

Двигатель

Научно-технический журнал № 2 (32) 2004



Реальные бюджетные ассигнования на НИР и ОКР по программе развития гражданской авиационной техники в 2003 году обеспечены в полном объеме на сумму 3,2 млрд рублей



Редакционный совет

Абрамов Г.А.,

научный консультант Российского
Речного Регистра

Анисин Д.Д.,

зам. руководителя Департамента мореплавания
Минтранспорта РФ

Бондин Ю.Н.,

ген. директор ГП "НПК газотурбостроения
"Зоря"-Машпроект", Николаев

Гриценко Е.А.,

ген. конструктор СНТК им. Н.Д. Кузнецова,
Самара

Губертов А.М.,

зам. директора ФГУП "Исследовательский центр
им. М.В. Келдыша"

Данилов О.М.,

ген. директор ЗАО "Центральная компания
МФПП "БелРусАвто", Москва

Дическул М.Д.,

пред. совета директоров ОАО "Пермский
моторный завод" и "Авиадвигатель"

Жарнов В.М.,

ген. конструктор ПО "Минский моторный завод"

Зазулов В.И.,

гл. конструктор НПП "ЭГА"

Иноземцев А.А.,

ген. директор - ген. конструктор
ОАО "Авиадвигатель", Пермь

Каблов Е.Н.,

ген. директор ГНЦ ВИАМ, член-корр. РАН

Каторгин Б.И.,

ген. конструктор, ген. директор НПО
"Энергомаш", академик РАН

Клименко В.Р.,

гл. инженер ОАО "Аэрофлот – РМА"

Коржов М.А.,

руководитель проекта "Двигатель"
ОАО "АвтоВАЗ", Тольятти

Крымов В.В.,

зам. ген. директора ФГУП "ММПП "Салют"
по науке

Кузнецов А.Н.,

зам. ген. директора Российского авиационно-
космического агентства

Кутенев В.Ф.,

зам. ген. директора ГНЦ НАМИ по
внешнеэкономическим связям

Муравченко Ф.М.,

ген. конструктор МКБ "Прогресс", Запорожье

Новиков А.С.,

ген. директор ММП им. В.В. Чернышева

Русак А.Д.,

начальник Департамента локомотивного
хозяйства МПС РФ

Селезнев Е.П.,

ген. конструктор, ген. директор
КБХМ им. А.М. Исаева

Скибин В.А.,

ген. директор ГНЦ ЦИАМ им. П.И. Баранова

Троицкий Н.И.,

директор НИИ двигателей

Фаворский О.Н.,

академик, член президиума РАН

Чепкин В.М.,

первый зам. ген. директора НПО "Сатурн"

Черваков В.В.,

декан факультета авиадвигателей МАИ

Чуйко В.М.,

президент Ассоциации "Союз авиационного
двигателестроения"

РЕДАКЦИЯ

Главный редактор

Александр Бажанов

Заместитель главного редактора

Дмитрий Боев

Ответственный секретарь

Александр Медведь

Финансовый директор

Дмитрий Чекин

Редакторы:

Александр Гомберг, Андрей Касьян,
Игорь Никитин, Валентин Шерстянников

Литературный редактор

Лидия Рождественская

Художественный редактор

Александр Медведь

Техническая поддержка

Александр Бобылев

В номере использованы фотографии, эскизы и рисунки:

Александра Бажанова,
Дмитрия Боева, Валерия Машкова,
Александра Медведя, Игоря Никитина,
Владимира Чередника

Адрес редакции журнала "Двигатель":

111116, Россия, Москва,

ул. Авиамоторная, 2

Тел.: (095) 362-3925

Факс: (095) 362-3925

engine@ztel.ru

engine@dvigately.ru

www.engines.da.ru

www.engine.avias.com

www.dvigately.ru

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ

ООО "Редакция журнала "Двигатели"

генеральный директор Д.А. Боев

зам. ген. директора А.И. Бажанов

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

Редакция не несет ответственности
за достоверность информации
в публикуемых материалах.
Мнение редакции не всегда
совпадает с мнением авторов

.....
Перепечатка опубликованных
материалов без письменного
согласия редакции не допускается.
Ссылка на журнал при перепечатке
обязательна.

.....
Научно-технический журнал "Двигатель"
зарегистрирован

в Государственном Комитете РФ

по печати

Per. № 018414 от 11.01.1999 г.

Отпечатано

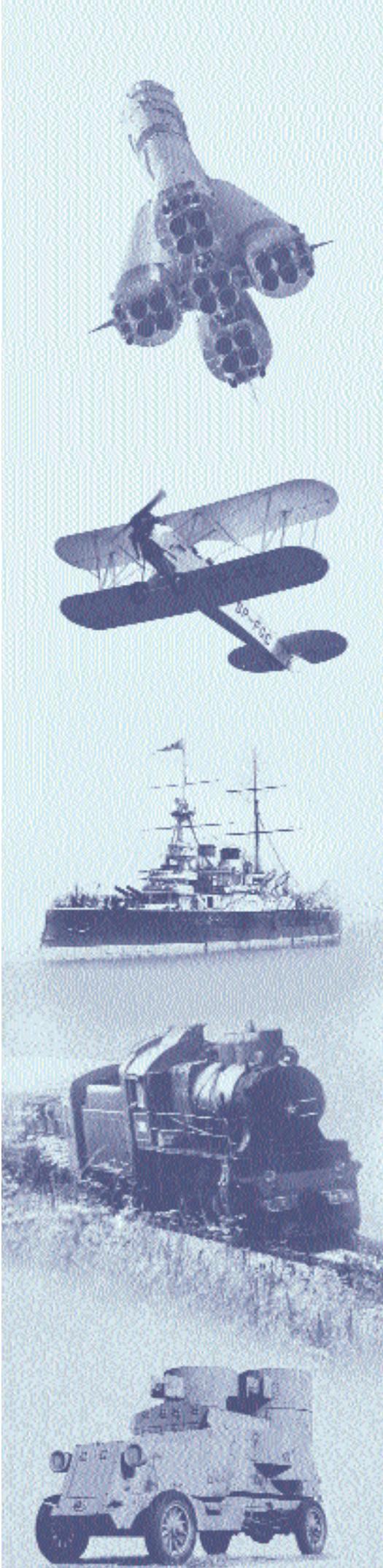
ЗАО "Фабрика Офсетной Печати"

Москва

Тираж 5000 экз.

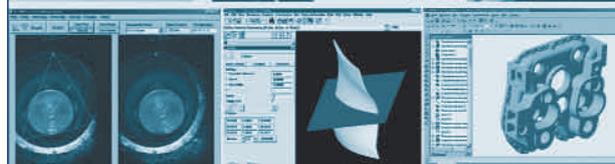
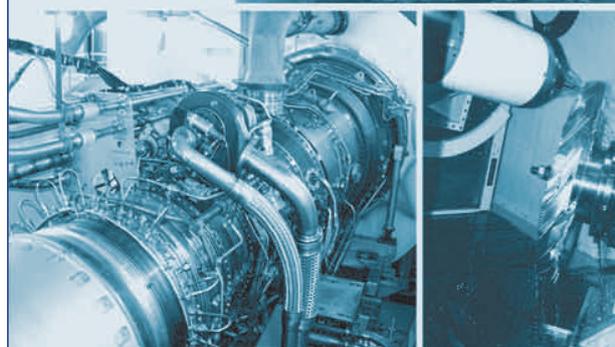
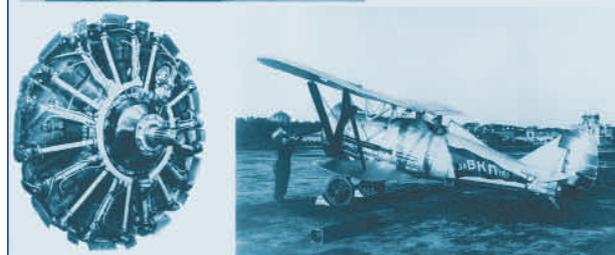
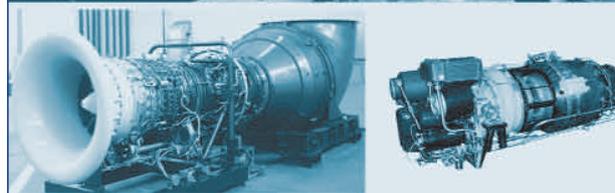
Периодичность: 6 выпусков в год.

Цена свободная



СОДЕРЖАНИЕ

- 2. Традиционное собрание авиамоторостроителей**
4. Ответы В.М. Чуйко на вопросы журнала "Двигатель"
6. Успех без секретов
10. Инвестиции в будущее
В. Лесунов
12. Кулебакские металлурги - двигателестроению и транспортному машиностроению
Н. Рябыкин
14. НПО "Сатурн". Настоящее будущее
16. Перспективные двигатели ОАО "Мотор Сич"
В. Богуслаев
18. Перспективные технологии поверхностной обработки при изготовлении и ремонте лопаток ГТД
А. Новиков, А. Пайкин, А. Львов, В. Шулов
20. НПП "Аэросила" предлагает новинки
21. Диагностический мониторинг как одна из основ безопасности полетов
22. Станки MIKRON с искусственным интеллектом SMART MACHINE
В. Полуянов, А. Смирнов, И. Костычев
25. Вибрацию - под надежный контроль
Н. Рябыкин
26. Blade - новое программное обеспечение для измерения турбинных лопаток
Д. Герш, Д. Имкамп, Й. Шмидт
28. Семейство двигателей воздушного охлаждения з-да № 24
В. Котельников
32. Цель жизни - строить моторы (Страницы жизни конструктора А.Д. Швецова)
Л. Берне
34. С.Д. Колосов - основоположник судового газотурбостроения
Б. Исаков
36. Генеральным курсом первого главного конструктора
37. ООО "Эрмини" - официальный поставщик профессионального инструмента
Г. Кожухарь
38. Массовое внедрение автоматизированного проектирования на Коломенском заводе
С. Бакалдин, А. Беляев, И. Альков
40. Его величество - К.П.Д.
Е. Бугаец
42. "Ураган-М" на защите двигателя
А. Карабач
44. Комплексная отработка динамических режимов ЖРД
В. Шерстянников
46. Так начинались ЖРД и ракеты на жидком топливе
А. Николаев
50. Космос начинался в Иоанновском равелине
В. Чередник
52. Наш опыт работы на разных электроискровых станках
В. Александров



ТРАДИЦИОННОЕ СОБРАНИЕ АВИАМОТОРОСТРОИТЕЛЕЙ

25 марта этого года состоялось традиционное ежегодное собрание АССАД. Сегодня в составе ассоциации сотрудничают 95 предприятий и фирм, в том числе 36 учредителей, 8 предприятий из Украины и Белоруссии и 8 фирм из Германии, США и Франции. В этом номере мы приводим выдержки из отчетного доклада руководства АССАД, зачитанные президентом и генеральным директором этой организации Виктором Михайловичем Чуйко, а также небольшое интервью, данное им нашему журналу.

"...В 2003 году наблюдалась положительная динамика развития большинства предприятий авиапромышленности, а также дальнейший рост основных показателей деятельности гражданской авиации. Выпущено 32 новых самолета, в том числе 14 магистральных авиалайнеров, и 102 вертолета. Начат серийный выпуск самолетов Бе-200, завершена сертификация самолета Ту-334 и начато его серийное производство. Проводились работы по сертификации вертолетов Ка-226 и Ми-38.

Объем производства на предприятиях авиапрома России в 2003 году составил 6 млрд долларов и вырос в 1,26 раза по сравнению с 2002 годом, численность работающих увеличилась за год на 1,5 % и достигла 505 тыс. человек, а средняя заработная плата составила 7000 рублей в месяц.

Развернуты работы по региональным самолетам RRJ (головной разработчик АВПК "Сухой") и РУС (российско-украинский самолет Ан-148, головной разработчик АНТК им О.К. Антонова).

В соответствии с решением расширенной коллегии Росавиакосмоса созданы центры послепродажного обслуживания новых самолетов Ил-96-300, Ту-204, Ту-214, Ил-114 и Ан-140. Коллегия Росавиакосмоса утвердила приоритетные работы на 2004 год по самолетам Ту-204-300, Ту-334-100, Ил-96-300, региональному самолету, а также по двигателям ПС-90А2, ТВ7-117В, ВК-800 и другим.

Реальные бюджетные ассигнования на НИР и ОКР по программе развития гражданской авиационной техники в 2003 году обеспечены в полном объеме на сумму 3,2 млрд рублей. Финансирование НИР и ОКР проводилось как из средств федерального бюджета (25...30 %), так и за счет привлечения внебюджетных источников.

В результате совместных усилий ряда руководителей предприятий Росавиакосмоса и депутатов Государственной Думы удалось увеличить в 2004 году финансирование из средств федерального бюджета НИОКР в рамках федеральной целевой программы "Развитие гражданской авиационной техники России на 2002-2010 года и на период до 2015 года" на 500 млн рублей.

На 2004 год в бюджете заложено финансирование на НИР и ОКР в объеме 3 млрд рублей. Однако второй год подряд Росавиакосмос выделяет на программу разработки новых двигателей всего 12...14 % от общего годового объема финансирования Федеральной программы вместо 20...25 %, выделявшихся ранее, что

свидетельствует о недооценке роли отечественного авиационного двигателестроения руководством Росавиакосмоса.

Продолжалась наметившаяся ранее тенденция увеличения спроса на пассажирские и грузовые перевозки в гражданской авиации. Пассажирооборот относительно уровня 2002 года увеличился на 9,9 %, тоннокилометраж на 6,8 %. Перевезено 29,5 млн пассажиров. Перевозки местного и регионального значения выросли на 7 %. ГСГА закуплено 8 магистральных самолетов отечественного производства. Доходы ГСГА за 2003 год выросли на 11,8 % и составили 160 млрд рублей. Общая численность работников гражданской авиации России составила 223 тысячи человек, средняя заработная плата составила 10 576 рублей и выросла за год в 1,26 раза. Объем бюджетных ассигнований на нужды отрасли составил 2658,9 млн рублей и вырос в 1,16 раза. Советом гражданской авиации принято решение по дальнейшему развитию пассажирских и транспортных перевозок, повышению доступности авиаперевозок, в первую очередь, за счет снижения издержек, удвоению ВВП к 2010 году в 2 раза.

По результатам анализа данных, полученных нами от 60 предприятий - членов АССАД, итоги деятельности большинства предприятий в 2003 году улучшились. По сравнению с 2002 годом объемы продаж продукции (услуг) на моторных и агрегатных предприятиях выросли на 24,0 %, в том числе объемы выполненных работ в научно-исследовательских институтах - 21,6 %, в опытно-конструкторских бюро - на 19,2 %, на ремонтных предприятиях - на 12,0 %. В целом объемы продаж продукции (услуг) в авиадвигателестроении в 2003 году превысили 62 млрд рублей. На 86 % предприятий объемы продаж (выполненных работ) увеличились на 0,5...215,8 %, при этом на 14 % предприятий к 2002 году они выросли более чем в 1,5 раза. Вместе с тем на восьми предприятиях наблюдалось падение объемов на 7...57,5 %.

Среднесписочная численность работающих увеличилась на 0,5 %. При этом на 63 % предприятий увеличение численности составило от 0,1 до 16,4 %. А на 37 % предприятий произошло уменьшение численности от 0,4 до 23 %. Выросла среднемесячная зарплата на 21,8 %. Рост заработной платы наблюдался на всех предприятиях, причем на 17 % предприятий среднемесячная зарплата выросла в 1,4...1,5 раза. На 97 % предприятий зарплата выплачивалась в установленные сроки. И только на двух предприятиях сохранялась задолженность по выплате заработной платы в течение 1 месяца.

Наблюдался рост инвестиций в развитие и совершенствование производства на 81 % предприятий. Отношение объема вложенных инвестиций в развитие производства (экспериментальной базы) к объему продаж (услуг) составило по отдельным предприятиям от 0,02 до 22,5 %. Существенно вырос объем научно-конструкторских и технологических работ (на 27,9 %). В результате только за последние два года завершена сертификация газотурбинных двигателей ТВД-1500, РД-600, изделия 36М, а также создан и введен в производство ряд ГТД мощностью 2,5; 4; 5,5; 6,3; 8; 10; 12 и 110 мегаватт для энергетики, транспортировки газа, судостроения и др.



Большой объем работ произведен с модернизацией серийных двигателей Д-30КУ и Д-30КП, что позволило выпускать и модернизировать при ремонте двигатели, удовлетворяющие новым требованиям ИКАО по шумам и эмиссии. Создание научно-технического задела, разработка и модернизация двигателей, создание комплексных промышленных газотурбинных установок, совершенствование технологии производства, разработка и внедрение новых материалов и нового оборудования составляют основу деятельности предприятий. В результате работы НИИ, ОКБ и предприятий в 2003 году получены сертификаты летной годности, дополнения к сертификатам и свидетельства о годности на десять типов авиационных двигателей и агрегатов.

Большие успехи достигнуты учеными Центрального института авиационного моторостроения в дальнейшем развитии численных методов моделирования газодинамических и термодинамических процессов, а также динамического и статического нагружения в узлах и деталях двигателей, обеспечении создания базового ТРДД нового поколения для магистральных самолетов Гражданской авиации, обеспечении требуемой безопасности и надежности перспективных, опытных и серийных авиационных двигателей (АД) гражданской авиации (ГА), создании высоконадежных систем автоматического управления (САУ), топливпитания (СТП) и технической диагностики и контроля перспективных АД ГА.

ФГУП ГНЦ РФ "ВИАМ" в 2003 году разработано 10 новых материалов, (из них 4 материала для звукопоглощающих конструкций (ЗПК) с целью обеспечения снижения шума на местности и в салоне самолета в соответствии с требованиями ИКАО), 47 новых технологических процессов и более 44 образцов новых материалов.

Уровень безотказности большинства двигателей магистральных самолетов гражданской авиации в 2002 году и в первом квартале 2003 года стабилен и показатели безотказности двигателей удовлетворяют межведомственным нормативным требованиям. Летных происшествий по конструктивно-производственным недостаткам двигателей за этот период не было. Не улучшилось информационное обеспечение разработчиков и изготовителей двигателей в части сведений о неисправностях при эксплуатации и ремонте, а также наработке двигателей, по-прежнему информационная дисциплина эксплуатантов авиационной техники низка. Это не дает возможности своевременно разрабатывать и внедрять эффективные мероприятия по дальнейшему совершенствованию двигателей...

Создан целый ряд интегрированных структур по выпуску авиодвигателей:

1. В ОАО "НПО "Сатурн" сегодня интегрированы путем объединения акционерного капитала Рыбинское производственное объединение моторостроения, Рыбинское конструкторское бюро моторостроения, ОАО "А. Люлька - Сатурн", Волжский машиностроительный завод, а также, путем приобретения значительной доли акционерного капитала, ОАО "Инкар" (г. Пермь).

2. Интегрированная структура, создаваемая ФГУП ММПП "Салют", объединила ММПП "Салют", Воскресенский машиностроительный завод "Салют", МКБ "Гранит", ОАО "НИИД", ОАО "Гаврилов-Ямский машиностроительный завод", ОАО "ЭГА", предприятия в Молдавии, Белоруссии и в Подмоскowie.

3. ФГУП ММПП "Салют" и ОАО "УМПО" создали **корпорацию "Газотурбинные двигатели"** для проведения общей маркетинговой, финансовой, ценовой, снабженческо-сбытовой деятельности.

4. По Пермскому авиадвигателестроительному комплексу - в августе 2003 г. учреждено **ЗАО "Управляющая компания "Пермский моторостроительный комплекс"**, объединяющий АО "Пермский моторостроительный завод", ОАО "Авиадвигатель", ОАО "Редуктор ПМ", ОАО "Пермские моторы", ОАО "Протон - ПМ" и другие.

5. Подготовлены документы по созданию **ОАО "Корпорация "Двигатели НК"**, в которую вошли ОАО "Моторостроитель", ОАО "КМПО", ОАО "СНТК им. Н.Д. Кузнецова", ОАО "СКБМ", ОАО "Авиамотор", ОАО "Металлист-Самара" и другие.

6. Особое место занимает **отдел двигателей в РСК "МиГ"**, в состав которого входят ОАО "ММПП им. В.В. Чернышова",



ОАО "Красный Октябрь", ФГУП "Завод им.В.Я.Климова" и ГУП "ТМКБ "Союз".

Учитывая нестабильную ситуацию в РСК "МиГ", где на протяжении пяти лет сменилось шесть руководителей, а также положения антимонопольного законодательства ряда западных стран, запрещающие создавать интегрированные структуры с участием в одной структуре самолетчиков, мотористов и прибористов, и, кроме того, наличие постоянных внутренних долгов в особо крупных размерах головной компании, моторным предприятиям, по нашему мнению, целесообразно рассмотреть вопрос о выводе отдела двигателей из РСК "МиГ" и создании на его базе интегрированной авиадвигателестроительной структуры.

Ряд специализированных предприятий (ФГУП УАП "Гидравлика", ОАО "НПП "Аэросила" и др.) целесообразно оставить самостоятельными, что подтверждается и западным опытом. В соответствии с поручением Правительства России прорабатывается вопрос интеграции ремзаводов заказчика с предприятиями промышленности. Этот вопрос поставлен не первый раз. Ранее он не решался ввиду исключительной сложности. Следует и сейчас отнестись к его проработке с большим вниманием и осторожностью. При взаимной пользе интеграции надо проработать структуру такого объединения...

ЗМКБ "Прогресс", ОАО "Мотор Сич", ФГУП ММПП "Салют", ОАО "УМПО", ОАО "Омское МКБ", ОАО "Омскагрегат", ФГУП УМПП "Молния" и др. обеспечили проведение работ по двигателям Д-436Т1 и Д-436ТП в части перевода их на третью стратегию управления ресурсом, а также поставку серийных двигателей на строящиеся самолеты Бе-200 и Ту-334.

ФГУП "Завод им.В.Я.Климова" и ОАО "Мотор Сич" завершили сертификацию двигателя ВК-2500 и обеспечили начало его серийного производства, продолжили работы по созданию двигателей ВК-800 и ВК-1500.

ГП ЗМКБ "Прогресс", ОАО "Мотор Сич" и ФГУП ММПП "Салют" обеспечили проведение комплекса работ и поставку двигателей АИ-222-25 на учебно-тренировочный самолет Як-130.

