в откликах на провал космической программы США.

Французский журнал "Пари-матч" писал: "Русские достигли того, что американцы столь часто и преждевременно заявляли: запустили первый искусственный спутник Земли. Это было чудо. Рухнула догма о техническом превосходстве США".

В журнале "Форчун": "Мы не ждали советского спутника и потому он произвёл на Америку Эйзенхауэра впечатление Пёрл-Харбора".

Агентство "Юнайтед Пресс": "90 % разговоров об искусственном спутнике Земли приходилось на долю США. Как оказалось, 100 % успеха пришлось на долю России".

Несомненный факт запуска в СССР первого спутника и реакция мировой общественности заставили руководство США принимать экстренные меры для ускорения запуска американского спутника. Уже 11 октября 1957 г. был разработан документ по сокращению сроков подготовки к запуску ИСЗ по программе "Авангард" (в переложении на нашу практику - "план-график нагона"). 14 октября президент США встретился с министром обороны Н. Макэлроем и обсудил с ним перспективные космические проекты, которые позволили бы в короткие сроки догнать и перегнать СССР. "Космическая гонка", начатая в СССР заменой "объекта Д" на "ПС-1", была подхвачена руководством США и продолжалась до 1991 г., до развала СССР - великой космической державы.

Чтобы успокоить общественность США и ослабить поток критики и иронии в СМИ, 11 ноября 1957 г., спустя неделю после запуска в СССР второго ИСЗ с собакой Лайкой, Д. Эйзенхауэр объявил о запуске первого ИСЗ США по программе "Авангард" до окончания 1957 г.

Ракета-носитель "Авангард" имела на первой и второй ступенях уже знакомые читателям модифицированные ракеты "Викинг" и "Аэроби-Хи", на третьей ступени - твёрдотопливный двигатель. Спутник "Авангард" имел диаметр 16,5 см и массу 1,47 кг. На нём были уста-

новлены радиомаяк перемещения и датчики температуры. Первая попытка запуска "Авангарда" состоялась 6 декабря 1957 г. и окончилась аварией в момент отрыва от стартового сооружения. В духе американских традиций на этот запуск было приглашено более двухсот корреспондентов. О катастрофе первого американского "Флопника" (ироническое наименование по аналогии с русским словом "спутник") стало известно всему миру. Не щадили своих соотечественников и избранники американского народа. Авторитетный сенатор Линдон Джонсон так охарактеризовал программу "Авангард": *"Это дешёвая авантюра, которая закончилась одной из наиболее разрекламированной и унижительной неудачей в истории США"*.

Аварийный пуск "Авангарда" привёл к пересмотру программы запуска ИСЗ. Президент Эйзенхауэр принял решение следующий пуск проводить по программе "Эксплорер". К такому повороту событий фон Браун был готов. Спустя несколько дней после запуска первого ИСЗ в СССР он обратился к министру обороны с предложением немедленно начать работы по программе "Эксплорер" и обещал провести подготовку к пуску за 60 дней. Министр не счёл возможным ревизовать принятое и объявленное на высшем уровне решение о запуске ИСЗ по программе "Авангард", но разрешил вести подготовку ракеты "Юнона-1" и спутника "Эксплорер" в качестве резервных дублёров.

Успешный запуск первого американского ИСЗ "Эксплорер-1" состоялся 31 января 1958 г. и вызвал необычайный подъём настроения и национальной гордости в США. Огромную радость испытывал и Вернер фон Браун. Наконец-то его мечта о создании подлинно космической ракеты осуществилась! В восторженном порыве он воскликнул: *"Мы создали собственный плацдарм в космосе. Никогда больше мы не сдадимся!"*.

Первый американский спутник, кроме исторического факта своего появления, оставил след в истории космонавтики ещё и благодаря сделанному с его помощью научному открытию. Установленный на спутнике счётчик Гейгера зарегистрировал окружающие Землю радиационные пояса, получившие наименование "пояса Ван Аллена".



"Юнона-1" с "Эксплорером"



Браун, руководители проекта и макет четвертой ступени и спутника "Эксплорер"

За первым запуском спутника последовали следующие. 5.02.58 г. была предпринята вторая попытка запустить спутник "Авангард". И снова неудача. Только третий пуск этого спутника 19.03.58 г. завершился выведением его на орбиту. Всего с декабря 1958 г. по сентябрь 1959 г. состоялось 11 попыток запустить спутник "Авангард" и только 3 пуска были успешными.

С переменным успехом проходили пуски и по программе "Эксплорер". За период с 3 марта по 23 октября 1958 г. из четырёх попыток запуска спутника "Эксплорер" два закончились аварией.

Такое начало запусков ИСЗ не добавило оптимизма общественному мнению о перспективах космических программ США. Впечатлившие мировую общественность запуски первых советских искусственных спутников Земли заставили научно-политические круги США проанализировать организацию собственных работ в области создания ракетно-космической техники. В результате этого был сделан вывод, что конкуренция между многочисленными американскими организациями по разработке космической техники, являющаяся в рыночной экономике признанным двигателем научно-технического прогресса, в условиях противостояния с другим развитым в промышленном отношении государством, не способствует получению положительного результата. Разрозненность усилий и распыление вкладываемых средств ведёт к потере темпа работ, сказывается на масштабы конечного результата. Кроме того, долговременные устойчивые успехи могут быть достигнуты не ускорением проведения работ по отдельной космической программе в авральном режиме, а объединением усилий и ресурсов всех ведомств, участвующих в реализации космических программ, в рамках одной государственной организации, занимающейся только развитием космической техники. Эта идея реорганизации работ в области космонавтики была высказана в октябре 1957 г. членами "Американского ракетного общества", в ноябре того же года она получила поддержку Национальной академии наук.

Поскольку оценка отставания США в области ракетно-космических достижений вышла за рамки научно-технических проблем и превратилась в дело государственного престижа, не мог остаться в стороне от принятия решения по поднятому общественностью вопросу и Конгресс США. На состоявшихся 20 января 1958 г. слушаниях (после неудачной попытки запуска первого спутника) был сделан вывод о необходимости принятия неотложных мер по совершенствованию космической программы США. Сенатор Линдон Джонсон, имеющий отношение к разработке космических программ, в своём выступлении так сформулировал их важность: *"Кто контролирует космос, тот контролирует весь мир"*. Ему вторил командующий стратегической авиацией США генерал Пауэр: *"Кто первым утвердит своё место в космическом пространстве, тот и будет его хозяином. И мы просто не можем позволить себе проиграть соревнование за господство в космическом пространстве"*. А журнал "Космические исследования" в редакционной статье, обращаясь к президенту Эйзенхауэру, писал: *"Мы должны лихорадочно работать, чтобы решить те технические проблемы, которые, несомненно, решила Россия. В этой гонке, (а это, несомненно, гонка) приз достанется только победителю и этот приз - руководство миром..."*.