ЗМКБ "Прогресс", ОАО "Мотор Сич" и ОАО "КМПО" проводили доводочные работы по двигателю АИ-22.

Успешно развивается совместная работа ОАО "Авиадвигатель", ОАО "Пермский моторный завод" и фирмы "Пратт энд Уитни" (США) по созданию модифицированного двигателя ПС-90А2, разработке ряда промышленных ГТД, а также по увеличению объемов продаж серийных двигателей.

На совершенно новый уровень вышло кооперационное взаимодействие между ОАО "НПО "Сатурн" и фирмой "Снекма" (Франция), предусматривающее объединение научно-технического потенциала, финансовых средств и усилий на этапах проектирования, создания, производства и послепродажного обслуживания двигателя SM-146.

На испытательном стенде, модернизированном с помощью канадской фирмы "MDS", подготовлено проведение длительных испытаний двигателя CFM-56.

Продолжалось активное взаимодействие АССАД с исполнительными и законодательными органами власти и добровольными объединениями. Генеральная дирекция тесно взаимодействовала с

Росавиакосмосом, ВВС МО РФ России, ГСГА Минтранса России, Минпромнауки России, аппаратом Президента и Правительства Российской Федерации, Правительством города Москвы.

Ассоциация "Союз авиационного двигателестроения" выступила одним из организаторов Международного союза авиапромышленности (МСА). За год деятельности МСА не только вырос количественно, но и уверенно нашел свое место среди многих организаций, способствующих развитию авиапрома. Установлено взаимодействие с Государственной Думой РФ, Торгово-промышленной палатой РФ, РСПП, Правительством РФ и другими организациями. По инициативе МСА образована Секция по законодательному обеспечению развития авиационной промышленности экспертного

Совета по проблемам законодательного обеспечения национальной безопасности при Председателе Государственной Думы. Цель работы Секции - создание эффективного механизма тесного взаимодействия государства (Государственной Думы) и авиационной промышленности (предприятий и организаций).

Продолжалось тесное взаимодействие с ОАО "Авиапром" по анализу состояния предприятий авиапромышленности, выработке предложений по преодолению имеющихся трудностей, совместной деятельности по решению конкретных вопросов взаимодействия самолетных и авиадвигательных предприятий. Правлением принято решение о вступлении АССАД в Торгово-промышленную палату РФ...." 

ОТВЕТЫ В.М. ЧУЙКО НА ВОПРОСЫ ЖУРНАЛА "ДВИГАТЕЛЬ"

"Двигатель": Виктор Михайлович! Как повлияют изменения в административной системе страны на положение в авиадвигателестроительной отрасли? Как Вам видится роль АССАД в этой связи?

В. Чуйко: Если говорить в целом, то тут мы в положении таежников из старого анекдота: где-то наверху буря, а мы только знай от падающих шишек уворачивайся! Многие годы стратегическим развитием отрасли нам приходится заниматься совершенно самостоятельно, не утомляя этим нисколько никакие государственные управленческие органы. Есть, конечно, отдельные государственные программы типа "Программы развития гражданской авиации до 2010 г.", но они захватывают хоть и большую, но все же только часть задач нашей отрасли.

То, что сейчас произошло с изменением административной подчиненности нашей отрасли, подтверждает, что наша самоуверенность в важности авиации и космоса для страны была необоснованна. Мы напрасно, как выяснилось, полагали, что они останутся в неприкосновенности при любых изменениях. Два месяца назад Евгений Николаевич Каблов выступил на заседании коллегии Росавиакосмоса и предложил дать свое видение новой структуры в администрации президента (где Козак разрабатывал регламент новой структуры) и в правительство (где то же самое делал Алешин). Предложение Евгения Николаевича принято не было, посчитали, что это излишним, будучи в полной уверенности в собственной экстерриториальности. Конечно же, надо было передать специалистам, разрабатывающим новую организацию, мнения экспертов в этой области, наши представления обо всех плюсах и минусах возможных компоновок системы управления, чтобы было из чего выбирать.

В новых же условиях управляющие структуры надо в микроскоп разглядывать: 30-40 человек должны будут управлять всей авиапромышленностью всей страны! Они неминуемо будут иметь очень ограниченные возможности для реализации этой задачи, в силу, прежде всего, ее неподъемности. Наверное, лучше немного подождать, чтобы понять, какой на самом деле вид будет иметь структура государственного управления отраслью и какие задачи будут на самом деле возложены на департамент авиационной промышленности федерального агентства промышленности. Впрочем, сейчас мы знаем только, что Борис Сергеевич Алешин назначен руководителем Федерального агентства по промышленности, а структуры этого агентства и ключевых фигур этой структуры не представляем. Можем только предполагать. Есть вариант, по которому новая структура будет сугубо функционально разделена: у руководителя будут заместители, скажем, по экономике и финансам, по маркетингу, по новой технике и так далее. Иначе говоря - не по производственным направлениям, как было у нас традиционно, а по функциональным. Ну, и второй вариант структурирования нового агентства - традиционный - по направлениям деятельности, по направлениям связи с другими структурами: как управленческими, так и производственными.

В силу глобальности задач в авиационной промышленности часть управленческих функций по координации государственных

функций внутри отрасли может быть передана самоорганизованным структурам типа нашего АССАДа, Авиапрома, Международного союза авиапромышленности. Возможна также организация структуры, непосредственно координирующей всю деятельность промышленности (типа недавнего минавиапрома), иначе - структуры, которая была бы способна эффективно управлять государственной собственностью, скажем, по договору с Федеральным агентством промышленности. Кроме того, можно создавать какую-то координирующую структуру без государственного финансирования ее деятельности, то есть на коммерческих основах. Эта организация может быть самокупаемой и существовать за счет результатов собственной координирующей деятельности.

"Двигатель": Что нам ожидать от выставки "Двигатели-2004"?

В. Чуйко: 12 апреля, в День космонавтики, открывается Международный салон "Двигатели-2004". Сейчас ясно, что это будет самая крупная экспозиция по сравнению с восемью прошедшими. Занимаемая ею площадь составляет 5,5 тысяч квадратных метров, из них "полезная" площади почти 3400 квадратных метров. Количество участников в этом году превысило 130, что тоже является для нас рекордом. Сейчас уже приходится откладывать опоздавшим с подачей заявок, поскольку мы полностью "забили" площадку первого этажа павильона и надо уже выходить на балкон его второго этажа.

Эту выставку мы впервые называем "Салон". Это определяется тем, что она самая крупная за период существования и к ней приурочен Научно-технический конгресс. На этом Конгрессе будет целых четыре симпозиума (вместо предполагавшегося одного по экологии). В ходе их будут сделаны сообщения учеными ЦИАМ, ВИАМ, ВИЛС и других институтов и предприятий о самых последних научных разработках в нашей отрасли в области экологии (что предполагалось и ранее), а также компрессоростроения, создания газовых турбин и материаловедения. Мне кажется, что организация такого Конгресса на систематической основе позволит пообщаться специалистам (а приедут только специалисты: мы даже символическую плату порядка \$90 взяли с участников - на выпуск тезисов симпозиумов). Мы немного запоздали с организацией, иначе бы включили в Конгресс еще ряд симпозиумов - скажем, по камерам сгорания, выходным устройствам, агрегатам и системам регулирования и управления, прочности, ремонту и обслуживанию, ресурсу и надежности. Разумеется, Конгресс был бы более полноценным, если бы в его рамках работало 8-10 симпозиумов. Только нехватка времени не позволила нам осуществить все задуманное. Если в этом году Конгресс пройдет удачно, люди будут заинтересованы, то мы еще проведем такой Конгресс (или какую-то часть его, скажем то, что не успели организовать сейчас, или в полном объеме) перед МАКСом или в ходе его в следующем году: почему бы и не дополнить проводимый там конгресс по авиационному и нашей двигателестроительной частью. Полагаю, эта мысль получит поддержку организаторов МАКС.



Теперь о том, что мы ждем от этой выставки. Ее девиз - "Интеграция - повышение эффективности двигателестроения". Поэтому на Салоне будут представлены различные интегрированные структуры. Я не буду их расписывать, они достаточно подробно представлялись в отчете АССАД. Структурная интеграция бывает двух видов: когда одни фирмы поглощают или прекращают деятельность других и когда фирмы, не теряя фактической и даже формальной самостоятельности, действуют совместно. В последнем случае, для решения сложных проблем привлекаются несколько специализированных фирм, при этом может даже организовываться некая специальная управляющая компания или один из подрядчиков берет на себя роль основного. Однако обычно формального слияния фирм не происходит, юридически они остаются самостоятельными, сохраняют возможность работы по каким-то иным направлениям, отличным от совместной работы. Это режим работы картеля или скорее консорциума. Альтернативы этому нет: проводить различные директивные административные перегруппировки с целью приспособления к постоянно изменяющимся внешним условиям и невозможно, и крайне неэффективно. Поэтому поддерживать интеграционные процессы считают крайне важным. Этим вопросом будет посвящен круглый стол, намеченный на первый день выставки. Я бы хотел пригласить на него Алешина (если, конечно, у него будет на это время).

Сейчас активно обсуждаются возможности создания двигателей нового поколения. Мы уже говорили с вами в "Двигателе" о двух путях такого создания: непрерывной глубокой модернизации существующего с использованием своего научно-технического задела и создании принципиально новых конструкций на основе научных разработок. По какому пути идти и насколько их совмещать - дело каждого разработчика, его опыта, традиций, научно-технических, финансовых и организационных возможностей. Так, например, для создания двигателя 5-го поколения логично было бы сделать конструкцию глубокой модернизации на базе существующей. По этому пути уже года три идет завод "Салют", и уже года два, как то же делает "Сатурн", хотя вначале этот ("первый") путь отрицал. При этом некая конкурентность разработок приносит только пользу общему делу, поскольку больший круг специалистов подключается к решению одних и тех же задач, а у кого это

выйдет лучше - решит заказчик при заключении договора на поставку. Разумная конкуренция - двигатель прогресса. Поэтому на нашей выставке "Двигатели-2004" мы ждем демонстрацию целого ряда глубоко модернизированных двигателей.

Существенным на этой выставке является демонстрация углубления нашего международного сотрудничества.

Многие экспозиции будут строиться по территориальному принципу: такая экспозиция будет у самарцев, у пермских моторостроителей. Ремонтные предприятия будут выступать единым блоком. При этом УКВР - координатор военных ремонтников - тоже будет на этой выставке со своим стендом.

Очень характерно для выставки появление большого количества фирм, предлагающих услуги по сервисному обслуживанию авиатехники. Это именно та часть деятельности, которая всегда была слабым звеном в цепи эксплуатации отечественной авиатехники и мы всегда здесь отличались от западных конкурентов в худшую сторону. Теперь положение изменилось, причем от радно, что фирмы такого рода с современным качеством обслуживания, оснащенные современным оборудованием и имеющие соответствующие технологии создают не предприятия - поставщики техники (что неминуемо "легло" бы на цену техники) и не авиаремонтные предприятия, а коммерческие структуры. Сервисным обслуживанием охватываются все стадии жизненного цикла двигателей - от расконсервации и монтажа до проведения регламентных работ, техобслуживания и поставки запасных частей.

Хорошо будут представлены двигатели стационарного применения: энергетические, для судостроения, станций транспортировки газа, нефтяной промышленности. Уже на прошлых выставках многие фирмы авиадвигателестроения имели разработки по таким двигателям, а теперь почти у всех имеются наработки по типоразмерным рядам этих двигателей.

Все это вместе взятое дает нам возможность ожидать, что выставка пройдет исключительно удачно. Ждем всех ваших читателей на нашем Салоне.

Верю, что текущий год будет годом дальнейшего развития дела, которому мы служим! **А**

ИНФОРМАЦИЯ

"Санчо, друг мой, жизнь бесконечно разнообразна, а потому иногда так интересна!"

Сервантес

С чувством глубокого удовлетворения доводим до сведения наших читателей, что благополучно разрешился конфликт на одном из флагманов отечественного авиационного двигателестроения - Санкт-Петербургском ФГУП "Завод имени В.Я. Климова" (мы сообщали об этом случае в № 4 за 2003 г.). Предприятие, работающее с 1914 г., старейшее среди всех отечественных производящих моторы для авиатехники, с лета прошедшего года, вследствие волюнтаристских распоряжений тогдашнего руководства концерна "МиГ" оказалось в весьма затруднительном положении. ОКБ, самостоятельно разрабатывающее и производящее двигатели для самолетов и вертолетов, которые пользуются огромным спросом в нашей стране и за рубежом, из-за аппарат-

ных игр лишилось своего генерального конструктора Александра Александровича Саркисова. При этом "административная операция" была проведена с нарушением всех возможных норм и правил. В результате налаженные связи "провисли", перспективы затуманились, новые разработки прекратились, обещанные платы и кредиты затормозились. Завод уверенно двинулся к банкротству.

Должно было пройти без малого восемь месяцев, организовать добрая дюжина открытых писем в адрес руководства страны и Росавиакосмоса от самых различных авторов: коллег-мотористов, заказчиков, ученых, военных, представителя президента (а ныне - мэра Санкт-Петербурга), рабочих и ИТР завода, должно

было смениться руководство в РСК "МиГ" и административная подчиненность всех предприятий отрасли, пройти несколько судебных заседаний, прежде чем 24 марта Президиум городского суда Санкт-Петербурга принял-таки решение о восстановлении на своем месте генерального конструктора ФГУП "Завод имени В.Я. Климова" доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ, лауреата Ленинской премии Александра Александровича Саркисова. С чем мы его от души и поздравляем. Есть, значит, судьи, решения которых на деле определяются законами нашей страны. Будем ждать исполнения решения суда. В конце концов, можно и у нас найти правду. Если хватит, конечно, нервов, сил и здоровья. **А**

УСПЕХ БЕЗ СЕКРЕТОВ

Призыв "сегодня надо трудиться хорошо и много" нашел отклик в умах и сердцах всех работников ФГУП "ММПП "Салют". Наличие солидного портфеля заказов, постоянное совершенствование производственной базы, возможность повышения квалификации привлекают на завод тех, кто любит и умеет работать, и в первую очередь – высококвалифицированных специалистов. Динамика изменения важнейших производственных показателей, таких как численность работников, размер оплаты труда, уровень образования и средний возраст сотрудников, наглядно подтверждает правильность выбранного пути.

Новая продукция

Совсем недавно производить на одном предприятии три типа авиационных двигателя считалось непосильной задачей, а сегодня идет поиск новых заказов, создаются новые проекты. На заводе специально были созданы свои собственные конструкторские бюро для разработки новых двигателей авиационного и промышленного назначения. Одновременно в лабораториях осуществляется поиск новых технологий. Для решения всевозможных проблем налаживаются кооперационные связи с отечественными и зарубежными организациями и предприятиями. Чтобы не отстать от мирового двигателестроения, приходится искать неординарные пути решения технических задач, прежде всего из-за экономических проблем. Так и на ММПП "Салют" к созданию двигателя нового поколения подошли с неожиданной стороны.



Генеральный директор ФГУП "ММПП "Салют" Ю.С. Елисеев представляет проект модернизации двигателя АЛ-31Ф

Руководством и специалистами предприятия была разработана программа поэтапной модернизации двигателя АЛ-31Ф и доведения его характеристик до требований двигателя нового поколения. Такой подход позволит значительно уменьшить как сроки и стоимость разработки нового ГТД, так и снизить технический риск.

В ходе первого этапа модернизации был создан двигатель АЛ-31ФМ1. Его тяга составила 13 300 кгс. Напомним, что тяга АЛ-31Ф составляет сейчас 12 500 кгс. Достигнуто это было путем установки компрессора низкого давления с увеличенным расходом воздуха до 118 кг/с и увеличения температуры газов перед турбиной на 25 °С. Этот двигатель прошел весь цикл наземных испытаний, были сняты все необходимые характеристики, в том числе и высотно-скоростные. Только после этого двигатель прошел летные испытания на летающей лаборатории Су-27 в ЛИИ г. Жуковского.

Уже сейчас этот двигатель можно было бы устанавливать на самолеты российских ВВС, особенно на самолеты палубной авиации, когда каждый "лишний" килограмм тяги повышает безопасность взлета Су-33 с авианосца или способствует повышению тактико-технических характеристик Су-30 и Су-34.

На втором этапе модернизации предусматривается увеличение тяги до 14 100 кгс. Достижение такой тяги возможно при увеличении температуры газов перед турбиной еще на 75 °С, но такое увеличение температуры требует создания новых турбинных лопаток с продольно-поперечной схемой охлаждения и перфорированной входной кромкой. Такая конструкция обеспечивает равномерный нагрев пера лопатки и, следовательно, минимальные температурные напряжения.

На этом же этапе будет установлена новая камера сгорания (КС) с двухстеночной жаровой трубой, которая создаст условия более полного сгорания топлива и надежный запуск двигателя без применения кислорода. В такой КС снижается неравномерность поля температур на выходе из нее и уменьшается расход охлаждающего воздуха.

На третьем этапе модернизации будет установлен трехступенчатый компрессор низкого давления с ширококордными лопатками пространственного профилирования. Этот компрессор уже изготовлен и проходит испытания, в том числе и в ЦИАМ.

По завершению всех работ должен появиться двигатель АЛ-31ФМ3 тягой 14 600 кгс. Удельные характеристики этого двигателя будут близки к характеристикам двигателя нового поколения, но достигнуты они будут уже в ближайшее время, а затраты предполагаются значительно меньшими. Переоценить важность такого пути решения задачи невозможно.

Следует отметить, что на ММПП "Салют" проводятся испытания новой конструкции всеракурсного сопла с управляемым вектором тяги. Это сопло может быть установлено на все двигатели типа АЛ-31Ф.

Представители китайского военно-промышленного комплекса по достоинству оценили возможности конструкторов, технологов и рабочих "Салюта" и заказали им разработку и производство двигателя АЛ-31ФН для истребителя собственной разработки.

ФГУП "ММПП "Салют" в тесном сотрудничестве с ЗМКБ "Прогресс", ОАО "Мотор Сич", ОАО "УМПО" и другими организациями и предприятиями России и Украины создает авиационные двигатели Д-436ТП и Д-436Т1, Д-27, АИ-222-25 и другие. О состоянии работ по некоторым из этих двигателей написано уже сравнительно много, поэтому остановимся на двигателе АИ-222-25, который предназначен для учебно-боевого самолета Як-130 - победителя конкурса по созданию УТС для российских ВВС. Он же будет поставляться и для украинских ВВС.



ГТД-20С создан на базе газогенератора АЛ-21

Двухконтурный двухвальный ТРД АИ-222-25 имеет высокие тяговые характеристики и обеспечивает управляемость самолета Як-130 на углах атаки более 25°. Улучшенные параметры термодинамического цикла, оптимизированная степень двухконтурности являются основой высокой экономической эффективности двигателя.

Модульная конструкция основных узлов двигателя обеспечивает значительное снижение затрат на его эксплуатацию и упрощает ремонт. Высокий уровень унификации АИ-222-25 с ранее созданными и прошедшими доводку двигателями (АИ-25ТЛ и ДВ-2) значительно уменьшает затраты на его разработку и освоение в серийном производстве, а также снижает цены на двигатель и его ремонт.

Вентилятор двигателя изготовлен по технологии Blisk, диски турбины по гранульной технологии, широко использовано титановое литье, высокопрочные синтетические материалы, монокристаллическое литье лопаток турбин.

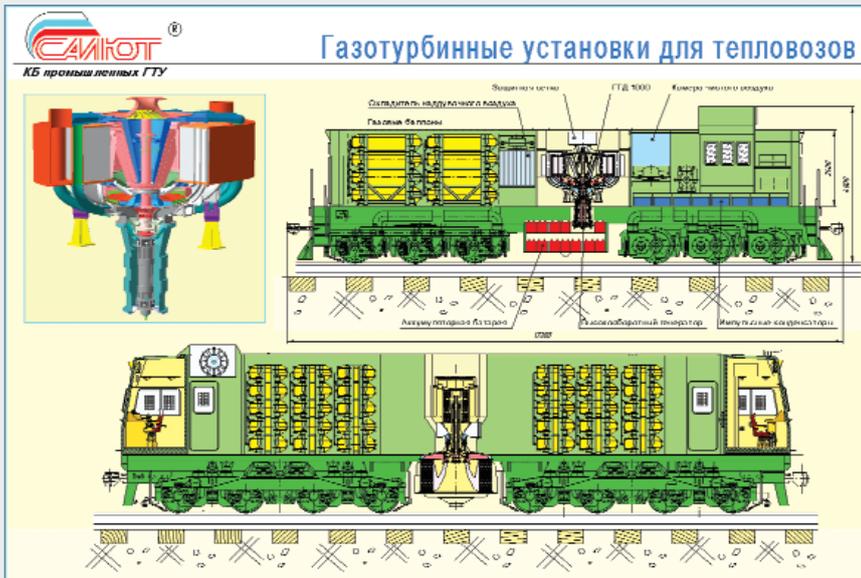
Двигатель АИ-222-25 имеет хороший запас по увеличению тяги до 2800...3000 кгс путем повышения температуры газов перед турбиной и улучшения газодинамических характеристик проточной части компрессоров и турбин. В настоящее время он проходит стендовые испытания.

Для повышения конкурентоспособности предприятия и расширения рынка в 2000 г. был организован ОГК-4. Основной его задачей является создание промышленных ГТУ для энергетики, газовой промышленности, транспорта и флота. В ОГК-4 спроектирован ряд двигателей и установок, уже ведутся испытания некоторых из них. Так, в Ямбурге запущены две энергетические установки на базе изделия АЛ-21Ф с силовой турбиной ДЦ-59, изготовленной в Запорожье. К настоящему времени наработка превысила 20 тыс. ч. Для замены вырабатывающих ресурс установок других предприятий разработана и изготавливается стационарная ГТУ ГТЭ-20С. Для нее была спроектирована новая свободная силовая турбина мощностью 20 МВт с газогенератором на базе изделия АЛ-21Ф. Недавно эта турбина достигла проектной мощности.

Опираясь на положительные результаты работы данного энергоагрегата, специалистами ММП "Салют" была предложена модернизация газоперекачивающего агрегата ДЖ-59 мощностью 16 МВт. И в данном случае отработавший свой ресурс старый газогенератор агрегата ДЖ-59 меняется на новый газогенератор АЛ-21.

Сегодня еще одним из направлений "Салюта" является внедрение в энергетику высокоэкономичной парогазотурбинной установки ПГУ-60С (МЭС-60) с впрыском пара в ГТД мощностью 60-120 МВт. Ее достоинством и свидетельством перспективности газотурбинных технологий в энергетике является высокий коэффициент использования топлива - более 95% при электрическом к.п.д. не менее 52%.

Экологические показатели ПГУ-60С превосходят лучшие мировые образцы. Эмиссия оксидов азота составляет менее 40 мг/м³, а тепловой выброс составляет порядка 1...2% (температура газов на выходе из установки не превышает 40 °С). При этом поставляемое "Салютом" технологическое оборудование МЭС-60 стоит в 2 раза дешевле, чем парогазовые установки других фирм. Низкая стоимость электростанции достигается высокими удельными параметрами, а срок ее окупаемости не превышает четырех лет. Это лучший показатель в мировой практике.





Участок модернизированных на предприятии машинных центров "Горизон" фирмы "Оливетти"

Не менее прогрессивные технические и технологические решения заложены в новые ГД для железнодорожного транспорта, и именно поэтому российские и немецкие железнодорожники внимательно ознакомились с конструкторскими проработками специалистов "Салюта". Разработанные газотурбинные установки мощностью 1 и 4 МВт предназначены для маневрового и магистрального турбовозов.

Новые технологии

При организации производства двигателя нового поколения должен быть освоен ряд технологических процессов, без которых создание и серийное изготовление такого двигателя (с обеспечением стабильного качества) невозможно. В настоящее время часть этих технологий осваиваются специалистами ФГУП "ММПП "Салют", другие требуют государственного финансирования с привлечением смежных предприятий-разработчиков.

Известно, что более 60 % трудоемкости изготовления двигателя 4-го поколения составляет механическая обработка. Это наиболее длительные и трудоемкие процессы, через которые проходят практически все детали. И здесь заложен главный резерв в повышении эффективности производства. К основным направлениям следует отнести автоматизацию механической обработки (на заводе 600 единиц различного оборудования с ЧПУ) и максимальную концентрацию операций на одном рабочем месте.

Уже существуют машинные центры, на которых деталь обрабатывается точением (причем возможна обработка одновременно двумя резцами по разным программам), фрезерованием, сверлением, шлифованием. Если раньше для изготовления корпуса редуктора требовалось до десяти единиц оборудования и 12 рабочих, то по новой технологии используется только одна единица технологического оборудования и один оператор. Причем за все время эксплуатации этого центра не было зафиксировано ни одного отклонения из более чем 1500 мерных размеров.

Сегодня оборудование определяет не только технологию изготовления двигателя, но и его конструкцию. Только наличие станка Turboblisk фирмы Liechti позволило приступить к проектированию и изготовлению моноколес нового компрессора двигателя АЛ-31ФМ3 и АИ-222-25.

Создание двигателя нового поколения требует применения качественно новых подходов к характеристикам используемого технологического оборудования. Важнейшей особенностью технологического процесса наряду с повышенными требованиями к качеству и точности заготовок, производительности, экономичности, экологической безопасности является возможность его интегрирования в систему автоматизированного производства. Такой подход на "ММПП "Салют" реализуется на всех этапах технологического процесса изготовления двигателей.

Серьезное внимание уделяется заготовительному производству, в том числе получению высококачественных заготовок дисков турбины и компрессора. На основе анализа существующих методов формообразования и свойств получаемых заготовок для внедрения был выбран метод изотермической раскатки дисков на стане АЛРД-800. Исходной заготовкой является шай-

ба с нанесенным покрытием типа ЭВТ35 с подготовленной ультрамелкозернистой структурой. Изотермическая раскатка обеспечивает получение дисков, наружный диаметр которых в 1,5...2 раза превышает диаметр заготовки. Использование эффекта сверхпластичности, а также благоприятная схема напряженно-деформированного состояния в очаге деформации способствуют увеличению технологической пластичности и повышению качества изделий. Это особенно важно при деформировании сплавов с ограниченным ресурсом пластичности и узким температурным интервалом горячей обработки. Хорошие экономические показатели указанного техпроцесса определяются возможностью управления поперечными размерами изделия в широком диапазоне их соотношений и получения профиля, максимально приближенного по форме и размерам к окончательному профилю детали с минимальными отходами.

Совершенствование двигателей невозможно без применения новых технологий обработки лопаток. Для обработки лопаток трехмерного профилирования, имеющих сложную пространственную конфигурацию и низкую жесткость конструкции при высоких требованиях, которые предъявляются к геометрической точности изготовления, существуют несколько видов обработки лопаток, освоенных или внедряющихся на "Салюте", в том числе механический и электрохимический методы.

Фрезерование пера лопаток из титановых сплавов осуществляется на трехкоординатном станке Cincinnati Arrow, имеющем точность позиционирования 3 мкм и частоту вращения шпинделя порядка 12 500 об/мин, что позволяет обрабатывать перо лопаток с припуском 0,05 мм и шероховатостью Ra = 0,8 мкм. Для обработки лопаток с бандажными полками будут применяться пятикоординатные фрезерные станки Liechti Turbomil 1200, на которых за один установ можно обрабатывать все трактовые поверхности пера лопаток. Последующая обработка пера лопаток будет производиться на виброабразивной установке фирмы Rosler. Опыты по виброабразивной обработке с различными наполнителями показали возможность получения поверхности пера лопаток с шероховатостью до Ra = 0,05 мкм.

Что касается производства замковых элементов лопаток, то основой технологического процесса является использование интегральной технологии абразивной обработки на основе метода глубинного шлифования. Центральной идеей интегральной технологии является соединение в едином процессе этапа формообразования сложнопрофильных поверхностей с этапом формирования высококачественного поверхностного слоя детали. Внедрение интегральной технологии позволяет повысить производительность обработки более чем в 10 раз.

Во многих случаях целесообразна замена механической обработки элект-



Рабочая зона станка "Турбоблиск"

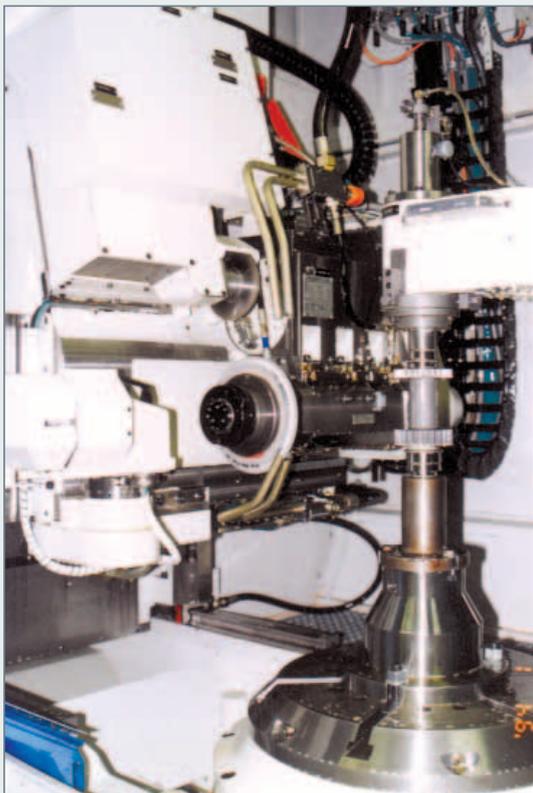
роэрозионной и электрохимической, лазерной и плазменной обработкой. Как уже неоднократно упоминалось, все это оборудование оснащено ЧПУ. Широкое применение оборудования с ЧПУ хорошо вписывается в общую стратегию компьютеризации производства. Это обеспечивает кратчайший путь от мысли конструктора к конечному продукту через проектно-конструкторские работы, технологическую подготовку производства, изготовление продукции и контроль на измерительных машинах. Эти основные этапы должны строиться в свете общей концепции автоматизации (компьютеризации) производства.

Проведенные в последние годы исследования свидетельствуют о принципиальной возможности достижения высокой точности при электрохимической обработке и получения высокого качества поверхности практически без измененного слоя (0,5...2,0 мкм). Для реализации этих процессов требуется оборудование нового поколения, отличающееся повышенной конструктивной точностью, специальные импульсные источники питания, новые технологические схемы обработки и др. Такой станок удалось создать совместно с КМПО. Конструктивная особенность станка - высокая точность подачи электродов (0,005 мм).

В настоящее время на ММП "Салют" отрабатывается технология обработки межлопаточных каналов моноколес и крыльчаток методами электроэрозионной и электрохимической обработки и закончен первый этап разработки технологии, предусматривающей изготовление пазов в дисках ГТД методом ЭЭО. В настоящее время проводится второй этап работ с целью отработки технологических режимов, обеспечивающих окончательную обработку пазов в дисках турбины и компрессора электроэрозионной резкой.

Методом струйной электроэрозионной обработки осуществляется перфорация лопаток и сопловых блоков турбин. Выполненный комплекс исследований и экспериментальных работ позволил определить технологические схемы, электрические и гидродинамические параметры высокопроизводительного процесса струйной электроэрозионной обработки глубоких отверстий диаметром 0,2...2,0 мм.

Широкое применение при производстве деталей двигателя нового поколения находит ионная химико-термическая обработка зубчатых колёс и других деталей. На предприятии организованы производственные участки



Станок для глубинного шлифования фирмы "Пфаутер"

ионного азотирования деталей и инструмента, оснащенные установками собственной конструкции ("Ион 30", "Салют 60"), на которых производится обработка деталей серийных изделий с высоким технико-экономическим эффектом.

В стадии запуска находится участок ионной цементации и новый участок химико-термической обработки для газовой цементации, полностью укомплектованные установками фирмы IPSEN.



Трехкамерная печь фирмы "Ипсон" на участке ионной и химико-термической обработки

Процесс ионной цементации в 3...5 раз интенсифицирует диффузионное насыщение, повышает долговечность упрочняемых деталей, увеличивает вдвое износостойкость и контактную выносливость, обеспечивая при этом снижение расхода электрической энергии и технологических газов на 50...90 %.

В лабораториях и цехах завода "Салют" продолжаются работы, связанные с освоением многих других критических технологий.

Следует особо остановиться на информационных технологиях. Этот вид технологии, по сути своей, не должен стоять последним в перечне. Как уже упоминалось, информационная технология существует на каждом этапе жизненного цикла двигателя. А на этапе создания двигателя пятого поколения роль информационных технологий возрастает многократно.

В последнее время информационные технологии развиваются чрезвычайно быстро. Причем развитие идет по нескольким путям. Это и появление все более мощных компьютерных систем, это и появление всевозможных программ, охватывающих все этапы жизненного цикла двигателя. Сюда же можно отнести и рост мощности компьютерной сети предприятий. Например, если в 1996 г. на заводе "Салют" было всего 50 персональных компьютеров, то в настоящее время их насчитывается около 3000.

В настоящее время на ФГУП "ММП "Салют" разрабатывается ряд перспективных изделий с использованием передовых компьютерных технологий и САПР. Проведенная коренная реконструкция завода, современное технологическое оборудование позволяют реализовывать новые программы в рекордно короткие сроки. Решению задач по модернизации АЛ-31Ф, конверсии авиационных двигателей и созданию ФГУП "ММП "Салют" объединились такие организации и предприятия, как воскресенский машиностроительный завод "Салют", МКБ "Гранит", НИИД, ОКБ "Горизонт", ОАО НПП "ЭГА", ОАО ГМЗ "Агат", ОАО "Агрегат", ОАО КБ "Электроприбор", заводы "Топаз" и "Прибор" в Молдавии.

Образование корпорации "Газотурбинные двигатели", объединившей ФГУП "ММП "Салют", ОАО "Уфимское моторостроительное производственное объединение" и входящие в них интегрированные структуры, способствовало созданию мощного центра газотурбостроения с собственным конструкторским бюро.

Все это свидетельствует, что "Салют", обеспечив достаточный задел из конкурентоспособных проектов, уверенно завоевывает лидирующие позиции в небе и на земле. П

ФГУП "ММП "Салют"
Россия, 105118, Москва,
проспект Буденного, д. 16
Тел.: (095) 369-8001
Факс: (095) 365-4006
www.salut.ru



ИНВЕСТИЦИИ В БУДУЩЕЕ

Валерий Лесунов, генеральный директор ОАО "УМПО"

Открытое акционерное общество "Уфимское моторостроительное производственное объединение" - один из лидеров мирового двигателестроения. Динамично развиваясь на протяжении своей почти 80-летней истории, предприятие выпустило более 50 типов и модификаций двигателей, установленных на 170 моделях самолетов всемирно известных фирм Сухого, Микояна, Туполева, Ильюшина, Бериева, Яковлева.

Выпускаемые Уфимским моторостроительным производственным объединением авиадвигатели соответствуют лучшим мировым образцам и нормам летной годности. Надежность нашей продукции проверена временем и получила признание во многих странах мира.

ОАО "УМПО" владеет пакетом лицензий и сертификатов на производство авиационной техники и обладает полным технологическим циклом производства авиадвигателей. На предприятии внедрена и успешно работает система качества, отвечающая требованиям международных стандартов.

В настоящее время УМПО производит турбореактивные двигатели АЛ-31Ф и АЛ-31ФП для самолетов Су-27, Су-30, Су-35; Р-95Ш и Р-195 для семейства самолетов Су-25; Р25-300 для МиГ-21; Р29Б-300/Р29БС-300 для самолетов МиГ-23БН, МиГ-27; Д-436Т1 для Ту-334 и Д-436ТП для самолета-амфибии Бе-200.

Реалии таковы, что делать ставку только на военную продукцию было бы нелогично. Сегодня многие авиационные фирмы приступают к производству так называемых изделий двойного назначения. Еще до начала кризиса, учитывая общий спад платежного спроса на военную продукцию, ОАО "УМПО" сделало первые шаги по применению двигателей авиационного типа в наземной технике: а именно - в газоперекачивающих и энергетических установках.

Потребитель на специфическом рынке наземных стационарных газоперекачивающих агрегатов в России один - ОАО "Газпром". Руководство "Газпрома" в свое время приняло решение о поддержке отечественного производителя, выбрав в качестве поставщиков газоперекачивающих агрегатов российские предприятия, в частности, ОАО "УМПО". Уфимские моторостроители на базе выпускаемого авиационного двигателя АЛ-31Ф для истребителя Су-27 освоили производство газотурбинного привода АЛ-31СТ, применяющегося в составе газоперекачивающих агрегатов мощностью 16 МВт, и АЛ-31СТЭ для электростанций на 20 МВт в блочно-контейнерном исполнении. К.п.д. у таких станций значительно выше, чем у больших ТЭЦ, так как потери электроэнергии при передаче по проводам на большие расстояния отсутствуют. Подобные электростанции нужны не только в России. На них имеется стойкий экспортный спрос на рынке стран Ближнего Востока.

Производство газотурбинных приводов АЛ-31СТ и АЛ-31СТЭ перекликается с основной тематикой УМПО. Они сходны по конструкции, поэтому производство двигателей для топливно-энергетического комплекса и выпуск оборонной продукции вполне совместимы.

В объединении накоплено большое количество авторских технических и конструкторских наработок в области производства газоэнергетического оборудования. УМПО получило лицензии на проектирование, изготовление, строительно-монтажные и пусконаладочные работы газоперекачивающих агрегатов, а также разрешение на применение, сертификат соответствия.

Мы предлагаем потенциальным заказчикам целую гамму продукции в различной компоновке, включая сдачу "под ключ" полно-

размерных агрегатов. Объединение изготавливает пять видов изделий для российских газоперекачивающих агрегатов, в том числе двигатель АЛ-31 без силовой турбины, то есть чистый газогенератор. Он входит в комплект итальянского агрегата (фирма "Нуово Пиньон"), пять экземпляров которого установлены в Пермской области на станции "Алмазная".

Основным в модельном ряду идет двигатель АЛ-31СТ. Первая модификация представляет конструкцию с верхним расположением коробки агрегатов, традиционным для УМПО. Он применяется в собственной разработке газоперекачивающего агрегата ГПА-16Р "Уфа". Первый экземпляр, запущенный в опытно-промышленную эксплуатацию полтора года назад на компрессорной станции (КС) "Москово", проработал свыше семи тысяч часов. В декабре прошлого года запущен второй. В этом году намечается пуск третьего агрегата, в следующем - еще двух, тем самым реконструкция компрессорного цеха завершается. Аналогичная работа начинается на КС "Полянская". Заменой восьми устаревших агрегатов ГТК-10 на пять новых мы полностью восполняем запланированную мощность станций.



Компрессорная станция "Москово"

Вторая модификация двигателя АЛ-31СТ спроектирована с нижним расположением коробки агрегатов. Во втором квартале этого года появится первый экземпляр двигателя АЛ-31СТН. Нижнее расположение коробки агрегатов автоматически ликвидирует проблему откачки масла. Отказ от приводных насосов, по сравнению с изделием традиционной схемы, позволяет упростить конструкцию и значительно повысить надежность двигателя. Кроме того, это обеспечивает удобство обслуживания в эксплуатации. Учитывая то, что двигатель изначально спроектирован для агрегатов в наземном исполнении, в конструкцию заложен гораздо больший ресурс.

Третья модификация АЛ-31СТ схожа с АЛ-31СТН нижней коробкой агрегатов, но у нее есть важное отличие - низкомиссионная камера сгорания (НЭКС). На последней остановимся особо. Она отличается от базовой конструкции камеры сгорания увеличенным количеством горелок и трехзонной системой сжигания. Это обеспечивает минимальные выбросы окисей азота. В этом году планируется изготовить четыре подобных двигателя. Процесс доводки низкомиссионной камеры сгорания продолжается, она станет более надежной. Аналогов такой камеры в России нет. Безусловно, двигатель с НЭКС дороже; удорожание происходит из-за усложнившейся конструкции, увеличения регулирующей газовой аппаратуры до трех комплектов. Поскольку весь мир переходит на газотурбинные двигатели, полностью соответствующие природоохранным и экологическим стандартам, мы ожидаем увеличение спроса на эту модификацию.

Первые экземпляры нового оборудования будут поставлены на "Кировэнергомаш" для установки на ГПА "Нева". Агрегат уникальный в полном смысле этого слова, один на всю страну, находится в стадии доводки. Он способен выдерживать семибалльные колебания земной коры и поэтому может устанавливаться даже в сейсмически опасных районах. У этой разработки отличные перспективы, о чем свидетельствуют превосходные показатели параметров и интерес, проявленный российскими газовиками. В этом году мы должны изготовить три, а в следующем - уже семь таких ГПА с нашими двигателями.

Четвертая компоновка стационарного газотурбинного двигателя - газознергетическая станция.

С этого года УМПО начинает комплектовать станцию в "Тюментрансгазе". Только в этом регионе объемы возможных поставок составляют 483 агрегата. Именно на западносибирской станции "Карпинская" установлен лидерный двигатель АЛ-31СТ, проработавший за 10 лет почти 24 тысячи часов.

Предстоит серьезная работа, ведь реконструкция "Карпинской" предполагает полную замену оборудования и устройств ГПА. Только в следующем году нам необходимо поставить пять двигателей с соответствующим оборудованием и агрегатами, а потом наращивать объемы поставок.

В 2000 г. "Газпром" утвердил пятилетнюю программу совместного производства силами УМПО и ОАО "Мотор Сич" (Запо-

рожье) семейства газотурбинных приводных двигателей мощностью 6,3...10 МВт с левым и правым вращением силовой турбины. Эти ГПП предназначены для газоперекачивающих, газлифтных, нефтеперекачивающих агрегатов, передвижных электростанций, дожимных компрессорных станций, станций подземных хранилищ газа и других промышленных установок. Схема кооперации предусматривает поставки с Украины комплектов двигателя Д-336, на основе которых УМПО выпускает газоперекачивающие агрегаты. В дальнейшем свыше половины деталей и узлов к ним будут изготавливаться на нашем предприятии.

В июле 2001 г. на Канчуринской станции ООО "Баштрансгаз" успешно прошла межведомственные испытания и пущена в эксплуатацию первая подобного типа газоперекачивающая установка на базе газотурбинного привода Д-336.

В конце декабря 2003 г. на компрессорную станцию "Волхов" АО "Лентрансгаз" отгружен очередной газоперекачивающий силовой привод Д-336-2Т. Это второй агрегат такого типа, полученный газовиками Ленинградской области. Первый был введен в строй в третьем квартале 2003 г.

В планах ОАО "Газпром" до 2020 г. предусмотрена поставка 300 подобных двигателей.

Задача ближайшего будущего - строительство электростанции для собственных нужд. Кроме того, в настоящее время идут работы по привязке привода АЛ-31СТ к ГПА-16АЛ "Урал" производства ОАО НПО "Искра" (Пермь) и ОАО "УМПО".

Сейчас в "Газпроме" эксплуатируются 253 насосные станции, где задействованы 4040 газоперекачивающих агрегатов. На 85,3% из них установлены газотурбинные двигатели. Согласно плану реконструкции российского газового монополиста до 2010 г. предстоит заменить несколько сотен установок. Объемы рынка для сбыта стационарных газопроводов на базе двигателя АЛ-31СТ говорят сами за себя. Острой конкуренции на рынке не избежать, но мы нацелены на длительное сотрудничество с ОАО "Газпром".

В настоящее время рынок газознергетического оборудования расширяется, и в стоимостных показателях потенциал этой тематики для нашего предприятия, пожалуй, вскоре станет сравним с авиационным производством. Вкладывая сегодня средства в разработку газознергетики, мы тем самым инвестируем свое будущее. **П**

450039, Башкортостан, г. Уфа, ул. Ферина, 2
Телефон: (3472) 38-58-02 для справок
38-75-44 отдел маркетинга
38-58-11 отдел поставок
(095) 911-13-11 представительство в г. Москве
Факс: (3472) 38-37-44
Телекс: 162340 RICA RU
http://www.umpo.ru E-mail: umpo@umpo.ru



В помещении компрессорной станции



Силовой привод АЛ-31СТ

КУЛЕБАКСКИЕ МЕТАЛЛУРГИ - ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЮ И ТРАНСПОРТНОМУ МАШИНОСТРОЕНИЮ



Николай Рябкин, генеральный директор ОАО "КМЗ"

Уже более 125 лет мы профессионально производим кольца. Многие в этом мире движется и летает на них.

Кулебакский металлургический (горный) завод вскоре будет отмечать 140-летие со дня основания, а уникальный в своей интенсивной и непрерывной работе кольцепрокатный цех № 1 (первый в России бывший бандажепрокатный) - 130-летие.