В апреле 1958 г. Конгресс США обсудил предложение научной общественности о создании специализированной общегосударственной организации по вопросам космонавтики и поручил соответствующему комитету подготовить проект закона, который и был принят 29.07.58 г. В тот же день президент Д. Эйзенхауэр



Браун и президент США Д. Эйзенхауэр

подписал "Национальный акт по авиации и исследованию космического пространства", который определил основные программы и структуру управления космическими исследованиями. Так было организовано НАСА - Национальное управление по авиации и исследованию космоса. В НАСА вошло большинство проектных организаций, ранее автономно работающих в системе ВВС, ВМС и армии США. Кроме того, НАСА получило право привлекать к работе по своим программам специализированные лаборатории крупнейших американских университетов и частные промышленные фирмы. Основными задачами НАСА были определены организация и координация работ в области космической деятельности, в первую очередь применительно к пилотируемой космонавтике с целью опережения аналогичных работ в СССР. Президент США Д. Эйзенхауэр присвоил космическим программам НАСА категорию "Д-Икс", что означало исключительную важность и срочность работ, которые относятся к категории важ-

нейших для обеспечения безопасности страны. Этим решением политический лидер государства и одновременно главнокомандующий его вооружёнными силами определил двойное назначение пилотируемой космонавтики: научно-технические достижения в этой области тесно увязаны с военной безопасностью государства. Кроме того, такой подход к дальнейшему развитию космической техники в США не только примирил два ранее конкурирующих между собой направления - научно-техническое и военное, - но и объединил усилия и ресурсы этих направлений.

Датой начала деятельности НАСА принято считать 1 октября 1958 г. Однако и после этой даты формирование НАСА продолжалась. Так, в ноябре 1959 г. в НАСА был включён "Отдел проектирования Управления баллистических ракет армии США", реорганизованный в "Центр космических полётов им. Дж. Маршалла". Техническим руководителем этого центра был назначен В. фон Браун. 

(Продолжение следует.)

МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

СТАНКОСТРОЕНИЕ



15 - 18 октября 2013

МВЦ Крокус Экспо

При поддержке:

Торгово-промышленной Палаты Российской Федерации
Московской торгово-промышленной Палаты

Оборудование от ведущих компаний!

металлообрабатывающие станки
инструмент
автоматические линии
робототехника
комплектующие изделия
литейное производство
сварочное оборудование
обработка листового металла
лазерные технологии
измерительные приборы
программное обеспечение
деревообрабатывающее оборудование

Организатор выставки: ООО «Райт Солюшн»

+7 (495) 988-27-68

www.stankoexpo.com

 **Станочный ПАРК**



МОНЕТЫ, ПОСВЯЩЕННЫЕ КОНСТРУКТОРАМ САМОЛЕТОВ И ВОЗДУХОПЛАВАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Андрей Викторович Барановский

Среди нескольких сотен монет, посвященных авиации и воздухоплаванию, на более чем тридцати помещены портреты создателей самолетов и. И здесь на первом месте оказался создатель немецких дирижаблей граф Фердинанд фон Цеппелин. С его портретами четыре страны выпустили шесть монет из серебра и одну из золота. Среди них - Бенин, отчеканивший в 1997 году мультиколорные 500 франков с дирижаблем LZ-10. От имени Конго (Браззавиль) в 1997 г. были выпущены две монеты по 1000 франков с мультиколорным покрытием, а 2000 году - монета в 1000 франков, посвященная 100-летию первого полета его дирижабля, и золотая в 1500 франков.

Северная Корея по заказу мало кем признанной республики Сахара в 1997 выпустила 1000 песет в память 80-летия со дня смерти графа. Интересно, что на реверсе монеты помещен цветное изображение Цеппелина и двух его дирижаблей, сделанные с фотографий.

Принадлежащий Великобритании, но имеющий право чеканить свою монету остров Мэн в 1994 выпустил две монеты с портретом Цеппелина номиналом в 1 крону, выполненные из медно-никелевого сплава и серебра. Заметим, что на монетах с его изображением присутствуют дирижабли построенные после его смерти. Это пассажирские трансокеанские выпуска 20- 30-х годов прошлого века.

Фердинанд фон Цеппелин родился 8 июля 1838 года в дворянской семье в городе Констанц. Вся его дальнейшая жизнь до выхода на пенсию связана с армейской службой.

Решающим для занятий воздухоплаванием стала поездка графа в 1863 году в США, где он был военным наблюдателем во время гражданской войны между Севером и Югом. Здесь ему впервые довелось подняться на воздушном шаре. Вернувшись на родину, он продолжил военную службу; воевал в рядах прусской армии во время прусско-австрийской и франко-прусской войн.

Цеппелин прославился как хороший разведчик. Для своей деятельности он использовал воздушные шары, с их помощью наблюдая за позициями и действиями противника. В 1891 году в чине генерал-лейтенанта он оставил военную службу, окончательно решив заняться конструированием дирижаблей и в 1898 году он основал "Акционерное общество содействия воздухоплаванию".

2 июля 1900 года в воздух поднялся первый управляемый летательный аппарат Цеппелина - LZ1. В 1912 г. ВМФ купил дирижабль этого типа для испытания его возможностей в совместной работе с флотом.

Хотя создателю первых планеров немцу Отто Лилиенталу (1848-1891) посвящено несколько монет, но портрет его изображен только на одной. Это прямоугольная монета из серебра номиналом \$1. Она выпущена в 2010 г. в серии "Как человек покорял небеса" варшавским монетным двором от имени тихоокеанского острова Ниуэ.

Отто Лилиенталь разработал, построил и испытал одиннадцать планеров. Он совершил в общей сложности на них свыше 2 тыс. полётов. Научное



Реверс доллара Ниуэ

обоснование причин парения птиц, сделанное Лилиенталем и продолженное Н. Е. Жуковским, во многом определило развитие авиации. В отличие от многих пионеров авиации Лилиенталь не пытался сразу взлететь, а долго бегал по холмам пытаясь определить центр подъемной силы. Первый "полёт" совершил просто поджав колени. Необходимым условием полётов считал "птичье чутье" (способность предугадывать порывы ветра и др.) которое, по его мнению, приобреталось с опытом полётов. Впервые разработал биплан, когда решив увеличить площадь крыла, и так обладавшего ограниченным запасом прочности, сделал надстройку из еще одного крыла. 10 августа 1896 года Отто Лилиенталь погиб в Берлине во время полёта. Его планер перевернуло внезапным порывом ветра и он сломал позвоночник. Перед смертью сказал: "Жертвы должны быть принесены".

Портреты создателей первого в мире самолета, поднявшегося в воздух братьев Орвила и Уилбура Райт помещены на четырех монетах, хотя изображение самого



Американский доллар с братьями Райт

Flyer -1 помещено на значительно большем числе их. На родине братьев в США в 2003 г. в честь векового юбилея первого полета вышел серебряный доллар и золотые 10 долларов. Вторая монета из медно-никелевого сплава в 2000 г. номиналом \$5 была отчеканена от имени Либери. На ней уже помещен второй самолет братьев Flyer-II. И наконец варшавский монетный двор от имени острова Ниуэ отчеканил прямоугольную монету номиналом \$1. Монета вошла в серию "Как человек покорил небеса" и к этой серии мы еще вернемся.



Братья Райт на монете Ниуэ



Канадские \$20 с братьями Райт

Братья Уилбур (1867-1912) и Орвил Райт (1871-1948) - два американца, за которыми в большинстве стран мира признаётся приоритет изобретения и постройки первого в мире самолёта способного к полёту. Он состоялся 17 декабря 1903 года.

Эксперименты братьев с аэродинамической трубой дали больше данных, чем все другие эксперименты пионеров авиации, что позволило им возможность проектировать и строить более эффективные крылья и пропеллеры. Полученный братьями патент США номер 821393 выдан на изобретение системы аэродинамического контроля, осуществляемого с помощью поверхностей самолёта и в конечном счете изобрели метод "гоширования" - перекоса крыла.

Еще одному пионеру авиации бразильцу Альберто Сантос-Дюмону посвящены две монеты. Причем на его родине это 5000 реисов из серебра, которые находились в довоенные и первые послевоенные годы в регулярном обращении. Конго (Киншаса) в 2008 г. выпустила монету из медно-никелевого сплава с серебряным покрытием номиналом 10 франков. На монете помещено также изоб-



Братья Монгольфье на монете Ниуэ



Цеппелин на монете острова Мэн 1994 г.



Памятная медаль 1929 г. с портретами Цеппелина и Хьюго Эккерта



\$1 Ниуэ 2010 г. с портретом Лилиентала



Бразильские 500 рейс с Сантос-Дюмоном

ражение его первого поднявшегося в небо самолета "14-бис".

Альберто Сантос-Дюмон по происхождению бразилец,

но деятельность его как конструктора дирижаблей и самолетов прошла во Франции. С 1898 по 1905 годы Сантос-Дюмон построил и совершил полеты на 11 дирижаблях. Некоторые из них были оснащены двигателем, другие приводились в движение педалями. К 1905 он завершил работу над своим первым проектом самолета, а также... вертолета. Главным его достижением стал полет на самолете 23 октября 1906 года, когда он поднял в воздух "14-бис" перед многими свидетелями, пролетев расстояние 60 метров на высоте двух - трех метров. Выполнив этот полет, Сантос-Дюмон выиграл Приз Аршдекона, основанный французом Эрнестом Аршдеконом в июле 1906, который должен был быть вручен первому летчику, пролетевшему более 25 метров только с помощью собственного двигателя. 12 ноября 1906 года Сантос-Дюмон установил первый мировой рекорд в авиации, пролетев 220 метров менее чем за 22 секунды.

Последним проектом Сантос-Дюмона был моноплан "Демузель" ("Demoiselle") (номера от 19 до 22). Этот самолет использовался в качестве собственного транспортного средства Сантос-Дюмона, и он охотно разрешал другим копировать его проект.

Отметим, что Сантос-Дюмону мужчины обязаны на существующую по сей день моду носить наручные часы. А дело было так. В 1904 при праздновании в Ресторане Максим в Париже получения Приза Дойча де ла Мерта Сантос-Дюмоном, он пожаловался своему другу Луи Картье о сложностях использования карманных часов во время полета. Сантос-Дюмон тогда попросил Картье найти альтернативу, которая позволит ему использовать обе руки для управления полетом. В результате проблема была решена, и фирма Cartier создала часы с кожаным ремешком и маленькой застежкой для ношения на запястье. Эти часы сейчас выставлены в Парижском музее искусств рядом с "Демузель" 1908 года.

Авиаконструктору Луи Блерио (1872 - 1936), который 25 июля 1909 года впервые пересек Ла-Манш, посвящены две монеты - Франции и острова Мэн.

Луи Блерио - французский авиатор и изобретатель,

основатель авиаконпании "Bleriot-Voisin".

После перелета через Ла-Манш Блерио получил 100 заказов на этот аэроплан.

Луи стал также первым французом, получившим удостоверение пилота.

Французская серебряная монета номиналом 10 евро вышла в 2012 г. в серии монет "Регионы Франции" и посвящена провинции Нор - Па-де-Кале.

Часы Картье, созданные по заказу Луи Блерио



портрета Блерио изображен в полете моноплан "Bleriot XI", на котором он перелетел через Ла-Манш.

Портрет Блерио и "Bleriot XI", подлетающий к скалам Дувра, мы видим на медно-никелевой и серебряной монетах номиналом 1 крона острова Мэн.

В серии "Французские промышленные достижения" в 2010 г. вышли монеты, посвященные авиаконструктору Марселю Дассо (1892-1986). Номинал 10 евро изготовлен из титана (!), 20 и 100 евро - из серебра, 50 и 500 евро - из золота. Все монеты имеют одинаковый рисунок. На аверсе помещен портрет Дассо, на реверсе - знаменитое его творение - истребитель "Мираж III", созданный в 1958 году. Он стал родоначальником целого семейства многоцелевых самолетов "Мираж", до сих пор составляющих основу французских ВВС.

Судьба Марселя Дассо трагична и одновременно полна героизма.

Марсель Блох, как на самом деле звали Марселя Дассо в Париже, родился в семье еврейского врача. В 1913 г. он окончил первую во Франции школу авиационщиков, изобрел особый тип пропеллера Eclair, который стоял на всех французских военных самолетах времён Первой мировой. В 1930 г. он организовал компанию Societe des Avions Marcel Bloch или "MB", выпускавшую самолеты Bloch - единственные французские истребители, которые смогли в 1940 году, при начале Второй мировой войны, противостоять немецким "мессершмидтам".