Начиная с середины 50-х годов прошлого столетия на бандажепрокатном стане XIX века (установлен в 1877 г.) кулебакские металлурги с традиционным упорством начали осваивать производство колец для первых отечественных реактивных двигателей из тогда принципиально новых для нас авиационных материалов.

С тех пор производство кольцевых полуфабрикатов для аэрокосмической техники и летательных аппаратов стало для нашего завода основной специализацией.



Прокат кольца для двигателя АЛ-31Ф

В период становления реактивной авиации кулебакские металлурги установили со службами генеральных конструкторов В.Я. Климова, А.М. Люльки, А.А. Микулина, А.Г. Ивченко,

С.К. Туманского, Н.Д. Кузнецова, П.А. Соловьева научно-технические, деловые и творческие связи, что способствовало сокращению сроков опытно-промышленного освоения и передачи в серийное производство колец для моторостроительных заводов.

На заводе организуется базовая научно-технологическая лаборатория Министерства авиационной промышленности. Вместе со специалистами отраслевых научно-исследовательских институтов НИАТ, ВИЛС, ВИАМ, НИИД, Гипрониавиапром, ВНИИМетмаш и др. разрабатываются основные направления и стратегия развития кольцепрокатных производств.

В 70-е годы совместно с ИЭС им. Е.О. Патона в короткие сроки осваивается и проходит промышленную проверку ряд принципиально новых технологий по производству сварных колец авиационного назначения из горячекатаных профилей, изготовленных на сортопрокатном стане "500" нашего завода.

Для создания перспективного научно-технического, технологического задела и отработки в заводских условиях новых технологических направлений решением министра авиационной промышленности П.В. Дементьева организуется экспериментально-промышленный участок (ЭПУ), где устанавливаются:

- кольцепрокатный стан КПС-1000 "ВНИИМетмаш", на котором была отработана прокатка предельно тонкостенных малоприспосованных колец, что в дальнейшем и послужило базой создания совместно с германской фирмой "Баннинг" промышленной автоматизированной кольцепрокатной линии;
- разнообразное сварочное оборудование для отработки новых технологий и методов различных видов сварки титановых и жаропрочных сплавов;
- первое в отечественной авиационной металлургии оборудование для холодного и горячего (с индукционным нагревом) профилирования колец ответственного назначения; опробования комбинированных методов сварки, раскатки колец и корпусных деталей авиадвигателей.

Кроме решения этих инженерно-технологических задач экспериментальный участок стал хорошей творческой школой для многих и ныне работающих заводских специалистов.

Совместно с ИЭС им. Е.О. Патона и ВИАМ создается специализированный участок электрошлаковых технологий, впервые в мировой практике в промышленных условиях обрабатывается комплекс оборудования и технологий литья, прокатки профилей и колец авиационного назначения.

Для обеспечения серийного выпуска двигателей НК-4 и НК-8, АИ-20, Д-20 и Д-30, АЛ-7, АЛ-21 и др. разрабатывается уникаль-

ный комплекс промышленного оборудования, создаются два специализированных кольцесварочных цеха.

Завод в период с 1978 по 1985 г. ежегодно на 20...30 % увеличивает объемы поставок и благодаря внедрению новых технологий сохраняет на одном уровне потребление исходных материалов из дорогостоящих титановых и жаропрочных сплавов.

По показателям экономичности, конкурентоспособности вновь созданные производства соответствуют, а по некоторым показателям и превышают мировой уровень, достигнутый передовыми западными фирмами при производстве колец.

Непрерывное совершенствование технологических процессов и способов изготовления колец вполне логично привело к созданию на заводе в середине 80-х годов самого современного в мировой практике кольцепрокатного цеха для экономичного изготовления колец роторных и тяжелонагруженных статорных деталей.

Свой значительный вклад кулебакские металлурги внесли и в отечественные космические программы, в своевременное обеспечение поставок полуфабрикатов для реактивных и ракетных двигателей РД-107 и РД-108, РД-253, АЛ-31Ф ракет-носителей "Восток", "Союз", "Протон", космического корабля "Буран", экранопланов "Орленок", "Лунь".

В 2001 г. головной кольцепрокатный стан линии модернизирован с привлечением к этой работе германской фирмы "СМС-Вагнер-Баннинг". Его технологические возможности значительно расширены, что обеспечивает изготовление всех разновидностей крупногабаритных заготовок для двигателей ПС-90А, Д-18Т, Д-436, НК-93 и др.

Для поддержания авангардной роли кулебакских металлургов кольцепрокатный стан оснащен самыми современными системами лазерного (бесконтактного) измерения прокатываемых колец, компьютерного управления и регистрации технологических параметров прокатки тонкостенных колец диаметром до 2500 мм.

Сегодня наш завод:

- имеет современное технологическое оборудование и организацию производства, научно-техническую исследовательскую базу и компетентный персонал;

- принимает активное участие в освоении новых экономичных полуфабрикатов для модернизируемых двигателей поколений 4, 4+ и создаваемых двигателей 5-го поколения;

- полностью обеспечивает поставки ремонтных комплектов для эксплуатируемых в РФ и странах СНГ гражданских и военных авиационных двигателей, наземных стационарных газотурбинных установок и газоперекачивающих станций.

Завод с 1997 г. успешно участвует в международных квалификационных программах с западными моторостроительными фирмами и обеспечивает экспортные поставки кольцевых заготовок ответственного назначения фирмам промышленно развитых стран.

С 1998 г. завод сертифицировал систему качества и производство основной продукции, получает ежегодное аудиторское подтверждение германской фирмы TUV, Авииарегистра РФ. Система качества КМЗ одобрена рядом западных моторостроительных фирм.

В последние годы на заводе организовано современное производство широкой гаммы лигатур, ферросплавов, металлического хрома. В производство вовлекаются отходы быстрорежущих сталей и стружки из жаропрочных сплавов.

Наряду с поставкой металлургических полуфабрикатов аэрокосмического назначения завод ежегодно на 10...12 % расширяет производство, что позволяет ему лидировать в поставках широкого спектра кольцевых заготовок и деталей для энергетического, транспортного, химического машиностроения, большегрузных автомобилей, банджаей для трамваев и узкоколейных локомотивов, фланцев для запорной арматуры и трубопроводной техники нефтегазпрома, сварных колес для автотракторной техники, сельхозмашин.

Наши традиции, постоянное лидерство и прогресс - хороший фундамент для успешного будущего. **А**



607010, Нижегородская обл., г. Кулебаки, ул. Восстания, д.1.

Телефон: (83176) 5-12-00

Факс: (83176) 5-44-60

E-mail: oaokmz@sinn.ru



НПО "САТУРН"

НАСТОЯЩЕЕ БУДУЩЕЕ



ОАО "НПО "Сатурн"

- один из лидеров отечественного авиапрома - специализируется на разработке и производстве двигателей для военной и гражданской авиации, энергетических установок и газоперекачивающих агрегатов.

История "Сатурна" - неотъемлемая часть истории отечественной промышленности, одна из её наиболее ярких страниц. Образованный в 1916 году как автозавод "Русский Рено" в Рыбинске, в 1924 году он был переориентирован на производство авиационных двигателей и с тех пор снабжает ими воздушный флот страны.

Стратегическая задача предприятия сегодня - создание национальной компании, конкурентоспособной на мировом рынке авиационных двигателей и газотурбинных технологий. Ключевые факторы успеха в её решении - правильно выбранная стратегия развития и высокопрофессиональный, мобильный коллектив. Для достижения этой цели в объединении ведутся интенсивные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, расширяется спектр выпускаемой продукции, активно налаживаются

международные кооперационные связи с лидерами мировой авиационной индустрии.

НПО "Сатурн" первым в авиационной отрасли вступило на путь реструктуризации, объединив ведущие конструкторские бюро и промышленные мощности в единую компанию полного цикла: от конструкторской идеи до серийного производства и послепродажного обслуживания. Общий объём производственных площадей предприятия составляет порядка 1 млн м², задействовано более 12 тысяч единиц оборудования, четвертая часть сотрудников - проектно-конструкторский персонал.

Сегодня компания разрабатывает, производит, ремонтирует и обслуживает в эксплуатации:

- двигатели АЛ-31Ф, АЛ-31ФП, АЛ-31ФН, 36, 36МТ для военной авиации;
- двигатели Д-30КУ, Д-30КП, Д-30КУ-154, ТВД-1500Б, РД-600В, АЛ-55 для гражданской авиации;
- газотурбинные энергетические установки ПГУ-325, ПГУ-170, ГТЭ-110, АЛ-31СТЭ, ГТЭ-16, ГТЭС-12, ГТЭС-2,5;

- газоперекачивающие агрегаты (газотурбинные нагнетатели природного газа) АЛ-31СТ, ГПА-10, ГПА-6,3, ГПА-4;

- газотурбинные двигатели М75РУ, М70ФРУ для кораблей ВМФ.

В области гражданской авиации в настоящее время реализуются два новых крупных проекта. Первый - универсальный двигатель SM-146 (совместно с французской корпорацией Snecma Moteurs) для семейства российских региональных самолетов RRJ. Это беспрецедентный для российского предприятия проект с точки зрения инвестиций и общего объема продаж самолетов за весь жизненный цикл. По оценкам экспертов, предположительная емкость рынка RRJ - более 700 единиц, что потребует около 2000 двигателей.

Второй проект - двигатель Д-30КП-3 - глубокая модернизация серийных двигателей Д-30КП/КУ/КУ-154, проектные работы по которому ведутся в соответствии с Федеральной целевой программой Министерства транспорта "Модернизация транспортной системы России (2002 - 2010 годы)" в части замены двигателей на



Д-30КП-3 "Бурлак"

эксплуатируемых воздушных судах Ил-76, Ил-86 и модернизации самолетов Ту-154М, Ил-62М. Его реализация обеспечит соответствие существующим и перспективным требованиям стандартов ИКАО по экологии, в том числе и по шуму, значительно улучшит эксплуатационные и ресурсные характеристики двигателя, а также решит проблему эксплуатации отечественных воздушных судов на период до 2020 года на всех маршрутах без ограничений.

Не менее активно НПО "Сатурн" участвует и в стратегически важных для страны военных программах. Совместно с Министерством обороны РФ оно активно работает по программам модернизации двигателей семейства АЛ-31Ф для истребителей марки "Су", разработки авиационных двигателей нового поколения, серийного производства двигателей для беспилотных летательных аппаратов и создания корабельных газотурбинных установок. В соответствии с решением правительства РФ НПО "Сатурн" - головной разработчик и производитель двигателя для самолета 5-го поколения. За прошедший год на предприятии был проделан боль-



Макет двигателя SM-146



в 2003 году с крупнейшей японской корпорацией "Сумитомо корпорэйшн" подписано базовое соглашение о корпоративном кредитовании программы модернизации объединения общим объемом 60 млн долларов и о сотрудничестве на отечественном рынке энергетического машиностроения.

Приоритетное значение на предприятии уделяется дальнейшему развитию и совершенствованию системы качества. Вместе с наличием сертификата на соответствие международному стандарту качества ISO 9001 и американскому стандарту

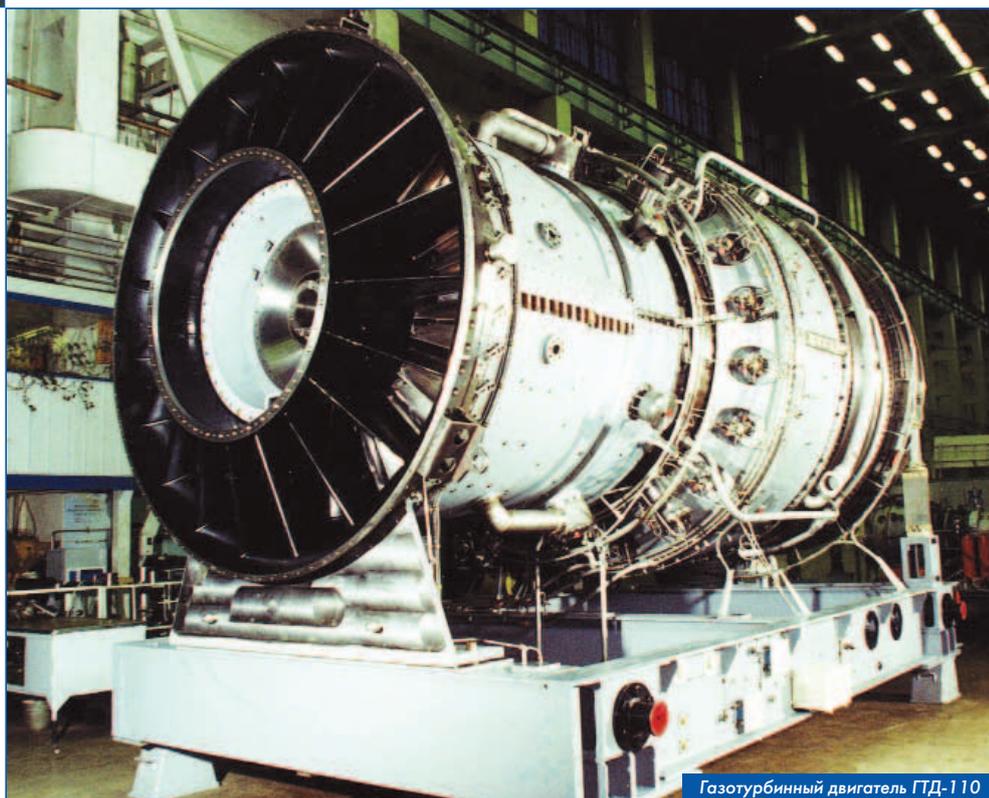
AS-9100, сертификата BVQI на систему качества разработки, изготовления, ремонта и технического обслуживания авиационных газотурбинных двигателей предприятие получило премию Правительства РФ за высокие достижения в этой области. По итогам 2003 года за выдающийся вклад в историческое развитие России НПО "Сатурн" присуждена главная всероссийская премия "Российский Национальный Олимп" в номинации "Наука. Технологии".

**По материалам пресс-службы
ОАО "НПО "Сатурн"**

шой объем работ по разработке, стендовым и летным испытаниям перспективных двигателей для военной авиации.

С целью диверсификации и стабильности бизнеса НПО "Сатурн" на протяжении последних лет активно занимается проектированием и производством энергетических установок и газоперекачивающих агрегатов. К машинам большой мощности относится газотурбинная электростанция ПТЭ-110, которая с точки зрения РАО "ЕЭС России" является основой технического перевооружения большой энергетики страны. Совместно с ОАО "Газпром" финансируются и выпускаются газоперекачивающие агрегаты (ГПА) мощностью 4; 6,3 и 10 МВт. Суммарная наработка на первых машинах класса 6 МВт сегодня составляет более 20 000 часов, при этом лидерных машин - более 6500 часов. Прошедший год стал во многом переломным для производства энергоустановок средней мощности - компания вступила в этап активного продвижения этих агрегатов на рынок, начались поставки "Газпрому" различных ГПА производства НПО "Сатурн".

Объединение активно формирует необходимую технологическую базу. В частности,



Газотурбинный двигатель ГТД-110

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ДВИГАТЕЛИ ОАО "МОТОР СИЧ"



Вячеслав Богуслав, председатель правления,
генеральный директор ОАО "Мотор Сич"

В настоящее время ОАО "Мотор Сич" является одним из крупнейших в мире и единственным на Украине предприятием, осуществляющим полный жизненный цикл современных авиационных двигателей: от освоения, производства и испытания до сопровождения в эксплуатации и проведения всех видов ремонта в течение всего срока их службы.

Главная задача коллектива ОАО - изготовление двигателей для летательных аппаратов и установок наземного применения, которые могут составить конкуренцию самым современным изделиям ведущих фирм мира.

На предприятии большое внимание уделяется освоению производства новых перспективных двигателей и дальнейшему повышению их эффективности путем создания более экономичных и надежных модификаций.



Ка-226

Одним из приоритетных направлений деятельности ОАО "Мотор Сич" является освоение двигателя Д-436-148 для семейства новых региональных самолетов Ан-148, выполненных по традиционной для АНТК им. Антонова схеме "высокоплана", что обеспечивает удаление двигателей от земли и, следовательно, уменьшение риска попадания в них посторонних предметов.

Двигатель Д-436-148 является очередной модификацией двигателя Д-436, которая создавалась на базе лучших конструктивных решений, отработанных и проверенных в процессе многолетнего опыта эксплуатации серийно выпускавшихся двигателей-прототипов семейства Д-36 и предшествующих модификаций двигателей Д-436. Достоинства Д-436-148 обусловлены также большим объемом опытно-конструкторских работ по экспериментальным модификациям этих двигателей. Соответствующая варианту самолета (ближний, дальний, сверхдальний и т.д.) настройка системы автоматического управления обеспечивает получение взлетной тяги двигателя Д-436-148 в диапазоне от 6400 до 7400 кгс. Этот двигатель в соответствии с соглашением между Российской Федерацией и Украиной создается в рамках кооперации четырех предприятий: ГП ЗМКБ "Прогресс", ОАО "Мотор Сич", ФГУП "ММПП "Салют" и ОАО "Уфимское МПО".

На предприятии осваивается также производство малоразмерных турбовальных двигателей семейства АИ-450 мощностью от 450 до 600 л.с., создаваемых совместно с ГП ЗМКБ "Прогресс", которые найдут применение не только на вертолетах Ка-226 и "Ансат", но и на ранее выпущенных Ми-2, а турбовинтовая модификация этого двигателя может быть установлена на легкие самолеты типа Як-58 и Бе-103, учебно-тренировочные самолеты Як-152 и Су-49, а также на беспилотные летательные аппараты.

По техническим, экономическим и экологическим характеристикам двигатель АИ-450 является одним из лучших в своем классе. В настоящее время он проходит программу стендовых испытаний.

Новое направление в деятельности ОАО "Мотор Сич" - это подготовка к производству варианта двигателя АИ-450, предназначенного для вертолета Ка-226, который способен перевозить 6-8



АИ-450

пассажиров или 1,4 т груза. Конструкция вертолета дает возможность производить техническое обслуживание и ремонт в процессе эксплуатации с высоким качеством работ при минимальных затратах. По экспертным оценкам, оснащение газотурбинными двигателями АИ-450 вместо устанавливаемых в настоящее время американских поршневых двигателей Allison 250-C20В позволит снизить стоимость вертолета ориентировочно на 20 %, и, следовательно, расширить рынки его сбыта и повысить конкурентоспособность.

С учетом накопленного нашим предприятием многолетнего опыта изготовления и эксплуатации вспомогательных газотурбинных двигателей АИ-8, АИ-9, АИ-9В, АИ9-3Б, АИ-24УБЭ, устанавливаемых на многих типах самолетов и вертолетов, создается двухвальтный газотурбинный вспомогательный двигатель АИ-450-МС с эквивалентной мощностью 276 кВт на базе газогенератора двигателя АИ-450. Первый запуск АИ-450-МС был осуществлен в декабре 2003 г. В настоящее время двигатель успешно проходит стендовые испытания и готовится к сертификации, проведение которой запланировано на 2004 г.

Высокая эффективность применения двигателя АИ-450-МС достигается благодаря низкому удельному расходу топлива, являющемуся следствием высоких параметров термодинамического цикла,

высокому к.п.д. узлов и выбору схемы с отбором воздуха от служебно-го компрессора, а также низкими эксплуатационными расходами.

Результатом большой плодотворной работы ОАО "Мотор Сич" совместно с ФГУП "Завод им. Климова" стал турбовальный двигатель ВК-2500 и двигатели семейства ВК-1500.

Турбовальный двигатель ВК-1500С имеет взлетную мощность 1500 л.с. Он предназначен для самолетов местных линий Ан-3, Ан-38 и региональных самолетов нового поколения Бе-132МК. В настоящее время двигатель готовится к испытаниям в термобарокамере ЦИАМ, а затем - к летным испытаниям на самолете Ан-3.

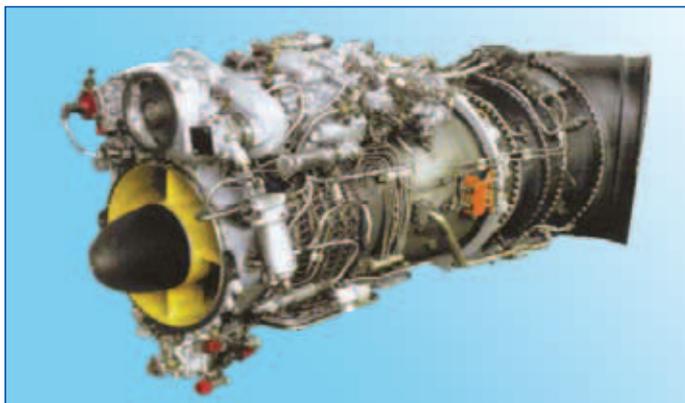
В ноябре 2002 г. состоялся первый запуск турбовальной модификации ВК-1500 - двигателя ВК-1500ВМ с взлетной мощностью 1600 л.с. В январе 2003 г. двигатель успешно прошел длительные испытания.

Этот двигатель призван заменить ветерана ТВ2-117 на вертолетах Ми-8, а его модификация ВК-1500ВК предназначена для возможной установки на вертолеты Ка-60 и Ка-62.

В настоящее время двигатели семейства ВК-1500 успешно проходят комплекс испытаний и готовятся к сертификации.

Турбовальный двигатель ВК-2500 с взлетной мощностью 2400 л.с. (мощность на чрезвычайном режиме 2700 л.с.) предназначен для установки на новые модификации вертолетов российского производства марок "Ми" и "Ка". По топливной экономичности и весовым характеристикам двигатель стоит в ряду лучших мировых образцов. У вертолетов, оснащенных такими двигателями, значительно улучшаются летно-технические характеристики при эксплуатации в высокогорных районах с жарким климатом. Кроме того, возрастает скорость полета вертолета и повышается его маневренность.

Демонстрационные полеты вертолета Ми-17-1В с двигателями ВК-2500 проводились в условиях высокогорья и высоких температур в



ВК-2500

горах Тибета (Китай). За семь летных дней было выполнено 46 полетов, в ходе которых получены уникальные результаты. Так, поднявшись на высоту 7,5 км, вертолет перелетел через Гималаи. После завершения испытаний вертолета Ми-17-1В в Тибете ряд стран, среди которых Индия, Китай и Киргизия, проявили интерес к данному вертолету.