Как еврей, во время Второй мировой войны он был депортирован в Бухенвальд, отказавшись сотрудничать с немецкой авиационной промышленностью. Несмотря на разбивший его после концлагеря паралич, Блох продолжил конструировать самолеты. А после освобождения вся семья Блохов сменила фамилию на Дассо - от французского d assault - псевдоним брата Марселя, героя сопротивления и генерала свободной Франции Поля Блоха.

Выдающееся чутье подсказало Марселю Дассо в начале 60-х создать реактивный самолет для бизнес-авиации - им стал джет Falcon 20. Американская Pan American пришла в восторг от самолета и закупила сразу 160 машин. С тех пор было продано более 1600 самолетов серии Falcon.

В Испании в 1995 г. была выпущена серия из четырех монет, посвященная истории авиации страны (три серебряных и одна золотая). Именно золотая без обозначения номинала посвящена изобретателю автожира инженеру Хуану де ла Сиерва. На аверсе монеты портрет Сиерва в авиационном шлеме на фоне изобретенного им автожира. На реверсе - сам Сиерва.

Хуан де ла Сиерва (1895-1936) получил образование в Высшей школе дорожных инженеров в Мадриде, где самостоятельно изучал теоретическую аэродинамику по трудам Ф. Ланчестера и Н.Е. Жуковского. На правительственный конкурс боевых самолетов Сиерва представил бомбардировщик-биплан с тремя двигателями и оригинальным профилем крыла. Самолет был испытан в мае 1919, но при посадке потерпел аварию. Эта неудача привела его к идее создания более устойчивого и безопасного винтокрылого летательного аппарата. Первые три его машины были неудач-



1 крона острова Мэн с Луи Блерио



10 евро с Марселем Дассо



100 евро с Марселем Дассо



500 евро с Марселем Дассо



Испанская серия монет по истории авиации

ными. На четвертой с измененной конструкцией, в которой лопасти крепились к втулке шарнирно, он совершил в январе 1923 несколько демонстрационных полетов, в том числе самый продолжительный по замкнутому маршруту длиной 25 км. В 1925 конструктор перебрался в Англию, где основал компанию "Сиерва аутоджайро" по выпуску автожиров. 18 сентября 1928 он перелетел на своем автожире Ла-Манш, а в 1930 совершил перелет из Англии в Испанию. В 1929 Сиерва продемонстрировал автожир на Национальном авиасалоне в Кливленде. Сиерва погиб в авиакатастрофе в Кройдоне (Англия) 19 декабря 1936 г.

Портреты еще нескольких пионеров авиации украшают монеты разных стран. Это Игорь Сикорский, Самуэл Пирпонт Лэнгли, Гленн Хаммонд Кертисс.

Портрет Игоря Сикорского (1889-1972) в летном шлеме помещен на реверсе юбилейной украинской монеты из нейзильбера номиналом в 2 гривны. Она отчеканена в 2009 г. по случаю 120-й годовщины этого великого авиаконструктора. На реверсе монеты при внимательном изучении можно заметить рисунок вертолета Леонардо да Винчи. На аверсе изображен знаменитый четырехмоторный "Илья Муромец" - первый в мире четырехмоторный самолёт.

Игорь Сикорский - национальная гордость нескольких стран. Родился и начал летать он на Украине, прославился как авиаконструктор истребителей и первых многомоторных бомбардировщиков Первой Мировой войны в России, а наиболее продуктивно действовал в Америке, где летали его самолёты и - самое значительное - вертолёты (которые эксплуатируются и до сих пор).

Украина и Россия отметили на своих монетах в 2006 г. столетие рождения Олега Антонова. Первая в серии "Выдающиеся личности Украины" выпустила 2 гривны из нейзильбера. Россия - 2-рублевую монету из серебра. На аверсе обеих монет помещены наиболее знаменитые самолеты ОКБ им. Антонова, в том числе Ан-124 и Ан-2.

Генерального конструктора самых надёжных в мире и самых грузоподъёмных самолётов представлять, наверное, не надо. А его "Кукурузник" Ан-2 побил все рекорды долгожительства.

Конго (Киншаса) в 2008 г. в серии "100-летья годовщина авиации. 1903-2003" выпустила медно-никелевую монету с серебряным покрытием номиналом 10 франков на реверсе которой помещен портрет Самуэля Пирпонта Лэнгли и первый самолет конструктора, который назывался "Аэродром" (!). Это сейчас всем известное слово переводится с греческого как "воздушный бегун".

Хотя первый успешный пилотируемый полет "Аэродрома" состоялся только в 1914 г., беспилотная "Модель № 5" самолета Самуэля Пирпонта уже в 1896 г. смогла пролететь 1 км. Несмотря на то, что этот полёт был неуправляемым (а это важный момент для развития авиации), историки авиации полагают, что это был первый в мире уверенный полёт оснащённого двигателем аппарата тяжелее воздуха.

Пилотом во время первого успешного полета "Аэродрома" в 1914 году был Гленн Кёртисс, портрет которого и самолет "Июньский жук" мы видим на монете той же серии, что и монета с Самуэлем Пирпонтон Лэнгли.

Гленн Хаммонд Кертисс (1878-1930) один из самых многогранных деятелей американского авиостроения. Созданный им самолет "Модель А" стал первым стандартным бипланом на 2 человека. Он основал компанию Curtiss Aeroplane and Motor Company, которая сегодня является частью Curtiss-Wright Corporation. Его простой, лёгкий в управлении учебный самолёт JN-4 "Jenny" созданный в 1916 г. для Армии США изображен на серебряной моне-

те в 20 долларов Канады. Монета вошла в серию, посвященную знаменитым канадским самолетам, авиаконструкторам и летчикам-испытателям этих машин - их портреты покрыты позолотой и размещены в специальных картушах. На указанной монете в картуше портрет Френка Уилтона Бейлли - канадского промышленника, наладившего выпуск "Jenny" в своей стране под названием JN-3 Canuck.

В канадской серии монет с картушами еще три имеют портреты своих создателей. Это Фредерик Уокер "Кейси" Болдуин, которому принадлежит ведущая роль в создании первого канадского самолета в 1909 г. под названием Silver Dart. Потом на монете DH-2 Beaver (Канадский бобер) в картуше летчик и руководитель создания самолета Филипп Кларк Гаррит. На третьей монете два портрета. Это Томас Рид - авиаконструктор, предприниматель, создатель и организатор производства гидросамолета Canadian Vickers Vedette.

Из авиаконструкторов самых известных самолетов Второй мировой войны на монетах мы видим Артёма Микояна, англичан Джозефа Митчелла и сэра Френка Уиттла, немца Хуго Юнкерса.

Портрет Артёма Микояна помещен на серебряной памятной монете Армении номиналом 100 драмов. Она отчеканена в 2006 г.

в связи со 100-летием со дня его рождения. На аверсе изображены самолеты, спроектированные Артемом Микояном МиГ-25, МиГ-19 и МиГ-3. На реверсе отчеканено изображение Микояна на фоне самолетов.

В нашей стране фамилия этого авиаконструктора в пояснении, полагаю, не нуждается.

Создатель знаменитого английского "Спитфайра" Джозеф Митчелл изображен на медно-никелевой монете в 5 фунтов принадлежащего Великобритании острова Джерси.

Джозеф 1917 году поступил на работу в авиационную фирму Supermarine Aviation Works и уже в 1919 году был назначен её главным конструктором. В 1920-1936 годах Митчелл разработал 24 модели самолётов, включая знаменитый Supermarine Spitfire. До Spitfire эта фирма прославилась проектированием и изготовлением скоростных гидросамолетов, которые несколько раз выигрывали кубок Шнайдера. Все эти успехи принесли фирме "Супермарин" мировую известность, но - увы - почти не добавили никаких заказов. Достаточно сказать, что рекордные самолеты S.4, S.5 и S.6B были выпущены общей серией в восемь машин. На протяжении описываемого периода фирма получала доходы в основном за счет выпуска и ремонта летающих лодок "Саутгемптон". Всё изменилось с созданием "Спитфайра" и первоначального заказа в июне 1936 года на поставку 310 этих истребителей со стороны королевских ВВС.

И наконец портрет немца Хуго Юнкерса и его знаменитый пассажирский и военно-транспортный JU-52 "Железная Лиззи" помещены на либерийской медно-никелевой монете в \$5, выпущенной в 2001 г. **Всего было выпущено 4850 машин этой конструкции, что ставит по этому показателю JU-52 как транспортный самолет на второе место в мире после американского DC-3.**



Канадские \$20 с DH-2 и Болдуином



2 гривны с Игорем Сикорским



Украинская и российская монеты с О.К. Антоновым



Канадские \$20 с Г. Кёртиссом



Артём Иванович Микоян



Юнкерс-52

20 августа 2013 года на 66-ом году жизни ушел из жизни Генеральный конструктор Объединенной двигателестроительной корпорации

ИВАХ АЛЕКСАНДР ФЕДОРОВИЧ.

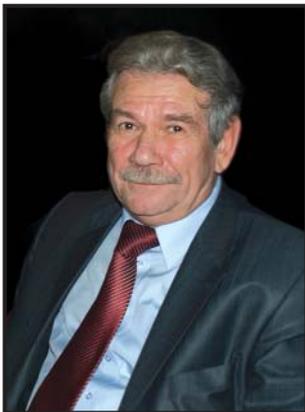
Более 40 лет Ивах А.Ф. отдал делу становления отечественного моторостроения. Александр Федорович начал свою трудовую деятельность на НПП "Мотор" в 1971 году и прошел путь от инженера-конструктора до генерального конструктора предприятия.

При его непосредственном участии и руководстве были разработаны и внедрены конструктивные решения, позволившие обеспечить уникальный уровень надежности двигателей Р95Ш, Р195 для самолетов Су-25.

Предложенные им конструктивные решения нашли широкое применение в области наземных газотурбинных установок, которые успешно эксплуатируются в Российской Федерации, Китае, Индии, Финляндии, Иране, Польше и других странах.

Являясь Генеральным конструктором ОАО "УК "ОДК", Александр Федорович внес большой личный вклад в сохранение и развитие научно-технического и кадрового потенциала отечественной конструкторской школы газотурбинного двигателестроения. Личным достижением А.Ф. Иваха является мировое признание современной отечественной конструкторской школы ведущими двигателестроительными компаниями.

Александр Федорович впервые в современном отечественном двигателестроении на практике успешно сформировал широкую кооперацию разрозненных конструкторских школ, что позволило приступить к реализации перспективных проектов в области гражданской и военной авиации.



Ивах А.Ф. сформулировал методологические подходы к формированию программ освоения прорывных промышленных технологий, определивших уровень технического совершенства двигателестроительной отрасли в целом на долгосрочную перспективу.

При непосредственном участии Александра Федоровича реализована концепция создания газогенератора-демонстратора технологий, значительно сократившая технические риски, стоимость и сроки создания перспективных двигателей.

Под его руководством разработан конструктивный облик двигателя 5-го поколения, который по заложенным техническим решениям превосходит существующие зарубежные аналоги.

Являясь профессионалом с большой буквы Александр Федорович создал и возглавил Экспертно-технический совет Объединенной двигателестроительной корпорации (ОДК) и Совет генеральных конструкторов ОДК, позволившие решить многие сложные технические задачи.

Александра Федоровича всегда отличали врожденная скромность, принципиальность и доброжелательное отношение к коллегам по работе.

Заслуги Иваха А.Ф. по праву отмечены высокими государственными и ведомственными наградами.

Коллектив "ОАО "УК "ОДК" скорбит по поводу безвременной кончины Александра Федоровича и выражает глубокое соболезнование его семье, родным и близким.

Светлая память о крупном ученом и конструкторе, выдающемся организаторе в области отечественного газотурбостроения навсегда сохранится в наших сердцах.

Коллектив ОАО "УК "ОДК"

ИНФОРМАЦИЯ: Стенд для испытания мощных газотурбинных установок

В июле 2013 г. на испытательном полигоне ОАО "Протон-ПМ" (Пермский край) запущен в промышленную эксплуатацию многоцелевой адаптивный стенд, позволяющий проводить испытания газотурбинных установок конструкции ОАО "Авиадвигатель" и других разработчиков.

Создание нового стенда позволяет расширить возможности пермских моторостроителей в части испытаний опытных газотурбинных установок (ГУ) мощностью до 40 МВт (разработчик - ОАО "Авиадвигатель"), а заказчикам пермских газовых турбин промышленного назначения (серийный изготовитель - ОАО "ПМЗ") - получать продукцию высокого качества, полностью готовую к эксплуатации.

В ходе реализации проекта были внедрены уникальные технические решения российских ученых и специалистов, а также передовые зарубежные технологии, что обеспечило универсальность стенда (короткие сроки адаптации под новые изделия) и его высокую производительность (пропускная способность испытательного комплекса ОАО "Протон-ПМ" увеличилась на 150 ГУ в год).