Наряду с производством авиадвигателей ОАО "Мотор Сич" выпускает промышленные установки наземного применения: газотурбинные приводы для газоперекачивающих агрегатов мощностью 6,3; 8 и 10 МВт, газотурбинные электростанции мощностью 1; 2,5; 6 МВт, турбохолодильные агрегаты, ведется интенсивная подготовка к серийному выпуску силовых установок для водных судов различных классов.

Одной из новейших разработок предприятия является газотурбинный привод ТВ3-137АГ, работающий на керосине и дизельном топливе. Этот привод с номинальной мощностью 1 МВт создан на базе серийно выпускаемых вертолетных двигателей ТВ3-117, имею-

щих общую наработку более 15 млн часов. ТВ3-137АГ предназначен для использования в составе передвижных и стационарных электростанций, насосных и компрессорных установок, силовых установок скоростных судов и наземных транспортных средств.

На ОАО "Мотор Сич" созданы и доведены до стадии серийного производства дизельные двигатели мощностью 80 и 103 л.с. для переоборудования автотракторной техники, судовые установки средней мощности для малотоннажных судов, а также двух- и четырехтактные подвесные лодочные двигатели мощностью 15; 5,5 и 4,9 л.с., моторы для сельскохозяйственной и коммунальной мини-техники.

Запорожские моторостроители предлагают на мировой рынок продукцию, обладающую высокими функциональными характеристиками, выпускаемую на сертифицированной производственной базе.

Система качества предприятия соответствует требованиям Международных стандартов серии ISO 9001, что подтверждает "Сертификат о признании", выданный фирмой BVQI с областью аккредитации в США, Великобритании и Германии.

При изготовлении двигателей используются высокоэффективные прогрессивные технологические процессы, в том числе точное литье из жаропрочных и титановых сплавов сложнофасонных корпусных деталей и сопловых аппаратов турбин, порошковая металлургия, уплотнительные материалы, упрочняющие, термо-барьерные, коррозионностойкие покрытия, электроплазменная сварка, пайка высокотемпературными припоями, вакуумное ионно-плазменное полирование сложнофасонных поверхностей деталей, штамповка деталей энергией взрыва, современное компьютерное вибродиагностирование и др.

Значительное расширение семейства авиационных двигателей потребовало внедрения современных эффективных систем автоматизированного проектирования, автоматизиро-



Ми-17

ванной технологической подготовки производства, управления технологическими процессами и производством. Комплексное использование указанных систем позволило значительно сократить сроки и затраты на освоение производства новых двигателей.

Предприятием накоплен огромный опыт работы с иностранными эксплуатантами в отношении обеспечения послепродажного обслуживания двигателей, поставленных нами более чем в 420 эксплуатирующих организаций из 109 стран мира.

Необходимо отметить, что реальные результаты, связанные как с созданием новых перспективных авиадвигателей, так и с совершенствованием находящихся в производстве, были достигнуты благодаря тесному и взаимовыгодному сотрудничеству ОАО "Мотор Сич" с научно-исследовательскими, опытно-конструкторскими и производственными предприятиями Украины и Российской Федерации, которое мы продолжаем всемерно расширять. **П**



ОАО "Мотор Сич"
69068, г. Запорожье, ул. 8-го Марта, 15.
Тел.: 380 (612) 61-47-77. Факс: 380 (612) 65-58-85.
E-mail: motor@motorsich.com http: www.motorsich.com

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ И РЕМОНТЕ ЛОПАТОК ГТД



ОАО "ММП имени В.В. Чернышева":
Александр Новиков, генеральный директор
Александр Пайкин, главный инженер
Александр Львов, заместитель главного инженера
 Московский авиационный институт:
Вячеслав Шулов, профессор, д.ф.-м.н.

Повышение уровня эксплуатационных свойств наиболее нагруженных компонентов ГТД (лопатки компрессора и турбины), изготавливаемых из жаропрочных сплавов, является одной из наиболее важных задач авиадвигателестроения [1]. Решение этой задачи осуществляется по нескольким направлениям, и в том числе путем:

- разработки новых материалов;
- совершенствования способов изготовления, формования и обработки изделий и заготовок;
- развития новых методов поверхностной обработки деталей и нанесения на их поверхность различных защитных покрытий.

Здесь необходимо отметить, что современные технологии ведущих западных фирм направлены на максимально возможное снижение объемов операций резания, приводящих к значительным потерям материала и формированию дефектных поверхностных слоев деталей (технологическая наследственность) [2].

В связи с этим разработка и внедрение высокоинтенсивных методов поверхностной обработки деталей с использованием концентрированных импульсных потоков энергии имеет ряд преимуществ перед классическими методами поверхностной (механической, химической и термической) обработки. Облучение деталей импульсными потоками энергии обеспечивает: формирование уникального физико-химического состояния материала в поверхностном слое; достижение рекордной точности изготовления (на нанометровом уровне) и низкой шерохова-

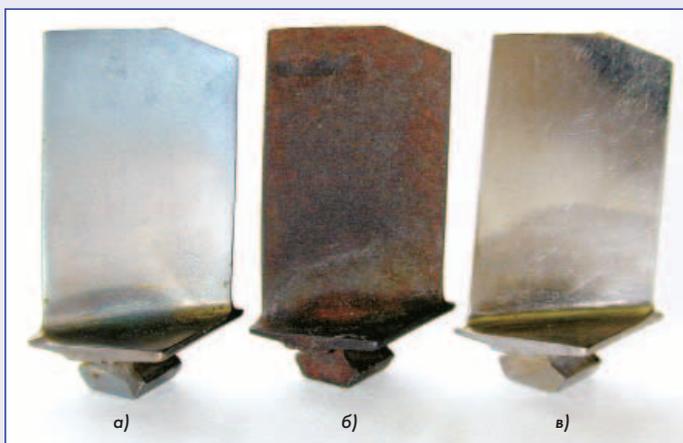
тости поверхности ($Ra = 0,05...0,06$ мкм); экологическую чистоту производства; высокую производительность (площадь поперечного сечения энергетических потоков изменяется от 30 см^2 до 1 м^2 , а длительность импульса - от 50 нс до нескольких десятков микросекунд). Применение концентрированных потоков энергии имеет по сути дела только один недостаток - необходимость проведения длительных и дорогостоящих исследований, связанных с изучением влияния режимов облучения на состояние поверхности и свойства деталей [4].

Сегодня российскими учеными созданы сильноточные электронные и ионные ускорители GESA-1, GESA-2, Радуга-5 и Темп-М, обеспечивающие получение широкоапертурных электронных и ионных импульсных пучков с высокой однородностью распределения плотности энергии по сечению, которые могут быть внедрены в промышленность при их незначительной модернизации.

Специалистами ОАО "ММП имени В.В. Чернышева" совместно с учеными Московского авиационного института, НИИЭФА им. Д.В. Ефремова, ИСЭ СО РАН, НИИ ЯФ (Томск) разработаны перспективные электронно- и ионно-лучевые технологии модификации поверхности, предназначенные для улучшения ее свойств при изготовлении и ремонте лопаток компрессора и турбины ГТД нового поколения. Исследовались исходные и облученные ионными и электронными пучками лопатки компрессора и турбины из сплавов ВТ8М, ВТ9, ВТ6, ЭП888ш, ЭП718ИД и ЖС26НК. Физико-химическое состояние поверхностных слоев лопатки исследовалось методами электронной Оже-спектроскопии, сканирующей электронной микроскопии, рентгеноструктурного анализа, просвечивающей электронной микроскопии, экзoeлектронной эмиссии и оптической металлографии в поляризованном свете. Были проведены сравнительные усталостные, коррозионные и эрозионные испытания серийных и подвергнутых облучению лопаток компрессора и турбины, включая испытания на двигателе. Основные результаты проведенных исследований и испытаний могут быть обобщены в следующем виде [4-8]:

- при облучении мощными электронными и ионными пучками деталей из специальных сплавов удается модифицировать их поверхностные слои толщиной от 1 до 100 мкм (изменение химического и фазового состава, а также дислокационной структуры, повышение плотности дислокаций, изменение размеров зерен, формирование остаточных растягивающих или сжимающих напряжений и др.);

- использование обработки сильноточными электронными и ионными пучками обеспечивает улучшение характеристик лопаток компрессора и турбины: предел выносливости повышается на 20...180 %; жаростойкость - более чем в 2 раза; эрозионная стойкость - более чем в 2 раза (в инкубационный период); коррозионная стойкость в условиях термоциклирования - более чем в 9 раз;



Внешний вид лопаток, прошедших коррозионные испытания в условиях термоциклирования (число циклов 20):

а) при облучении пятью импульсами энергией 23 Дж/см^2 ;

б) без облучения;

в) при облучении пятью импульсами энергией 26 Дж/см^2 .

- облучение с высокими плотностями вложенной энергии поверхности лопаток, прошедших наработку на двигателе, позволяет реализовать процессы испарения и даже абляции продуктов коррозии с поверхности деталей, удалить с нее деградировавшие покрытия и "залечить" поверхностные микротрещины, сформированные при эксплуатации, т. е. провести ремонт лопаток компрессора и турбины.

Полученные к настоящему времени результаты позволяют очертить наиболее перспективные области применения импульсных ионных и электронных пучков в авиационном двигателестроении, среди которых:

- модификация свойств лопаток компрессора и турбины путем выглаживания поверхности, изменения химического и фазового составов материала поверхностных слоев, улучшения структуры кристаллической решетки при финишной термообработке, формирования структуры с оптимальным размером зерен, плотностью дислокаций и точечными дефектами, наведения остаточных сжимающих напряжений;

- ремонт деталей с деградировавшим поверхностным слоем или покрытием;

- нанесение защитных покрытий на поверхность деталей с острыми кромками при первоначальном проведении процесса импульсно-дуговой ионной имплантации элементов покрытия с его последующим осаждением в условиях сепарации пароплазменной фазы от капельной фракции;

- комплексная обработка поверхности лопаток, включающая нанесение покрытий и их последующую высокоскоростную перекристаллизацию с помощью мощных импульсных электронных или ионных пучков;

- интегральная технология модификации поверхности, основанная на использовании интенсивных импульсных ионных или электронных пучков с последующей ионной имплантацией, определяющих возможности организации процесса нанесения защитного покрытия.

Перечень возможных способов применения концентрированных импульсных потоков энергии в авиационном двигателе-

строении может быть существенно расширен, что представляется особенно важным при разработке технологических процессов, применяемых при производстве двигателей пятого и шестого поколений. **П**

Список литературы:

1. Сулима А.М., Подзей А.В., Серебряников Г.З., Носков А.А. Основы технологии производства ГТД. М.: Машиностроение, 1996. 480 с.

2. Evans W.J. Optimising mechanical properties in $\alpha+\beta$ -titanium alloys. // Thermomechanical processing of and metallurgy of titanium alloys. 7-11 July 1997, Wollongong, Australia, p. 89-96.

3. Петухов А.Н. Усталостная прочность деталей ГТД. М.: Машиностроение, 1993. 240 с.

4. Shulov V.A., Remnev G.E., Nochovnaya N.A., Ryabchikov A.I. High-power ion beam treatment application for properties modification of refractory alloys. // Surface and Coatings Technology, 1997, № 99. P. 74-81.

5. Пайкин А.Г., Львов А.Ф., Шулов В.А. и др. Использование сильноточных импульсных электронных пучков для модификации свойств лопаток ГТД. // Проблемы машиностроения и автоматизации, 2003, № 3. С. 41-49.

6. Шулов В.А., Пайкин А.Г., Фомин Н.И. и др. Сопrotивление солевой коррозии деталей из жаропрочных сталей ЭП866ш и ЭП718ИД, подвергнутых обработке сильноточными импульсными электронными пучками. // Материалы V Международной конференции по взаимодействию излучений с твердым телом. Минск: БГУ, 2003. С. 320-322.

7. Напольнов А.Н., Львов А.Ф., Шулов В.А. и др. Исследование состояния поверхности обработанных мощным ионным пучком лопаток компрессора ГТД из сплава BT9 после эксплуатационных испытаний на технологическом двигателе. // Титан, 1995. № 1-2. С. 30-34.

8. Remnev G.E. and Shulov V.A. Application of high power ion beams for technology. // Laser and Particle Beams, 1993, V. 11, № 4. P. 707-731.

ИНФОРМАЦИЯ

25 февраля 2004 г. группа компаний АСКОН, лидирующий российский разработчик САПР и интегратор решений в области промышленной автоматизации, провела пресс-конференцию, посвященную итогам 2003 г. и предстоящему 15-летию созданию АСКОН. Перед журналистами выступил директор по маркетингу Евгений Бахин. На ряд вопросов ответил руководитель московского офиса АСКОН Александр Тимошин.

За 15 лет своей работы компания стала признанным лидером рынка САПР России и других стран. АСКОН сформировал мощные структуры разработки продуктов, их продвижения и внедрения у заказчиков. Региональная сеть АСКОН - самая крупная в СНГ. Компания обладает собственными ноу-хау, исследовательскими методиками, большим опытом создания высокотехнологичного программного обеспечения.

По данным журнала "САПР и графика" издательского дома "КомпьютерПресс", по количеству инсталляций программных продуктов АСКОН сегодня лидирует среди поставщиков САПР, занимая 41 % рынка. По финансовому объему продаж в 2003 г. компания занимает 13 % рынка.

В 2003 г. АСКОН осуществил вывод на рынок интегрированного комплекса

CAD/CAM/PDM на базе систем КОМПАС V6, ЛОЦМАН:PLM, АВТОПРОЕКТ. Система управления инженерными данными ЛОЦМАН:PLM является центральным звеном комплекса.

С помощью новых продуктов АСКОН способен выполнять системную интеграцию и построение решений "под ключ" в области конструкторско-технологической подготовки производства и управления данными об изделии.

Состоялся выпуск двух версий известной CAD-системы АСКОН, КОМПАС-3D V6 и КОМПАС-3D V6 Plus. Увеличилась мощность системы, произошло значительное ускорение работы с 3D-моделями, появилось большое количество новых функциональных возможностей.

В 2003 г. бурно развивалась региональная сеть: создан новый офис компании АСКОН-Астана (Казахстан). Появились новые партнеры - "Сфера" (Мурманск), "Анком" (Иркутск), UBS (Алма-Ата, Казахстан). Большое внимание уделялось выводу на рабочий режим "молодых" офисов в Екатеринбурге, Новосибирске, Минске, Казани и Рязани.

В 2003 г. одними из крупных заказчиков программных продуктов АСКОНА были такие предприятия, как ММПП "Салют"

(Москва), Уралвагонзавод (Нижний Тагил), Коломенский завод, "Северсталь-групп" (Череповец), РСК МИГ, "Ижмаш", "Машиностроитель" (Пермь), "Искра" (Пермь), ЧЭАЗ (Чебоксары), "Электроцит" (Самара), "ТюменНИИгипрогаз", нефтяная компания "Татнефть", АНК "Башнефть", НПФ "Геофизика (Уфа), КазЦинк (Казахстан), "Селми" (Сумы, Украина), "Море" (Феодосия, Украина), "Запорожсталь" (Украина), Эрдэнэтский ГОК (Монголия).

В 2004 г. группа компаний АСКОН планирует выпустить по две очередные версии своих ключевых продуктов КОМПАС-3D и ЛОЦМАН:PLM. АСКОН также выпустит новые корпоративные справочники данных и будет развивать свою новейшую технологию объектно-ориентированного представления инженерных данных в системе ЛОЦМАН:Дизайнер (базируется на стандартах, известных как PartLib). Это настоящий прорыв в технологиях работы с данными, способный привлечь внимание не только заказчиков, но и западных разработчиков программного обеспечения. Быстро будет развиваться направление технологического проектирования и решения других производственных задач.

Соб. инф.

НПП "АЭРОСИЛА" ПРЕДЛАГАЕТ НОВИНКИ

В 2004 г. НПП "Аэросила" - ведущему российскому предприятию, специализирующемуся в области разработки и производства самолетных воздушных винтов, винтовентиляторов, вспомогательных газотурбинных двигателей (ВГТД), а также авиационных агрегатов различного назначения, исполняется 65 лет.

Высокопрофессиональная школа разработчиков ВГТД и воздушных винтов, современное специализированное производство, уникальная испытательная база позволяют выполнять широкий комплекс работ от разработки новых изделий, их серийного выпуска до поддержки в эксплуатации и увеличения их ресурсов и сроков службы. Более 50 лет коллектив занимается проектированием и выпуском ВГТД, предназначенных для запуска маршевых двигателей самолетов и вертолетов, кондиционирования кабин и салонов, питания электроэнергией бортовых систем, а также для использования в качестве наземных установок авиационного назначения. Созданные на предприятии ВГТД устанавливаются на самолетах Ту-134А, Ту-154, Ту-154Б, Ту-154М, Ил-62М, Ил-76Т, Ил-76МД, Як-42, Ту-160, Ан-22, Ан-72, Ан-74, Ан-124, Ту-204, Ту-214, Ан-70, Ту-334, Бе-200, вертолетах Ми-26, Ка-31 и других объектах.

Сегодня НПП "Аэросила" предлагает заказчикам газотурбинные двигатели нового поколения. Среди них - ВГТД первого типоразмера ТА14 эквивалентной мощностью 100 кВт. Он предназначен для региональных самолетов Ил-114, Ан-140, МиГ-110, Су-80 и вертолетов типа Ми-8, Ми-17, Ка-62.

ТА14 представляет собой одновальный газотурбинный двигатель с отбором сжатого воздуха от компрессора газогенератора, оснащенный полным комплектом необходимых для его работы агрегатов и генератором переменного тока.

ВГТД ТА14 сертифицирован в 2001 г. Авиационным регистром МАК на соответствие Авиационным правилам АЛ ВД (сертификат типа № СТ203-ВД). Серийное производство двигателя

Конструкция ТА18-100 включает одновальный газотурбинный двигатель с редуктором, на котором расположены его агрегаты и генератор переменного тока, охлаждаемый маслосистемой двигателя. Отбор сжатого воздуха производится от компрессора газогенератора. Применение схемы с отбором воздуха из-за компрессора газогенератора позволило упростить конструкцию, минимизировать массу и линейные габариты ВГТД.

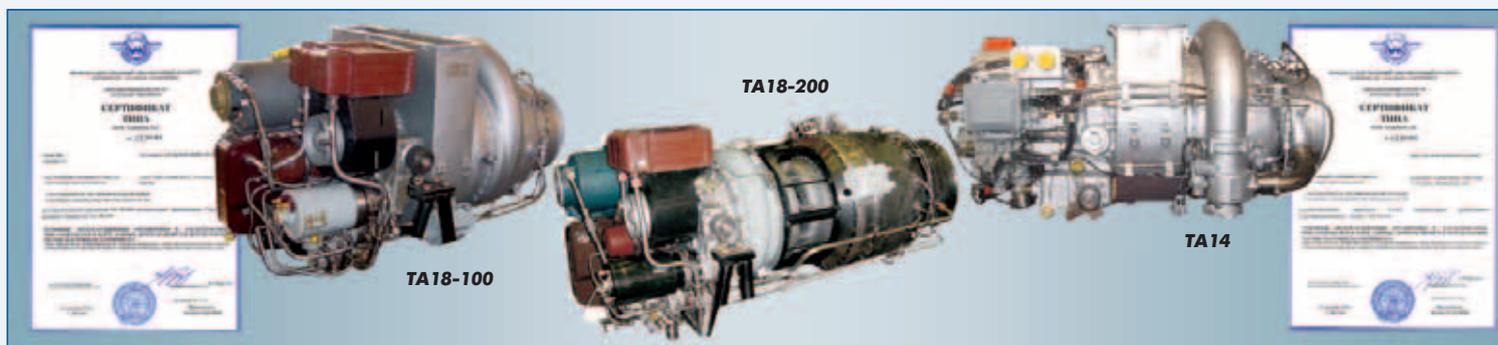
Вспомогательный двигатель ТА18-100 сертифицирован Авиационным регистром МАК в 2002 г. (сертификат типа № СТ211-ВД). Серийное производство двигателя ТА18-100 также сертифицировано Авиационным регистром МАК на НПП "Аэросила".

Двигатель этого же ряда ТА18-200 принадлежит к третьему типоразмеру. Он должен заменить устаревшие ВСУ типа ТА12, ТА12А и ТА12-60 на самолетах Ту-204, Ту-214 и других самолетах аналогичного класса.

Опытные образцы этого двигателя проходят испытания с целью проверки и доводки систем. Окончание комплекса сертификационных испытаний типовой конструкции двигателя запланировано на 2005 г.

Для легких вертолетов и легких административных и учебно-тренировочных самолетов создается перспективный вспомогательный двигатель "нулевого" типоразмера - ТА20 малой мощности ($N_{эв} = 50$ кВт).

Сейчас на "Аэросиле" ведется эскизное проектирование ТА20. Отличительной особенностью проекта является отсутствие маслосистемы и применение высокооборотного генератора переменного тока, работающего в стартерном режиме. Этот двигатель может быть использован в качестве основы для создания перспективных наземных энергоустановок, обладающих высокими эксплуатационными качествами.



ТА14 также сертифицировано Авиационным регистром МАК на НПП "Аэросила". Объемом проведенных испытаний подтвержден ресурс 6000 циклов (запусков).

Начаты летные испытания ВСУ, созданной на базе ТА14 и предназначенной для вертолета Ми-171. На базе газогенератора ТА14 ведется разработка модификаций двигателя ТА14-130 для Як-130 и подобных типов самолетов, а также ТА14-031 с генератором переменного тока мощностью 40 кВА и ТА14-062 для вертолетов фирмы "Камов". Подготовлены двигатели для летных испытаний на Як-130.

Еще одно новое изделие "Аэросилы" - ВГТД ТА18-100, представитель вспомогательных двигателей второго типоразмера. Он обеспечивает потребности региональных самолетов Ту-334, Бе-200, Ан-74ТК-300 и Ан-148.

В планах предприятия на сегодняшний день и ближайшее будущее - создание маршевого турбовинтового двигателя ТА500 мощностью 500...600 л.с., который ни в чем не будет уступать лучшим мировым образцам. Впервые в практике предприятия, да и в мировой практике, одна фирма выступает в качестве единственного разработчика турбовинтовой СУ (обычно двигатель и винт для него создавались разными конструкторскими бюро).