Проект создания нового испытательного стенда выполнен при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках реализации Постановления Правительства РФ № 218 по развитию кооперации вузов и промышленных предприятий. При строительстве объекта использован интеллектуальный по-

тенциал одного из ведущих технических вузов Урала - Пермского национального исследовательского политехнического университета.

Сегодня продукция газотурбинного машиностроения, производимая в Пермском крае, широко применяется для оснащения новых объектов российской топливно-энергетической системы, а также в рамках выполнения зарубежных контрактов. Предприятия региона обеспечивают полный цикл производства газоперекачивающих агрегатов и газотурбинных электростанций. Участниками кооперации являются 30 компаний Прикамья, на которых создано порядка 25 000 высококвалифицированных рабочих мест. Ежегодный объем поставок продукции достигает 30 млрд рублей. Возведение стенда испытаний является одним из якорных проектов федерального кластера "Технополис "Новый Звездный", который включен в Программу социально-экономического развития Пермского края на 2012-2016 годы и входит в перечень 25 пилотных проектов инновационных территориальных кластеров, утвержденный Правительством РФ.

Виктор Басаргин, губернатор Пермского края: "В Пермском крае реализован проект, в котором соединены три направления: образовательное, исследовательское и производственное. Газотурбинная тематика - это одна из ниш, которую надо занять. В этом отношении нам сильно поможет тот испытательный

стенд, который создан предприятием".

Александр Иноземцев, управляющий директор, генеральный конструктор ОАО "Авиадвигатель": "Такого испытательного комплекса у нас в стране еще не было. Он очень важен для нашего КБ, потому что мы проектируем и внедряем в серийное производство все более мощные машины".

Игорь Арбузов, генеральный директор ОАО "Протон-ПМ": "Реализация проекта по созданию стенда испытаний газотурбинных установок мощностью до 40 МВт - это продолжение нашей общей истории, новый виток развития наших компетенций, залог сохранения лидерства на этом рынке. Сегодня пермская газотурбинная кооперация - это высокие технологии, современнейшее оборудование, но самое главное - это суперпрофессиональные специалисты. Все это является гарантией качества и надежности производимой продукции".





ЛЕДОКОЛЫ РОССИИ

ОСВОЕНИЕ ПРОСТОРОВ РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ

Виктор Сергеевич Шитарёв,
капитан дальнего плавания

(Продолжение. Начало в № 3 - 2013)

В 1978 г. на трассы СЕВМОРПУТИ вышли четыре крупнотоннажных рудовоза новой серии - "Дмитрий Донской", "Дмитрий Пожарский", "Александр Невский", "Пётр Великий", шведской постройки. Всего было построено 13 единиц. А с 1981 г. флот Мурманского морского пароходства начал пополняться новыми судами типа "Михаил Стрекаловский", построен-



"Михаил Стрекаловский"

ными на верфи "Варнемюнде" в ГДР. Суда предназначены для перевозки навалочных грузов, руд и контейнеров. Это одновинтовое судно с кормовым расположением машинного отделения, жилых и служебных помещений является головным модернизированной серии судов типа "Дмитрий Донской". Основное отличие - оборудование грузовыми кранами. Длина наибольшая 162,1 м; ширина 22,86 м; осадка 9,88 м; мощность ЭУ 11 200 л.с.; водоизмещение около 25 000 т; скорость хода на чистой воде 15,2 узла.

Груз располагается в шести трюмах. На судне можно перевозить 442 двадцатифутовых (6,1 м) или 219 сорокафутовых контейнеров. Судно рассчитано на эксплуатацию при температуре наружного воздуха до -40 °С. Категории и марки корпусной стали соответствуют требованиям Регистра СССР для судов, построенных на Класс УЛ (усиленный ледовый). Толщина обшивки ледового пояса увеличена на 10 % по сравнению с той, что требуется Правилами Регистра СССР для судов этого класса. На судне установлено три поворотных крана грузоподъемностью по 12,5 т с переменным вылетом стрелы. Они могут работать в спаренном варианте, при этом управление обоими кранами осуществляется из кабины одного из кранов одним крановщиком. Таким образом, силами экипажа могут приниматься на борт или выгружаться предметы массой до 25 т. Носовые обводы корпуса ледокольного типа. Энергетическая установка (ЭУ) судна имеет высокую степень автоматизации и обслуживается одним вахтенным механиком из центрального поста управления (ЦПУ) без постоянной вахты в машинном отделении (МО). На стоянке судна в порту вахта в ЦПУ и МО не несётся, ЭУ работает в автоматическом режиме.

В 80-е годы тип ледокольно-транспортных судов продолжал развиваться и совершенствоваться. В 1982 г. Мурманское морское пароходство пополнилось новой серии типа "Норильск". Серия этих судов строилась финскими фирмами "Вяртсиля" в Турку и "Валмет" в Хельсинки. Эти теплоходы предназначены для перевозки генеральных, длинномерных, пакетированных, тяжеловесных и негабаритных грузов, двадцатифутовых рефрижераторных контейнеров, нефтепродуктов в таре с температурой вспышки не ниже 60 °С, колёсной техники с заполненными топливом баками, контейнеров ИСО типа 1А и 1С, пакетированных пиломатериалов; горюче-смазочных материалов, взрывчатых веществ, легко воспламеняющихся жидкостей и химикатов в таре - трюм № 1; в трюмах № 2, 3, 4 можно перевозить руду, фанштейн (промежуточный продукт для изготовления цветных металлов) в специальных контейнерах, их в три яруса располагают в трюмах и один в твиндеке, каменный уголь, легко воспламеняющиеся сухие грузы, а также зерно насыпью. В трюм № 5 принимаются обычные грузы, безопасные при перевозке.

За яркую оранжевую окраску корпуса, моряки с присущим им чувством юмора, прозвали эти суда "морковками". Помимо пяти трюмов у этих судов две палубы. Расположение МО и надстройки - промежуточное между трюмами № 4 и № 5; с двойными бортами. Твиндек простирается от самой последней кормовой и до носовой водонепроницаемой переборки (ВНП) трюма № 2. В нём располагается колёсная техника, погрузка и выгрузка которой осуществляется своим ходом по пандусу кормовой рампы на правом борту. Суда имеют наклонный бот ниже ватерлинии, ледокольную форму форштевня и транцевую в надводной части корпуса корму с буксирным вырезом. В соответствии с нормами Регистра СССР им присвоен класс УЛА (усиленный ледовый арктический). Судно может нормально работать при температуре наружного воздуха до -50 °С.

Основные характеристики судов: длина наибольшая 173,5 м; ширина по ватерлинии 24,0 м; осадка практическая 9,0 м, максимальная - 10,5 м; полная грузоподъемность арктическая 14 500 т; максимальная 19 800 т; чистая грузоподъемность 10 145 т, максимальная 15 500 т; мощность ЭУ 21 000 л.с.; скорость на чистой воде при 90 % мощности ЭУ достигает 17,5 узлов. В метровых льдах судно может работать без ледокола, что и подтвердила, сравнительно благополучная в ледовом отношении, навигация 1982 г. Однако, последующие рейсы, особенно в зимний период, показали, что наиболее эффективно они могут работать только под проводкой ледокола. Моряки дают хорошую оценку судам этой серии.

И, наконец, несколько слов о новой серии судов ледового плавания. Так, 29 декабря 1983 года после ходовых испытаний, флот Дальневосточного пароход-

ства пополнился новым судном "Алексей Косыгин". Его наибольшая длина 262,8 м; ширина 32,3 м; осадка в полном грузу 11,6 м; мощность ЭУ 33 600 л.с.; скорость хода на чистой воде 18,4 узла. Судно может взять на борт 82 лихтера или 1480 двадцатифутовых контейнеров; дальность плавания 12 000 миль; автономность 60 суток; водоизмещение 61 950 т; полная грузоподъемность 39 970 т. Тогда же была начата постройка близкого ему по эксплуатационным характеристикам атомного лихтеровоза с ЭУ мощностью 40 000 л.с.



Познакомившись с флотом, поговорим о тех проблемах, с которыми вот уже много лет приходится сталкиваться ледокольщикам. Ледоколы и транспортные суда должны работать в очень тесном взаимодействии. Атомоходы второго поколения способны двигаться в однолетнем арктическом льду со скоростью 12...14 узлов. Такую же скорость должен иметь и караван с проводимыми ледоколом судами. Если какое-нибудь судно остановится, то будет вынужден остановиться и весь караван. В таких случаях ледокол либо окалывает застрявшее судно, либо берёт его "на усы" и буксирует в безопасное место, где слабый лёд позволит судну возобновить движение самостоятельно. На эти операции иногда уходит слишком много времени, сильно возрастает расход топлива. Поэтому добиться максимальной и стабильной скорости проводки судов одна из важнейших проблем ледового плавания.

Вторая проблема вытекает из первой. Суточный расход дизельного топлива ледоколом "Капитан Сорокин" около 125 т; типа "Ермак" - около 182 т; транспортные суда типа "Михаил Стрекаловский" расходуют около 50 т; типа "Норильск" - около 100 т. Ежегодно в Арктике плавали десятки различных судов и линейных ледоколов с дизельэлектрическими ЭУ; расход топлива оценивается многими тысячами тонн. Но дизельное топливо необходимо не только морякам, не менее дефицитно оно и на различных береговых предприятиях, расположенных на бескрайних сибирских просторах. Как обеспечить топливом всю эту массу техники - задача архисложная и трудная. Однако, эти трудности оказались по плечу только нашему социалистическому государству. Оно успешно преодолеvalo трудности и посложнее. Во времена существования Советского Союза по мере освоения всей трассы "многолюдность с годами только нарастала. Морские специалисты, всё с большей уверенностью высказывали убеждение в том, что на трассе будущее принадлежит атомоходам. Было заключено соглашение с финскими судостроителями о постройке мелкосидящих ледоколов типа "Капитан Сорокин" с атомными ЭУ. Начал работать в Арктике атомоход "Россия".

Однако в Арктике сошлись не только интересы тех, кто её осваивает. В навигацию 1966 года пассажирский теплоход "Вацлав Воровский" стал первооткрывателем первой арктической круизной линии, организованной Мурманским управлением совместно с Ленинградским бюро путешествий и экскурсий. В течение 20-суточного круиза туристы увидели Архангельск -

Соловки - Диксон - Игарку - Воронцово - Дудинку - Вайгач - Мурманск. В сентябре 1968 года вновь был организован круиз. На этот раз он был разработан по инициативе Мурманского морского пароходства и предусматривал достижение полярных широт севернее 80-ой параллели. Туристы побывали на островах и ледниках Земли Франца-Иосифа, увидели съёмки художественного фильма "Красная палатка", посетили обсерваторию "Дружная" на острове Хейса. Затем судно прошло по маршруту Диксон - Дудинка - Вайгач - Соловки - Архангельск и вернулось в Мурманск. Популярность маршрута огромна. Так Арктика неожиданно показала не только свою суровость, но и приятельность. Интерес к ней постоянно нарастает. Сегодня попасть в арктический круиз, очевидно, сложнее, чем в иной, даже самый экзотический. Так, круизные рейсы "Вацлава Воровского" в те времена стали ежегодными.

Многие проблемы решены судостроителями и машиностроителями при создании атомоходов, но многие ещё ждут своего решения. Взять хотя бы такой вопрос: какому типу ядерной энергетической установки отдать предпочтение? Современные атомоходы построены по типу турбоэлектроходов. Это и понятно, в условиях ледового плавания гребной электродвигатель работает более надёжно. Кроме того, паровая турбина является высокооборотистым двигателем и не реверсируется. Поэтому, судно должно будет иметь две турбины - переднего и заднего хода. А главное, гребной винт малооборотистый движитель. Вот и приходится между турбиной и гребным винтом включать понижающий обороты редуктор, который не только понижает обороты, но и отбирает часть мощности двигателя.

По моему мнению, машиностроители совершенно напрасно забыли очень надёжный, простой и достаточно мощный двигатель - паровую поршневую машину. АППУ современных атомоходов вырабатывает пар, параметры которого неплохо соответствуют параметрам пара, который способен вырабатывать современные паровые обычные котлы. Паровые машины тихоходны и могут вращать гребной винт с оборотами, когда он имеет наибольший пропульсивный КПД. Кстати, американцы проводили опыты, когда АППУ ледокола работала прямо на поршневую машину. Результаты таких опытов пока засекречены. К сожалению, машины эти слабоваты, но транс-атлантический "Кайзер Вильгельм II" в 1903 году имел паровую машину мощностью 22 000 л.с. Если на судне установить три таких машины, то их общая мощность окажется соизмеримой с мощностью ЭУ атомохода "Сибирь". Современным машиностроителям, при использовании ими современных материалов, существует возможность повысить и мощность паровых машин. Когда-то был, определённой в 1000 предел максимальной мощности дизелей, сегодня появились дизеля в 40 000 и даже 50 000 л.с.. В общем, научно-технический прогресс не стоит на месте. У молодых работы "непочатый край".