По газодинамическим и другим удельным параметрам, экономичности и массогабаритным характеристикам двигателя, разрабатываемые ОАО НПП "Аэросила", полностью соответствуют современным требованиям и намного превосходят ранее созданные предприятием аналогичные ВГТД. Внедрение новых двигателей и их модификаций позволит полностью удовлетворить потребности современной отечественной авиации. **П**

Основные характеристики ВГТД НПП "Аэросила"				
Характеристика	ТА14	ТА18-100	ТА18-200	ТА20
Расход отбираемого воздуха, кг/с	0,55	1,27	1,7	0,35
Давление отбираемого воздуха, кгс/см ²	3,65	4,52	4,7	3,0
Мощность генератора, кВА	20	60	60	20
Масса, кг	56	156	190	30
Удельный расход топлива, кг/кВт·ч	0,65	0,68	0,47	-
Максимальная высота запуска, м	9000	9000	11000	-
Сертификация, год	2001	2002	2005	-

ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

КАК ОДНА ИЗ ОСНОВ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ



Одним из основных направлений деятельности компании "С-Инструментс" является оснащение предприятий системами предупредительного или диагностического обслуживания технологического оборудования, когда его ремонт и обслуживание производится на основании оценки реального технического состояния. Диагностический мониторинг позволяет эффективно оценивать состояние технологического оборудования, предупреждать развитие дефектов и аварий и осуществлять ремонт не по регламенту, а в тех случаях, когда это действительно необходимо.

От безаварийной работы авиадвигателей, обеспечиваемой соответствующим техническим состоянием каждой из деталей проточной части, в решающей степени зависит безопасность экипажа и пассажиров, сохранность грузов при авиационных перевозках. При проведении осмотров контролеры работают в крайне сложных и напряженных условиях, порой им приходится осматривать до трех четырех двигателей за смену. В каждом из объектов осмотра может

быть более десятка ступеней компрессора, несколько ступеней турбины с большим количеством лопаток (по несколько десятков на каждой). Кроме того, периодическому осмотру подлежат другие узлы: сопловые и направляющие аппараты компрессора и турбины, форсунки, обечайки, топливные коллекторы и жаровые трубы камер

сгорания, узлы подвески двигателя и т.д.. Как правило, указанные работы проводятся вне ангаров, на открытом воздухе, в условиях воздействия неблагоприятных климатических факторов, что может приводить как к травмам контролеров, так и к повреждениям осматриваемых объектов и смотровых приборов.

Значимость качества контроля технического состояния узлов авиационных двигателей весьма высока, ведь пропуск даже единственного повреждения, выходящего за пределы допустимых норм, чреват серьёзной аварией. В условиях острого дефицита времени на осмотр и принятие решения по каждой отдельной лопатке (как правило, оно не превышает нескольких минут, исключение делается для сильно поврежденных деталей) успешность работы контролера обеспечивается, прежде всего, соответствующими возможностями инструмента, используемого при осмотре. Видеоскоп OLYMPUS IPLEX является новейшим прибором визуального контроля, специально предназначенным для применения при работах на авиационной технике.

OLYMPUS IPLEX позволяет не только проводить комплексный визуальный контроль всей проточной части практически любого авиационного двигателя, но и оценивать дефекты узлов, входящих в его состав. Результаты осмотра могут быть документированы на флэш-картах с объемом, позволяющим сохранить до 300 снимков, или непосредственно на переносном персональном компьютере, что дает возможность повторно просматривать изображение и производить многократные обмеры. Полученное с помощью OLYMPUS IPLEX изображение контролируемого узла характеризуется высоким разрешением, прекрасной контрастностью и цветопередачей, большой глубиной резкости. Рабочая часть видеоскопа обладает переменной жесткостью и оптимально подобранной гибкостью, что обеспечивает легкий ввод ее в двигатель. Для осмотра лопаток компрессоров низкого и высокого давления, а также вентилятора КНД прибор комплектуется жесткими направляющими. Широ-

кий набор сменных объективов с углами поля зрения 40...200°, возможность прямого и бокового обзора с минимальными оптическими искажениями по всему полю зрения обеспечивают среднюю погрешность оценки размеров дефектных областей узлов авиационных двигателей на уровне 10 %.

Использование OLYMPUS IPLEX при осмотрах авиационных двигателей значительно облегчает работу контролеров, уменьшает риск повреждения и позволяет решать задачи диагностики технического состояния проточного тракта и узлов с неизменно высоким качеством.

Многие элементы конструкции авиадвигателей (рабочие лопатки, диски, валы роторов и др.) подвержены действию тепловых и силовых нагрузок, которые вызывают накопление в материале детали скрытых повреждений, приводящих к возникновению макроскопических трещин. Вихретоковый дефектоскоп Phasec 2200 со специальными датчиками предназначен для контроля состояния лопаток турбины, компрессора и других деталей двигателей как установленных на летательных аппаратах, так и снятых с них. С его помощью выявляются дефекты в виде мелких усталостных трещин, несплошностей на деталях различной конфигурации из стальных, титановых, жаропрочных и алюми-

ниевых сплавов, поверхностные и подповерхностные дефекты. Наряду с указанными ранее приборами для контроля различных узлов авиадвигателей используются поставляемые ЗАО "С-Инструментс" ультразвуковые дефектоскопы и толщиномеры, портативные приборы для измерения твердости. Вибромониторинг и диагностика технического состояния авиационных двигателей, статические и динамические тензонапряжения дисков и лопаточных венцов рабочих ступеней компрессора и турбины, кожуха камеры сгорания и других деталей и вспомогательных установок осуществляются с помощью многоканальных VХI-систем Turbomonitor™ и Entrx™ компании Rockwell Automation Entek.

В последние годы огромное значение приобрел неразрушающий метод определения химического состава металлов. Необходимость проведения тщательного входного контроля поступающей на заводы металлопродукции обусловлена увеличившимся потоком поставляемых некачественных материалов. Для решения этой задачи используются портативные анализаторы металлов двух типов - рентгено-флуоресцентные (РФ) и оптико-эмиссионные (ОЭ). РФ-анализаторы очень компактны и просты в обращении. Например, РФ-анализатор металлов X-MET 3000 весит всего 2,5 кг и через 5...20 с после измерения образца выдает на экран информацию о химическом составе измеряемого сплава или название марки сплава. Определить концентрацию всех элементов, входящих в сплав (в том числе, углерод, серу и фосфор), можно только с помощью ОЭ-анализаторов. Одним из наиболее точных портативных ОЭ-спектрометров является анализатор ARC-MET 8000. Этот прибор за несколько секунд осуществляет полный химанализ или выдает марку сплава. **П**

В последние годы огромное значение приобрел неразрушающий метод определения химического состава металлов. Необходимость проведения тщательного входного контроля поступающей на заводы металлопродукции обусловлена увеличившимся потоком поставляемых некачественных материалов. Для решения этой задачи используются портативные анализаторы металлов двух типов - рентгено-флуоресцентные (РФ) и оптико-эмиссионные (ОЭ). РФ-анализаторы очень компактны и просты в обращении. Например, РФ-анализатор металлов X-MET 3000 весит всего 2,5 кг и через 5...20 с после измерения образца выдает на экран информацию о химическом составе измеряемого сплава или название марки сплава. Определить концентрацию всех элементов, входящих в сплав (в том числе, углерод, серу и фосфор), можно только с помощью ОЭ-анализаторов. Одним из наиболее точных портативных ОЭ-спектрометров является анализатор ARC-MET 8000. Этот прибор за несколько секунд осуществляет полный химанализ или выдает марку сплава. **П**

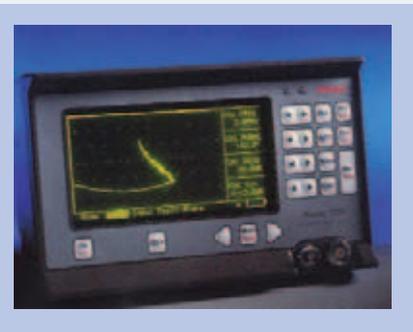
ЗАО "С-Инструментс"

125009, Россия, Москва, ул. Моховая, 9 В.

Тел.: (095) 203-0308, 203-0986.

Факс: (095) 203-1067.

www.s-i.ru e-mail: info@s-i.ru



СТАНКИ MIKRON С ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ SMART MACHINE

Владимир Полюнов, к.т.н., Алексей Смирнов, к.ф.-м.н., Игорь Костычев, к.т.н.

На международной выставке станков ЕМО 2003 г. в Милане фирма Микрон впервые представила станок с искусственным интеллектом Smart Machine - новым инновационным продуктом на мировом рынке.

Для повышения гибкости управления станком в его систему введен ряд модулей программного и аппаратного обеспечения, которые комбинируются при изменении конфигурации станка, обеспечивающей реализацию тех или иных заданных критериев его эффективности. Модули могут быть использованы в станках фирмы Mikron с традиционными УЧПУ Heidenhain. Они обеспечивают необходимую связь между оператором и станком, которая предоставляет оператору информацию, необходимую для оценки качества процесса фрезерования. Кроме того, оператору предоставляются различные рекомендации и средства оптимизации процесса. Осуществляется также контроль состояния станка и выбор рациональных режимов фрезерования для повышения надежности процесса и улучшения качества поверхности обрабатываемой детали, в особенности в случае автономной работы станка без участия оператора. Концепция Smart Machine позволяет обеспечить станку Mikron уникальную эффективность и производительность.

- повышение качества поверхности детали (исключение следов вибрации на поверхности детали);
- повышение стойкости инструментов (снижение расходов на инструмент);
- обеспечение возможности проверки качества балансировки используемых державок инструмента;
- обеспечение возможности реализации критических технологических обработок;
- продление срока эксплуатации рабочих шпинделей;
- повышение надежности процесса (уменьшение времени простоя станка, исключение возможности повреждения детали и инструмента).



Электрошпиндель со встроенным датчиком

Принцип работы модуля APS заключается в измерении параметров вибраций, возникающих при фрезеровании вследствие изменения площади сечения стружки, а также при прерывистом фрезеровании. Указанные вибрации усиливаются движущимися массами, связанными со шпинделем, во время ускорений и замедлений. С помощью датчика ускорений, встроенного в шпиндель, параметры вибрации, возникающей в процессе фрезерования, измеряются, передаются на шкалу-дисплей и записываются. Перегрузками, обусловленными ускорениями/замедлениями шпинделя, в процессе обработки можно управлять. Программное обеспечение APS-системы, разработанное фирмой Mikron, поставляется в стандартной комплектации с устройством ЧПУ.

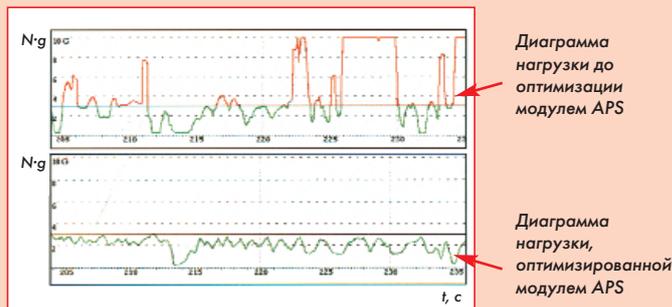
Модуль APS включен в стандартный комплект поставки станков всех моделей станков Mikron, за исключением станков VCP 1000W, UCP 1150, VCP 1350, UCP 1350 и VCE Pro.



Модуль APS - модуль обеспечения эффективного процесса

Фирма Mikron - первая в мире фирма, использующая мониторинговую систему "модуль APS" в качестве базового модуля в своих станках. В расширенном варианте модуль APS extended обеспечивает контроль и управление процессом фрезерования.

Модуль APS является элементом Smart Machine, разработанным для электрошпинделя типа HVC140 фирмы Mikron (для других электрошпинделей разработка APS Модуля продолжается). Этот модуль предоставляет большие возможности оператору для наблюдения и контроля за процессом фрезерования. Модуль APS специально разработан для высокоскоростного и силового фрезерования, однако он может быть также использован и для других целей фрезерной обработки. С помощью этого модуля силы, возникающие в процессе обработки, визуализируются на дисплее. В результате у оператора появляется возможность обоснованного вмешательства в процесс для оптимизации его параметров и, таким образом, обеспечивается решение следующих задач:



Модуль APS extended с дополнительными функциями для обеспечения эффективного процесса

В пакет программ этого модуля, базой которого является модуль APS, включены расширенные функции, что позволяет осуществлять управление процессом с использованием дополнительных возможностей. Предельно допустимые значения нагрузки и предельные уровни ускорения для аварийной сигнализации и для выдачи NC-команды "стоп" могут быть заданы оператором.

В случае превышения в процессе обработки предельных значений ускорений при выдаче NC-команды "стоп" электрошпиндель отключается, и станок автоматически останавливается. Превышение предельных значений ускорений указывает на создающуюся критическую ситуацию в процессе фрезерования. Модуль APS extended гарантированно обеспечивает оптимальную защиту станка в автономном, без участия оператора, режиме его работы.

Другим отличием модуля является возможность записи изменений вибраций в файл - журнал работы шпинделя, который доступен оператору, вместе с другими данными, в том числе текущую да-

ту, время, текущие значения частоты вращения, номер инструмента, значение величины подачи, номер блока программы ЧПУ и наименование программы.



Шкала-дисплей становится красного цвета, если превышена запрограммированная предельная величина аварийной сигнализации.

Модуль APS extended поставляется в составе станков моделей XSM / HSM 400 (U) / 600 (U) / 800 со шпинделями, рассчитанными на частоту вращения 30000 / 42000 / 60000 мин⁻¹, с HSK 32 и моделей VCP / UCP 600 / 800 (Vario) и VCP / UCP 800 (W) / 1000 Duro со шпинделями, имеющими конус HSK 40.

Модуль OSS поддержки оператора

Особенности конструкции современных штампов и пресс-форм, а также точных деталей изделий основного производства в настоящее время требуют более дифференцированной настройки процессов высокоскоростной обработки.

Первый и единственный в мире модуль OSS с искусственным интеллектом поддержки оператора оптимизирует процесс обработки в соответствии с конструктивными особенностями детали и техническими требованиями к ней. Различные приоритеты обработки, а также масса детали и сложность обработки могут быть заданы при использовании интуитивно понятного интерфейса пользователя.

Используя интерфейс с изображением треугольника приоритетов настройки модуля OSS, пользователь может задать приоритеты, которые должны быть приняты во внимание в процессе обработки. Четыре различных критерия - показателя приоритета (время, точность, качество поверхности и компромиссный критерий, учитывающий три остальные) определяют характер процесса обработки.

Система с искусственным интеллектом затем задает динамические характеристики поведения станка для обеспечения требований, предъявляемых к качеству поверхности детали.

Приоритет - время

При черновой обработке единственный критерий - время. Если оператор выбирает время в качестве главного критерия, модуль OSS расширяет поле допуска при обработке криволинейных и угловых участков детали. С этой целью система управления адаптирует кривую изменения ускорений к той геометрии, для получения которой должна быть обработана деталь на черновых режимах. После этого приводы обеспечивают максимально возможные значения ускорений и скорости.

Приоритет - точность

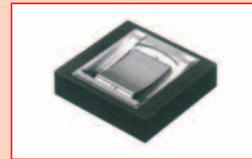
Если требуется максимальная точность воспроизведения геометрии детали, то станок настраивается, используя лишь модуль OSS. При этом выбирается более узкое поле допусков. Приводы обеспечивают замедление движения при обработке угловых и криволинейных участков детали с целью исключения перерегулирования. В этом случае скорости подачи выдерживаются максимально возможными, но точность имеет главный приоритет.

Приоритет - качество поверхности

Для получения наилучшего качества поверхности задается поле допусков при обработке поверхности угловых и криволинейных участков деталей. Приводы станка настраиваются на сглаживание пиковых значений скорости и ускорения перемещений в переходных точках.

Критерий, заданный оператором

В дополнение к predetermined режимам обработки пользователь может также задать режимы, исходя из собственного опыта. Эти режимы могут быть внесены в библиотеку данных и повторно использованы.



Модуль OSS создан на базе устройства ЧПУ типа Atek с системой Mikron CYCLONE Expert и, соответственно, устройства ЧПУ Heidenhain iTNC 530. Все функции этих устройств ЧПУ остаются неизменными.

Доступ ко всем функциям модуля OSS обеспечивается с пульта управления со встроенным трекболом.

Модуль OSS входит в стандартный комплект поставки станков моделей XSM 400 / XSM 400U.

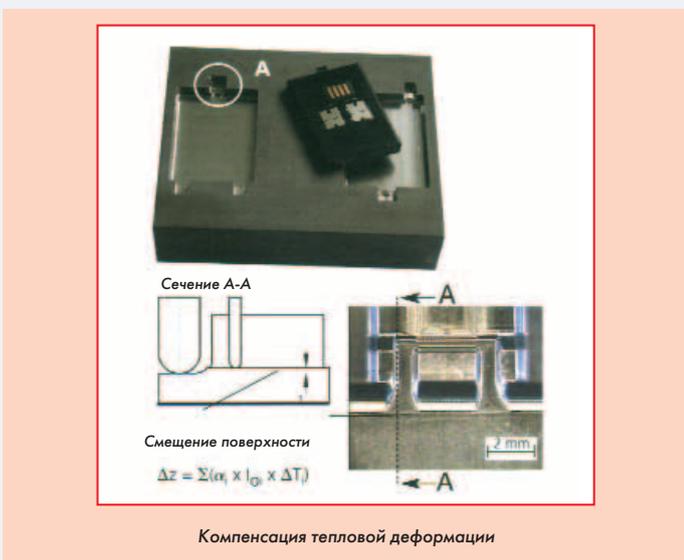
Модуль ИТС с искусственным интеллектом для управления компенсацией температурных деформаций

Перед выполнением высокоточных фрезерных работ оператор, как правило, должен выждать некоторое время, чтобы станок прогрелся и установилось его термостабильное состояние.

Назначением модуля ИТС является управление смещением референтной (базовой) точки шпинделя в зависимости от его температуры с целью компенсации тепловой деформации. Благодаря этому отпадает необходимость в предварительном прогреве станка, характерном для большинства случаев его применения, за исключением режима, когда от станка требуется наибольшая точность обработки.

Преимущества станков с модулем ИТС:

- при стандартном фрезеровании отпадает необходимость в предварительном прогреве станка, что означает экономию времени примерно от 15 до 25 минут по сравнению с другими станками, предлагаемыми в настоящее время на рынке фирмами-конкурентами Mikron;
- продолжительность этапа предварительного прогрева, необходимого для обработки детали с наивысшей точностью, сокращена до нескольких минут;
- высокое качество поверхности и точность формы детали могут быть обеспечены независимо от опыта и уровня квалификации оператора станка.



Компенсация тепловой деформации

Таким образом, модуль ИТС обеспечивает повышение производительности станка, улучшает точность обработки поверхности детали, повышает надежность осуществления процесса обработки с заданным качеством, а также сокращает потребность в использовании специализированных сложных инструментов при обработке деталей, выпускаемых малыми партиями.

Кроме того, использование модуля ИТС позволяет:

- увеличить частоту вращения шпинделя, осевые скорости, ускорения по осям и вращающий момент при высокоскоростной обработке;
- шире применять обработку со смазкой туманом и сухую обработку;
- эффективнее реализовывать полную обработку детали с одной установки;
- автоматизировать процесс обработки при большой разнице температур детали и инструмента, а также при колебаниях температуры окружающей среды.

Модуль ИТС входит в стандартный комплект поставки станков моделей XSM / HSM 400 (U) / 600 (U) / 800 и поставляется по отдельному заказу со станками моделей VCP / UCP 600 / 800 (Vario) и VCP / UCP 800 (W) / 1000 Duro.

Модуль RNS беспроводной передачи SMS-сообщений

Если в процессе автономной, без участия оператора, работы станка на дисплее будет выдано сообщение от устройства ЧПУ или от модулей Smart Mashine, то заказчик получает краткое SMS-сообщение по системе беспроводной связи в форме текста на дисплее сотового телефона. Кроме того, могут быть переданы сообщения о состоянии станка и информация о выполнении программы устройства ЧПУ.

Лица, которым должна быть передана информация, предварительно вносятся в список в адресной книге-файле устройства ЧПУ с указанием их имени и номера сотового телефона. Одновременно выбирается перечень информационных сообщений, который должен передаваться конкретному лицу; при этом информация об остановке станка передается всегда.

Благодаря этим SMS-сообщениям абонент может обладать полной информацией о состоянии станка, в том числе о возникновении нештатной ситуации, о времени ее проявления и о том, кому еще эта информация передана. Все это позволяет быстро и эффективно вмешиваться в процесс.

Преимущества RNS Модуля:

- исключается необходимость в постоянном присутствии оператора у станка;
- обеспечивается повышенная безопасность при работе станка;
- обеспечивается полная информированность оператора о состоянии станка в любое время и в любом месте его нахождения.

Система RNS поставляется по отдельному заказу со станками моделей XSM / HSM 400 (U) / 600 (U) / 800 и моделей VCP / UCP 600 / 800 (Vario), VCP / UCP 800 (W) / 1000 Duro, VCP / UCP 1000 (W) / 1150 / 1350.

Модуль Sigma/CMS управления производственной ячейкой

Подготовка станка для установки модуля Sigma/CMS включает все аппаратные средства и пакеты программ, предназначенные для стыковки станка с устройством Sigma фирмы 3R управления производственной ячейкой.

Sigma/CMS является модульным устройством, обеспечивающим управление базой различных данных о процессе и их передаче производственным модулям. При этом имеется в виду также возможность подключения к различным станциям, например, к станции наладки, к измерительной машине, к фрезерному и электроэрозионному станкам. По этой причине подготовка всегда выполняется по индивидуальному заказу потребителя, и она должна быть адаптирована индивидуально в соответствии с его требованиями.

В связи с этим фирма Mikron осуществляет только подготовку со стороны станка.

Модуль Sigma/CMS может поставляться по отдельному заказу в комплекте станков моделей HSM 400 (U) / 600 (U) / 800 и VCP / UCP 600 / 800 (Vario).

С новыми модулями Smart Machine, представленными выше, фирма Mikron оказывается снова на шаг впереди по отношению к конкурентам, убедительно показывая, что обмен информацией между оператором и станком является важнейшим фактором для формирования надежного и производительного процесса обработки. 



По всем вопросам, связанным с технологическими возможностями электроэрозионных станков ROBOFORM и ROBOFIL, а также фрезерных станков для высокоскоростной обработки и их приобретением, можно обратиться к эксклюзивному дистрибьютеру станков ООО CHARMILLES & MIKRON DIFFUSION.