Появились и новые лихтеровозы для трассы СЕВ-МОРПУТИ, это суда типа "А. Косыгин" и "Севморпуть". Суда имеют ледовый класс и могут самостоятельно работать в метровом льду. Немного великовата их ширина 32,2 м, она больше чем у линейных атомоходов - 28 м. В остальном вопросов нет. Длина судов 260 м, мощность атомной ЭУ ("Севморпуть") 50 000 л.с. На судне установлен один реактор, что свидетельствует о высокой надёжности отечественных АППУ. **П**

(Продолжение в следующем номере)

Sodick



32000 линейных электроискровых станков в эксплуатации

(500 в России, Украине и др. странах б/СССР; на 12.2012 г.)

Единственный в мире изготовитель электроискровых (электроэрозионных) станков с проверенными временем плоскопараллельными линейными двигателями (ЛД).

Производство электроискровых линейных станков (станков с ЛД) с 1998 г.

Все линейные станки **Sodick**, включая самые первые 1998-1999 гг., по настоящий момент сохраняют неизменную точность позиционирования!

Испытанные пятнадцатью годами эксплуатации плоскопараллельные ЛД, разработанные для ЭИ станков, и ЭИ станки, сконструированные специально под плоскопараллельные ЛД. Собственная разработка, опытно-конструкторские работы, а также производство ЛД, Nd-Fe-B магнитов и систем управления для ЛД. Собственные системы компьютерных ЧПУ, ПО и CAD/CAM.



Точность позиционирования:

гарантия **10** лет

Впервые в отрасли!

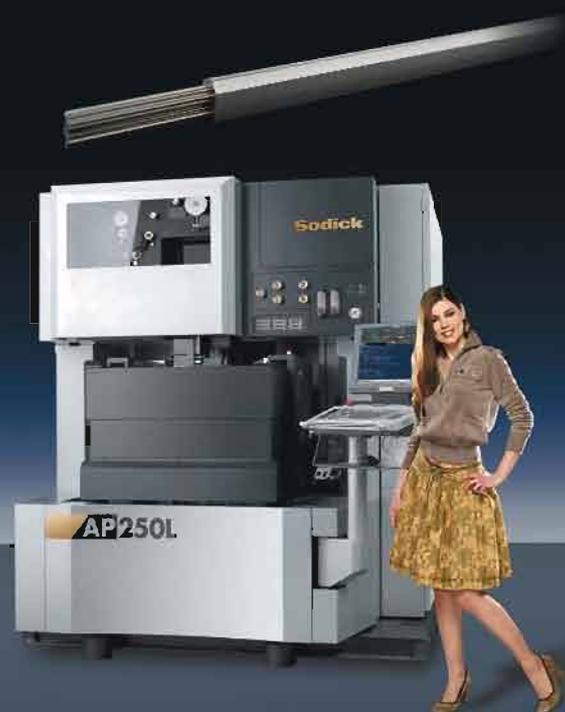
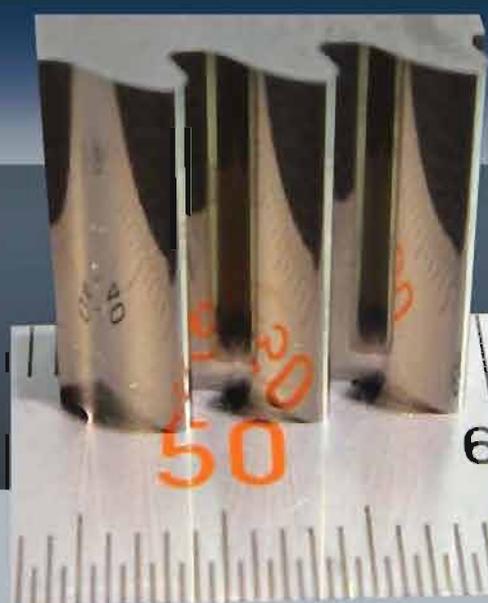
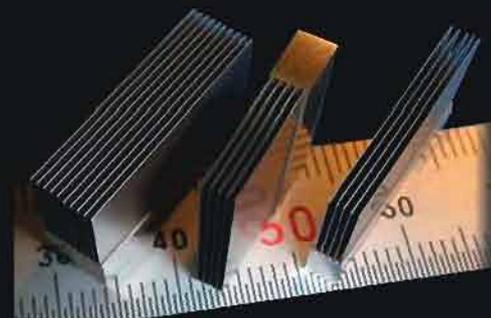
60 лет опыта производства ЭИ станков!

НАНОШЕРОХОВАТОСТЬ

Шероховатость $Ra=0,006$ мкм
($Rz=50$ нано = 14-й класс!)
на серийном линейном
вырезном станке в масле!

Sodick

www.sodick.ru



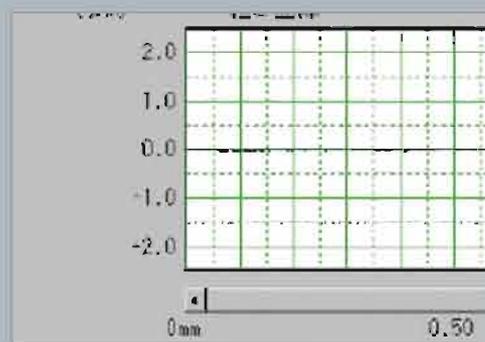
AP250L

Рекордное зеркальное выхаживание
до уровня $Rz=50$ нанометров;

Сверхточная вырезка твердых сплавов
без выпадения кобальта;

Прецизионная вырезка тонкой проволокой
высоких пуансонов.

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ В МАСЛЕ =
= ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ В ВОДЕ



Параметр	Значение	Единица
Ra	0.0061	мкм
Ra(1)	0.0072	мкм
Ra(2)	0.0088	мкм
Ra(3)	0.0082	мкм
Ra(4)	0.0060	мкм
Ra(5)	0.0043	мкм
Rz	0.0576	мкм
Rz(1)	0.0600	мкм
Rz(2)	0.0440	мкм

Рекорд отрасли!

Система **Everest XLG3 VideoProbe**®

*Фазовые
измерения
с XLG3 –
будущее
авиационной
бороскопии!*



Контакты:

xlg3.ru e-mail: info@pramega.ru Тел.: +7 (495) 600-36-42, 741-71-88

Бесплатная линия по России: 8 (800) 555-31-42 Адрес: 129343, г. Москва, проезд Серебрякова, д. 2, к. 1