Тел.: (095) 219-9604, 218-9246.

Факс: (095) 232-3625, E-mail: lazer@orc.ru

ВИБРАЦИЮ - ПОД НАДЕЖНЫЙ КОНТРОЛЬ

Новейшая разработка ЗАО "Вибро-прибор" - аппаратно-программный комплекс (АПК) ИВ-Д-СФ-3М, предназначенный для непрерывного контроля роторных вибраций силовых агрегатов при разработке, опытно-серийном производстве, а также в процессе эксплуатации с целью сбора диагностической информации, необходимой для выявления дефектов на ранней стадии их возникновения.

Комплекс может работать в автономном режиме или совместно с ПЭВМ, используя специализированное программное обеспечение.

Применение аппаратуры ИВ-Д-СФ-3М позволяет:

- подключаться к широкополосным выходам усилителей зарядов всех типов штатной аппаратуры контроля вибрации ИВ-Д-ПФ;
- одновременно измерять и отображать на встроенном табло текущую вибрацию девяти любых составляющих вибрационного спектра силового агрегата;
- измерять и отображать на встроенном табло текущую частоту вращения роторов агрегата;
- настраиваться на любую гармоническую составляющую вибрационного спектра с точностью 0,1 %.

Программное обеспечение "Вибромониторинг" позволяет:

- непрерывно отображать уровни вибрации в виде графиков и таблиц на экране монитора ПЭВМ;
- регистрировать текущие уровни вибрации в базе данных;
- переносить в интерактивном или автоматическом режиме ин-

тервалы данных в архив длительного хранения;

- просматривать и печатать текущую и архивную информацию с использованием развитых средств просмотра и гибких настроек внешнего вида;
- выполнять ручное и автоматическое (по настраиваемому расписанию) администрирование базы данных и архива;
- осуществлять по желанию оператора параллельный спектральный анализ трех каналов вибрации с выходов усилителей;
- осуществлять фильтрацию, выделение тренда, статистическую и спектральную обработку;
- экспортировать виброграммы для обработки в текстовых редакторах и средствах специального ПМО.

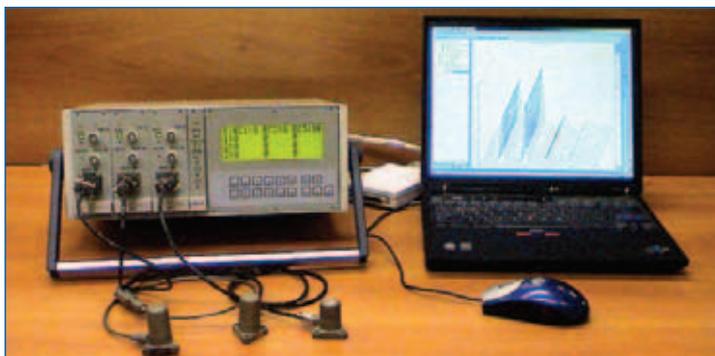
Внедрение АПК ИВ-Д-СФ-3М позволит:

- заменить находящиеся в эксплуатации морально и физически устаревшие системы измерения вибрации;
- уменьшить трудоемкость проведения испытаний;
- повысить точность измерения параметров вибрации;
- выполнять измерение вибраций с использованием сертифицированных каналов и облегчить аттестацию измерительных стендов;
- перейти к созданию полностью автоматизированных систем испытания двигателей.

Подробнее об АПК ИВ-Д-СФ-3М - в журнале "Двигатель" № 1 - 2004.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АППАРАТУРЫ ИВ-Д-СФ-3М

1.	Количество входов подключения датчиков вибрации	3 шт.
2.	Коэффициент передачи датчиков вибрации	1...25 нКлс ² /м
3.	Количество входов подключения датчиков частоты вращения	3 шт.
4.	Диапазоны измерения виброускорения (СКЗ и/или амплитудное значение)	(0,1...2,0) / (1,0...20,0) / (10,0...200,0) г
5.	Диапазоны измерения виброскорости (СКЗ и/или амплитудное значение)	(1,0...10,0) / (10,0...100,0) / (100,0...1000,0) мм/с
6.	Диапазоны измерения виброперемещения (СКЗ и/или амплитудное значение)	(0,01...0,1) / (0,1...1,0) / (1,0...10,0) мм
7.	Время усреднения	0,3; 1; 3 с
8.	Динамический диапазон	65 дБ
9.	Фильтрация с помощью перестраиваемых узкополосных фильтров с относительной шириной полосы пропускания на уровне 3 дБ	3 %; 6 %; 12 %
10.	Частотный диапазон перестройки узкополосных фильтров	5...15 000 Гц
11.	Выходные сигналы, пропорциональные уровню измеряемой вибрации: • напряжение постоянного тока (на сопротивление нагрузки не менее 10 кОм) • постоянный ток (на сопротивление нагрузки не более 2 кОм)	0...5 В 0...5 мА
12.	Диапазон входного напряжения сигналов от датчиков частоты вращения	0,2...20 В
13.	Диапазон установки коэффициента преобразования частоты входного сигнала от датчиков частоты вращения	0,01...99,99
14.	Выходные сигналы, пропорциональные уровню измеряемой частоты вращения: • напряжение постоянного тока, на сопротивление нагрузки не менее 10 кОм	0...10 В
15.	Основная погрешность измерения: • от верхнего предела в диапазоне измерения вибрации до 50 % поддиапазона • от измеряемого значения в диапазоне измерения вибрации от 50 до 100 % поддиапазона • погрешность измерения текущей частоты вращения агрегата	8 % 8 % 1 Гц
16.	В режиме спектрального анализа обеспечивается: • частотный диапазон входного сигнала • максимальное количество линий	5...20 000 Гц 2 ¹⁶



СОСТАВ АППАРАТУРЫ:

- | | |
|------------------------------|-------|
| 1. Блок электронный БЭ-40-4М | 1 шт. |
| 2. Датчик вибрации типа МВ* | 3 шт. |
| 3. Жгут "RS" * | 1 шт. |
| 4. Жгут "ДИАГНОСТИКА"* | 1 шт. |
| 5. Плата адаптер Е-440* | 1 шт. |
| 6. ПО "Вибромониторинг"* | |
| 7. ПО "Вибродиагностика"* | |
| 8. ПЭВМ типа IBM PC* | 1 шт. |
- * - по отдельному заказу.

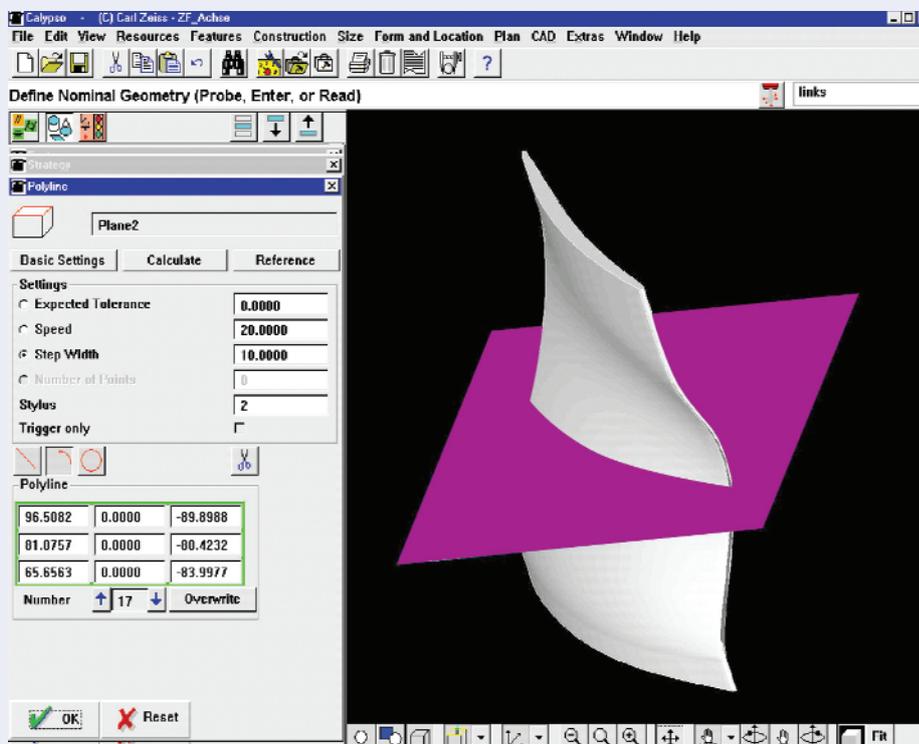
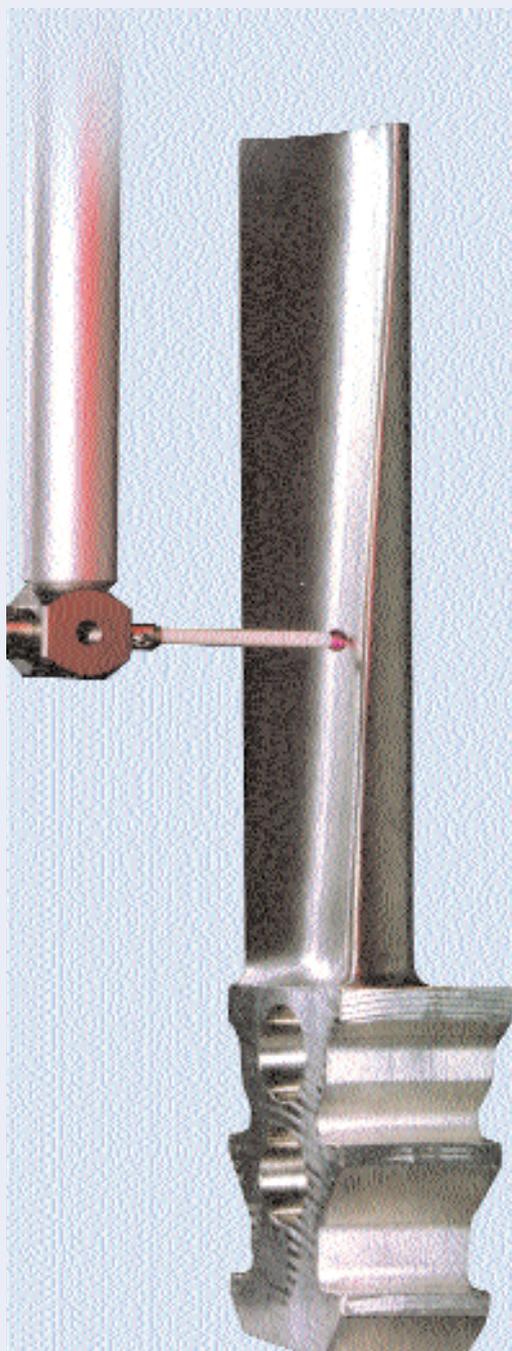
ЗАО "ВИБРО-ПРИБОР" 196084, Санкт-Петербург, а/я 218, Варшавская ул., д. 5А.
Тел.: (812) 389-57-93, 389-69-90, 389-00-90, факс: (812) 327-74-02.
Internet: www.vpribor.spb.ru E-mail: vpribor@ctinet.ru E-mail: vpribor.dat@ctinet.ru



Blade – новое программное обеспечение для измерения турбинных лопаток

Д-р Даниэль Герш, д-р Дитрих Имкамп, Йорг Шмидт

Рис. 1 (справа).
Настройка прогона измерения
для измерения профиля
лопатки в Calypso



Для оценки качества турбинных лопаток применяются многочисленные методы анализа. Фирма Zeiss собрала и изучила информацию об использовании этих методов от различных производителей турбинных лопаток. Указанная информация послужила основой при разработке нового программного обеспечения для оценки измерения турбинных лопаток. Программное обеспечение Blade может быть использовано совместно с дополнениями программного обеспечения Calypso или UMESS, предназначенными для измерения параметров кривых.

Измерение геометрических характеристик турбинных лопаток является обособленной частью программного обеспечения и выполняется отдельно. Для этой цели уже в течение многих лет используется дополнение KUM к программному обеспечению UMESS, которое успешно эксплуатируется многочисленными пользователями. С дополнением "Кривая" (Kurve) программного обеспечения Calypso, поддерживаемого MS Windows, име-

ется возможность эффективного измерения геометрии лопаток. Благодаря применению ядра CAD в этом программном обеспечении могут быть использованы CAD модели турбинных лопаток в качестве базиса для создания программы измерения (рис. 1). Различные функции выравнивания позволяют осуществить требуемую припасовку данных измерения по моделям CAD. В заключение имеется возможность с помощью CAD модели моделировать созданный прогон измерения в виде анимации, причем столкновение щупа с лопаткой определяется автоматически.

Оба продукта программного обеспечения измерительной машины UMESS и Calypso передают измеренные данные через прямой интерфейс дальше в программное обеспечение Blade. При этом программное обеспечение Blade может быть налажено таким образом, что полученные результаты измерения будут оцениваться и показываться. Естественно, имеется возможность выбрать предыдущие измерения и оценить их.

Программное обеспечение Blade может на основе результа-

тов измерения определить различные параметры, такие, например, как отклонение формы профиля лопатки, максимальная длина и толщина, радиус входной и выходной кромки, толщина любого места лопатки, угол скручивания лопатки и т.д. При этом в распоряжении пользователя имеются алгоритмы припасовки. С помощью запатентованного специального алгоритма имеется возможность учета часто встречающихся линейных погрешностей турбинных лопаток, выходящих за пределы пропорциональности.

Для любого типа лопаток определяются и сохраняются объем и вид оценки, а также заданные значения, которые могут быть взяты напрямую из программного обеспечения измерительной машины.

Программное обеспечение Blade обслуживается через графический интерактивный интерфейс пользователя, который управляет всеми функциями. В различных таблицах устанавливаются размеры и параметры, которые должны быть рассчитаны, а также дополнения по наилучшей подгонке (Best-Fit Optionen). С помощью меню определяется объем протокола. При предварительном просмотре про-

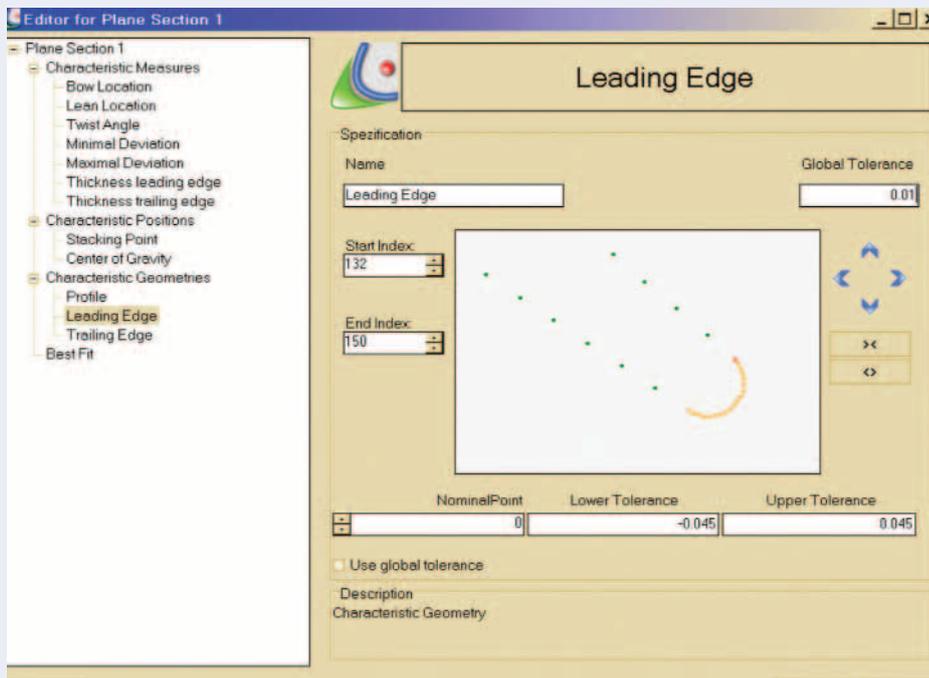


Рис. 3. Протокол измерения по отдельным точкам в форме файла HTML в интернет-браузере

токола пользователь имеет возможность непосредственно оценить влияние изменений, вносимых в протокол (рис. 2).

Наряду с индикацией на мониторе в программном обеспечении Blade протокол может быть выдан либо на принтер, либо предоставлен в распоряжение для просмотра в интернет-браузере в виде файла HTML (рис. 3).

**Технический центр фирмы
Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH
ЗАО "АЛГОЛ"**
119361 Москва, а/я 21
Тел. (095) 932-9510
Факс: (095) 932-9516
E-mail: algo@aha.ru

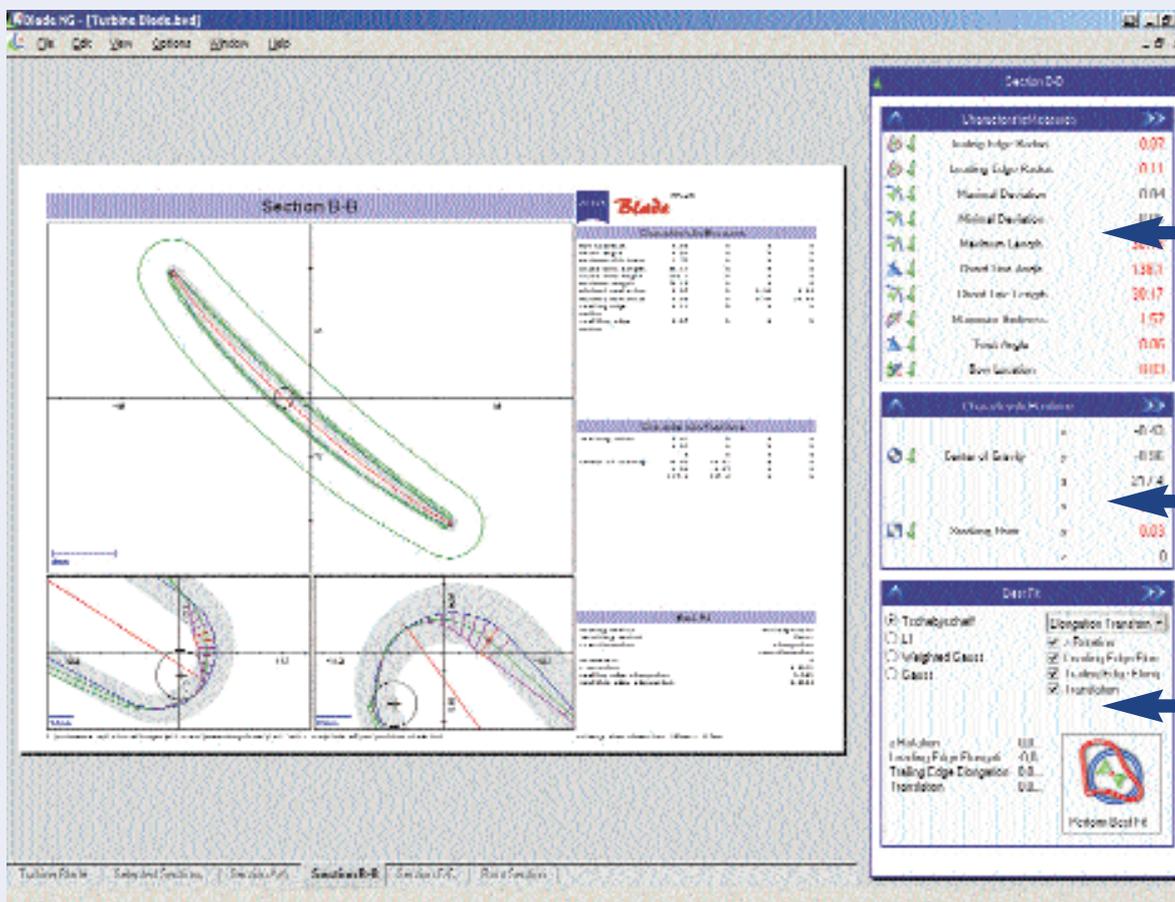


Рис. 2. Графический интерактивный интерфейс пользователя Blade с предварительным просмотром протокола

Таблица рассчитываемых размеров

Таблица рассчитываемых геометрических величин

Таблица дополнений наилучшей подгонки

СЕМЕЙСТВО ДВИГАТЕЛЕЙ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ЗАВОДА № 24

Владимир Котельников

Очень немногие авиационные двигатели оригинальной советской конструкции, созданные в довоенный период, были доведены до стадии серийного производства. Наряду со знаменитыми М-11 и М-34 в их число входят два гораздо менее известных мотора - М-15 и М-26, родственные между собой.

Замысел первого из них, М-15, возник в октябре 1926 г. на московском государственном авиационном заводе № 2 (ГАЗ № 2) "Икар". Практически к проектированию приступили в начале следующего года. Работой руководили заведующий конструкторским отделом завода А.А. Бессонов и его заместитель А.П. Островский. Девятицилиндровый мотор воздушного охлаждения по заданию должен был являться советским аналогом американского двигателя Пратт-Уитни "Хорнет". Предполагалось, что он станет массовым мотором для истребительной авиации.

Двигатели воздушного охлаждения так называемого "стационарного" типа (то есть обычного по сегодняшним меркам - картер стоит на месте, а коленчатый вал вращается) в нашей стране тогда серийно не производились. Делали только ротативные - с неподвижным коленчатым валом и вращающимися цилиндрами. В 1924 г. моторами "стационарного" типа занялись в НАМИ и на заводе ГАЗ № 4 "Мотор". Но там разрабатывали двигатели небольшой мощности, предназначенные для учебных самолетов. Мотор "Икара" по сравнению с ними должен был иметь вшестеро большую мощность. Таким образом, о наличии опыта создания подобных двигателей говорить не приходится.

По ряду причин точную копию "Хорнета" создавать не стали: в М-15 появилось немало оригинальных решений. Частично это было связано с тем, что с американским мотором советские конструкторы были знакомы только по литературе. "Живого экземпляра" в СССР не было, о многих деталях приходилось догадываться. Но некоторые необычные элементы в мотор Бессонов и Островский внесли сознательно. В частности, все прицепные шатуны сделали одинаковой длины при равных радиусах проушин главного шатуна. Одинаковую величину хода поршня во всех цилиндрах при этом обеспечили путем соответствующего подбора высоты установки фланца цилиндра относительно картера. От "Хорнета" в основном позаимствовали конструкцию цилиндра и его головки. Хорошие высотные характеристики двигателю М-15 должен был обеспечить центробежный нагнетатель. На американском моторе его не было. Приводной центробежный нагнетатель (ПЦН) скопировали с аналогичного агрегата двигателя "Юпитер" VII. Правда, последний конструкторы также видели только на картинках. Бессонов писал: *"Нагнетатель по принципиальной схеме нами заимствован из журналов..."*

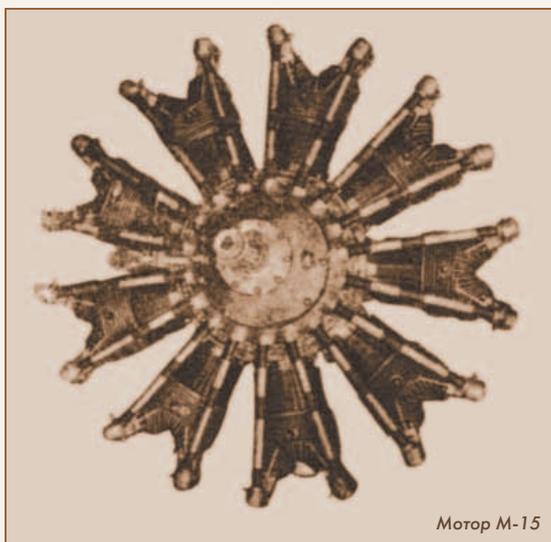
Несмотря на несколько реорганизаций (создание ОМО ЦКБ и объединение ГАЗ № 2 и ГАЗ № 4 в единый завод № 24 в марте 1927 г.), работа над проектом продолжалась. В августе 1927 г. первоначальный вариант его завершили и представили на рассмотрение Научного комитета при Управлении ВВС (УВВС), который 14 сентября конструкцию одобрил. С октября 1927 г. приступили к изготовлению двух опытных экземпляров.

По плану двигатель предстояло выставить на заводские испытания к 1 апреля 1928 г., но производственники в срок уложились, и первый опытный образец М-15 поставили на стенд только в июне. На первом этапе его запускали без ПЦН и получили мощность менее 500 л.с. Затем начали экспериментировать с нагнетателем, причем в этом режиме смогли ненадолго выйти на расчетную мощность 650 л.с. Бессонов в апреле 1929 г. рассказывал: *"Вначале мы довольно храбро подошли к испытанию..., но у нас сейчас же начали происходить всякие аварии... Вначале было много мелких аварий - я не буду их перечислять - они вызывались недостаточной квалификацией как монтажного, так и, главным образом, конструктивного характера"*. Постепенно удалось добиться непрерывной работы мотора на протяжении 2...5 часов. Но при максимальной частоте вращения допустимая продолжительность работы не превышала двух минут, далее начинался перегрев головок цилиндров. Разработчики несколько раз меняли конструкцию клапанов, затем перешли на другую марку стали, но это не привело к существенному улучшению ситуации.

Другим важным недостатком мотора являлась избыточная масса, составлявшая 420 кг. Бессонов честно признавал перетяжеление конструкции, но объяснял это общим отставанием отечественной металлургии и технологии, откровенно называя ее "первобытной". Действительно, в нашей стране тогда отсутствовали многие сорта легированных сталей и алюминиевых сплавов. Так, картер приходилось отливать из мягкого алюминия. Во Франции и США уже перешли на более прочные сплавы. Картер, изготовленный из таких материалов, получался более жестким и легким. Советский Союз в то время не располагал ни подобными сплавами, ни оборудованием для их обработки.

Но конструкторы все-таки боролись с "лишними килограммами". Появился проект, названный сначала М-15 (облегченный), а затем - 2М-15. Масса мотора уменьшилась на 32 кг. При этом ряд элементов конструкции, в частности, головки цилиндров, были усилены. Третий опытный образец двигателя начали изготавливать по чертежам 2М-15. Его закончили в начале августа 1929 г. и в том же месяце приступили к стендовым испытаниям. После замены противовесов коленчатого вала к 12 сентября двигатель проработал в общей сложности 13 часов.

Еще в сентябре 1928 г. у конструкторов возникла идея создания на базе 2М-15 унифицированного семейства моторов разной мощности. Подобный подход обещал существенную экономию времени и усилий и в то же время давал возможность "закрыть" целый ряд заданий, выданных ВВС. В семейство вошли семцилиндровый М-26 (300 л.с.) и 14-цилиндровый М-29 (750 л.с.). По



Мотор М-15

сравнению с М-15 последний намечали форсировать по наддуву. Изготовление чертежей общей компоновки М-29 закончили к маю 1929 г. 15 октября запустили в производство два опытных образца, но затем работу "притормозили", ожидая окончания доводки М-15. Позднее доработку М-29 переадресовали Институту авиационного моторостроения (ИАМ), но там никто этим реально не занимался. Так его и забросили.

На базе двигателя 2М-15, максимально облегченного, в дальнейшем планировали создать мотор, удовлетворявший требованиям УВВС на изделие с индексом М-36. Далее предполагалось постепенно увеличивать мощность, приводя двигатель в соответствие с заданиями М-37, М-38 и М-41. Последний должен был иметь номинальную мощность 750 л.с.

"Камнем преткновения" стал сам М-15. Осенью 1929 г. на заводе параллельно испытывали второй экземпляр М-15 (его предшественник разрушился после обрыва поршня в мае и уже не восстанавливался) и первый 2М-15. Продолжали борьбу с перегревом клапанов. Постоянно мучались с нагнетателем. То деформировалась крыльчатка и начинала чиркать о корпус, то разрушались подшипники...

Если проанализировать заводскую документацию с позиций сегодняшнего дня, все становится на свои места. Разработчики не располагали высокопрочными сплавами, способными выдержать значительные напряжения, которые создавались центробежной силой. Примитивность балансировки ротора и большие допуски на изготовление деталей приводили к перегрузке подшипников опор.

Тем не менее, еще до завершения полных заводских испытаний 2М-15 весной 1930 г. установили на опытный экземпляр истребителя И-5. После демонстрации его возможностей на Центральном аэродроме нарком К.Е. Ворошилов согласился на запуск двигателя в серию несмотря на то, что мотор даже не поступил на государственные испытания. Ворошилов подписал проект соответствующего приказа непосредственно на летном поле. Впрочем, в то время к таким решениям относились спокойно, и зачастую на госиспытания "задним числом" выставлялся уже серийный двигатель, причем даже не из первых серий.

1 апреля 1930 г. появился приказ, снимавший с завода № 24 задание на производство моторов М-17 и заменявший его заказом партии 2М-15. 1 июня двигатель 2М-15 официально приняли на вооружение под обозначением М-15. Завод № 24 начал готовиться к серийному производству.

А через десять дней 2М-15 представили на государственные испытания на стенде НИИ ВВС. В сопроводительных документах завод проявил осторожность, заявив максимальную мощность 450 л.с. при ресурсе мотора до первой переборки в 50 часов. При этом специально оговаривалось, что подшипники ПЦН требуются заменять каждые 25 часов. Но и до этого срока двигатель доработать не смог - привод нагнетателя разрушился уже на пятом часу пробы на балансирном станке. Затем последовала авария опытного истребителя И-5, на котором был установлен опытный образец мотора 2М-15. Двигатель вышел из строя в полете на одиннадцатом часу работы.

Пришлось вносить изменения в конструкцию мотора. Работа шла уже без Бессонова. Его объявили "вредителем" и арестовали. Два года он провел в специальном конструкторском бюро НКВД, проектируя авиамоторы под бдительным оком чекистов.

20 декабря 1930 г. немного доработанный М-15 повторно выставили на государственные испытания. Проработал он всего четыре минуты... Его отремонтировали и запустили повторно. Через пять часов в одном из цилиндров возникла трещина и разрушилась кулачковая шайба. Сделали третью попытку: через 15 часов разрушился коленчатый вал...

К этому времени в дополнение к трем первым опытным экземплярам М-15 собрали еще пять, два из них опробовали на станке. Еще для десяти моторов серии "А" подготовили все основные узлы и детали. Серия "А" состояла из 30 двигателей. В январе 1931 г. в производство пошла серия "Б" с рядом усовер-



шенствований. В частности, усилили крепление головки цилиндра. С одним из первых моторов этой серии завод вновь попытался преодолеть барьер государственных испытаний.

Они начались 17 января 1931 г. Сначала все шло вроде бы неплохо. Мотор наработал существенно больше 25 часов, и подшипники держались. Он вышел из строя на 41-м часу работы. На этот раз подвел не нагнетатель - разрушился фланец крепления одного из цилиндров. Назначенная УВВС комиссия признала М-15 не прошедшим испытания и потребовала от завода доработки конструкции. Руководство ВАО с этим заключением не согласилось, ссылаясь на то, что испытатели вопреки инструкции завода не произвели замену подшипников ПЦН.

Столкнувшись с нежеланием УВВС принимать М-15, руководство завода попыталось сплавить неудачливые моторы в гражданскую авиацию. Дело в том, что ВВС РККА располагали запасным вариантом. На заводе № 29 в Запорожье шел этап освоения по лицензии французской фирмы "Гном и Рон" мотора 9Аq "Юпитер", названного в нашей стране М-22. Первые двигатели были изготовлены в конце 1930 г. В конструкции "Юпитера" отсутствовал ПЦН, поэтому мотор обладал неважными высотными характеристиками, да и вообще его конструкцию нельзя было признать передовой. Тем не менее, мотор отличался достаточно высокой надежностью. Именно в расчете на успешное освоение производства М-22 готовилась основная серия истребителей И-5.

НИИ ВВС подготовило заключение, в котором сравнивались моторы М-15 и М-22. В частности, в заключении отмечалось: *"В тактическом отношении М-22 стоит выше М-15... При наличии меньшего веса на 35 кгр по мощности М-22 имеет несомненное превосходство..."* Действительно, французский двигатель мог развить, пусть и на протяжении всего двух минут, мощность 585 л.с. При этом он расходовал меньше бензина и масла. По важнейшим характеристикам М-15 уступал и принятому за прототип "Хорнету" - при большей массе он развивал меньшую мощность. Что касается надежности, то их вообще нельзя было сравнивать. Общий вывод специалистов НИИ ВВС гласил: *"М-15 в конструктивном отношении полностью недоработан"*. Более того, они сочли, что двигатель не имеет перспектив развития.

УВВС беспокоили и рапорты военных приемщиков завода № 24. За десять дней февраля 1931 г. при заводских испытаниях вышли из строя восемь двигателей. Детали моторов подгонялись при монтаже и были не взаимозаменяемы. Вся серия "Б" после предъявления была отклонена военпредом, который потребовал довести моторы до соответствия требованиям технических условий.

Гражданский воздушный флот в те годы питался "крошками со стола военных". Его заказы урезались, чтобы удовлетворить постоянно растущие аппетиты ВВС. Особенно сложное положение складывалось с обеспечением гражданской авиации моторами. Измученное дефицитом двигателей, руководство ГВФ было готово взять у промышленности все, что угодно.

К лету 1931 г. военные окончательно решили отдать все М-15 гражданской авиации. Серию "Б" признали пригодной для эксплуатации на гражданских машинах с ресурсом 50 часов при увели-

Основные характеристики моторов

Характеристика	М-15	М-26	М-29 (проект)
Количество цилиндров	9	7	14
Диаметр цилиндра, мм	150	150	150
Ход поршня, мм	170	170	170
Объем, л	27,02	21,0	-
Степень сжатия	5,4 ¹	5,4	-
Масса, кг ²	419,5	315	500
Мощность номинальная, л.с.	450	270	750
Мощность максимальная, л.с.	550	300	1000

Примечания: 1 - фактически 5,5...5,7;
2 - без втулки винта.

чении комплекта запасных частей за счет завода. 3 июня УВВС приказало военной приемке пропустить первые 90 моторов.

Такая же судьба ожидала М-26. От М-15 он заимствовал целиком цилиндры с головками, поршни, прицепные шатуны и многое другое. Проект завершили в феврале 1929 г. Первое время мотор не имел собственного имени, а назывался просто "переходной по М-15". ВВС рассчитывали оснастить ими транспортные самолеты АНТ-9 и многоцелевые самолеты войсковой авиации ВС-1. Опыт, накопленный при доводке девятицилиндрового двигателя, позволил существенно сократить путь его меньшего собрата к серийному производству.

В конце 1929 г. завод приступил к изготовлению двух первых М-26. Заводские испытания начались в следующем году, а в июне мотор представили на государственные испытания. Двигатель получил еще одно название - КИМ (Коммунистический Интернационал Молодежи - так тогда назывался комсомол), поскольку был объявлен подарком к очередному съезду. Подобно М-15, семицилиндровый двигатель с первого раза пройти государственные испытания не смог. Зато в феврале 1931 г. третий опытный экземпляр признали прошедшим их успешно. Подготовку к серийному производству начали еще месяцем раньше.

Первая серия М-26 (серия "А") состояла всего из 13 моторов. С конца марта начали собирать двигатели серии "Б", у которых предусмотрели ряд усовершенствований, ранее опробованных на М-15. Последний также модернизировался в процессе производства. Так, у М-15 серии "В" появились новые клапанные пружины, усиленные гайки крепления цилиндров, цельные тяги клапанного механизма. Несколько повысив надежность, эти усовершенствования сделали его еще более тяжелым - масса достигла 450 кг. К концу 1931 г. завод № 24 выпустил 186 М-15 и 125 М-26.

В расчете на новые двигатели стали переделывать самолеты, строившиеся для ГВФ. Еще в марте 1930 г. существовавшее тогда общество "Добролет" обратилось к ЦАГИ с запросом - можно ли переделать под М-26 выпускавшийся тогда с импортными двигателями Райт J5 самолет АНТ-9. И вот в мае 1931 г. такая машина поднялась в воздух. За опытным образцом последовала серия. Под М-15 переработали спроектированный первоначально с мотором "Хорнет" самолет К-5 конструктора К.А. Калинина. Пассажирский К-5 с двигателем М-15 в июле 1931 г. совершил перелет Харьков - Алма-Ата. Серийный выпуск этой модификации начался в мае 1932 г.

Но надежды на постепенное повышение надежности М-15 и М-26 не оправдались. Попавшие в эксплуатацию моторы постоянно выходили из строя. Реально они работали не более

15...20 часов. Наблюдались поломки клапанных пружин, заедание поршней, выбрасывание масла из клапанных коробок, разрушение наконечников клапанов. Причины этих явлений крылись не только в конструктивных недоработках, но и в низкой культуре производства. Начальнику ГВФ Гольцману докладывали: "Моторы поступают... с завода в крайне небрежном виде, характеризующем халатное отношение к сборке".

В ноябре 1931 г. завод № 24 предъявил приемщикам серию "Г" двигателей М-15 из 100 единиц. Но военная приемка, ссылаясь на наличие неустранимых дефектов, принять ее отказалась. Возник конфликт между УВВС и ГВФ, по-прежнему согласным забирать даже такие моторы. В итоге военных приемщиков от работы, связанной с М-15 и М-26, отстранили. Гражданская авиация создала свою приемочную службу.

Как ни пыталось руководство ГВФ стимулировать увеличение ресурса моторов (летчика Фариха за 100 часов полета на самолете с М-15 даже наградили легковым автомобилем - по теперешним временам это все равно, что подарить самолет), реальных результатов это почти не давало. Аварийность росла. Дошло до того, что АНТ-9 с М-26 старались выпускать только на маршруты, проходившие над ровной безлесной местностью, что снижало вероятность аварии при частых вынужденных посадках.

Журнал "Гражданская авиация" писал: "Попытки эксплуатировать в 1931 году мотор М-15 приводили к многочисленным

авариям и поломкам, из-за чего происходили вынужденные посадки и срывы рейсов. Среди летно-подъемного состава и других работников воздушных линий сложилось мнение о полной непригодности этого мотора к эксплуатации".

Постоянные неприятности с М-15 и М-26 привели к пересмотру планов их производства. Первоначально от завода требовали собрать в 1932 г. 600 М-15 и 600 М-26, затем эти цифры увеличились соответственно до 650 и 700, но уже в конце 1931 г. план был урезан до 400 единиц каждого типа. Вместо моторов воздушного охлаждения завод № 24 приступил к разворачиванию производства более удачных двигателей М-34 конструкции А.А. Микулина.

5 августа 1931 г. вышло постановление Реввоенсовета о сокращении количества типов авиамоторов в серийном производстве. Моторов М-15 и М-26 в новом списке уже не было, но свертывание их производства затянулось еще почти на полтора года. Реально до конца 1932 г. изготовили 220 М-15 и 320 М-26. На этом выпуск двигателей этого семейства завершился. Вскоре ГВФ снял эти моторы с эксплуатации. Самолеты АНТ-9 начали переделывать под М-17, К-5 - под М-22.

С одной стороны, эпопею с М-15 и двигателями на его базе можно считать завершившейся полной неудачей. Были затрачены большие средства, дефицитные в то время материалы и комплектующие. Все это, в конечном счете, пошло в металлолом. С другой стороны, крошечный конструкторский коллектив самостоятельно разработал первый в нашей стране мощный авиамотор воздушного охлаждения и наладил его серийное производство, будучи крайне ограниченным тогдашними возможностями советской индустрии. Не следует забывать, что М-15 стал первым отечественным мотором, оснащенным ПЦН. С этой точки зрения создание двигателя М-15 стало важным этапом истории советского авиационного моторостроения. На М-15 и конструкторы, и производственники учились, накапливая неоценимый опыт.



Самолет К-5 с мотором М-15



Мотор М-26 в запаснике Монинского авиационного музея



МОСКВА-2004

ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ - ЧЕЛОВЕКУ И ОБЩЕСТВУ

V Международный форум

ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ XXI ВЕКА

The Fifth International Forum
High Technology of XXI

Достижения
высокотехнологического
комплекса Москвы,
регионов России, стран
СНГ, ближнего и дальнего
зарубежья в различных
областях науки и техники:

- авиация и космос
- радиоэлектроника и связь
- экология
- мирный атом
- медицина и биотехнология
- энергетика
- информационные технологии
- машиностроение
- лазерные технологии
- безопасность
- химия и новые материалы

По вопросу участия обращаться:

Форум "ВТ XXI-2004"

Выставка "ВТ XXI-2004"

ОАО "ЭККОС",

ООО "ЭКСПО-ЭККОС"

Тел.: (095) 331-05-01, 331-13-33

Факс: (095) 331-05-11, 331-09-00

E-mail: expococos@nii-ecos.ru

<http://www.vt21.ru>

Международная конференция

РФВТ

Тел./факс: (095) 200-26-31

Тел.: (095) 954-99-90

Факс: (095) 954-5008

E-mail: info@hitechno.ru

<http://www.hitechno.ru>

Участие зарубежных фирм
и компаний

МТПП

Тел./факс: (095) 132-74-29

913-23-44

E-mail: extrade@mtp.ru

Организаторы
Форума:

Правительство Москвы
Министерство
промышленности, науки
и технологий Российской
Федерации

Правительство Московской
области

Комитет города Москва по
развитию оборонно-
промышленного комплекса
Институт экономики и
комплексных проблем связи
(ОАО "ЭККОС")

Российский фонд развития
высоких технологий

Московская торгово-
промышленная палата

Московская ассоциация
предпринимателей

ФГУП «Рособоронэкспорт»

ЗАО «ЭКСПОЦЕНТР»

при участии И.Джей. Краузе энд

Ассоуэйтс, Инк (США)

Форум проводится под патронажем
Торгово-промышленной палаты Российской
Федерации

19 - 23 апреля

2004 год

ВК ЗАО «Экспоцентр»

МОСКВА

www.vt21.ru



ЦЕЛЬ ЖИЗНИ - СТРОИТЬ МОТОРЫ

Страницы жизни конструктора А.Д. Швецова

(Продолжение. Начало в № 1 -2004)

Лев Берне

Для контроля на заводе уже тогда применялись новейшие по тому времени приборы, новейшее лабораторное оборудование. Некоторые из этих приборов увидел конструктор А.А. Микулин. Они произвели большое впечатление на опытного конструктора: "В лаборатории рентгеновским аппаратом проверяются литые детали, выявляются раковины, трещины и дефекты литья... В механическом цехе установлен магнитный прибор "Магнотлокс". С его помощью обнаруживаются малейшие поверхностные трещинки на отполированной детали. Установлены также очень интересные приборы инженера Шушина (Василий Иванович Шушин был главным металлургом завода). Они позволяют контролировать идентичность изделий из ферромагнитных сплавов эталону..."

С помощью этих простых приборов не в лабораторных, а в цеховых условиях удалось быстро проверить, например, большую партию поршневых пальцев и отсеять все некондиционные. Завод-смежник, поставивший заготовки для этой цели, не смог своими силами предотвратить "перепутывание" материала.

Прибор Шушина, построенный на магнитном принципе распознавания марки стали, позволил быстро справиться с этой задачей, не принося никакого вреда уже совершенно готовым отшлифованным деталям".

Из множества мероприятий, осуществленных на заводе в 1936 г., особо следует выделить два главных: пересмотр норм выработки и переход на конвейерную систему сборки авиамоторов, которая впервые в мире была осуществлена на Пермском моторостроительном заводе. В июле-августе 1936 г. на заводе работала правительственная комиссия. Работники наркомата тяжелой промышленности и главка, в том числе конструкторы, технологи, специалисты службы качества, проверяли работу цехов, давая неизменно высокую оценку четко налаженному производственному процессу.

15 августа 1936 г. на завод пришла телеграмма наркомата. В ней говорилось: "Я ознакомился с материалами правительственной комиссии по приемке вашего завода. Рад прекрасному отзыву комиссии о состоянии завода, производящего хорошего качества стальное сердце самолета. Прошу передать всему коллективу завода братский привет и пожелания дальнейших побед. Крепко жму руку. Г.К. Орджоникидзе".

Годовой план (учетверенный по сравнению с первоначально заданным) по всем показателям был выполнен предприятием 15 декабря 1936 г.

28 декабря 1936 г. председатель ЦИК М. Калинин и секретарь ЦИК А. Акулов подписали правительственное постановление: "За освоение высококачественного авиационного мотора М-25 и досрочное выполнение производственной программы 1935-1936 гг. наградить завод имени Сталина орденом Ленина. Наградить работников завода..."

Спустя несколько дней из Москвы был получен список награжденных рабочих и инженеров завода. Для вручения орденов

в столицу приглашались 36 человек. Первым прикрепил к отвороту пиджака орден Ленина И.И. Побережский. Вслед за ним к столу президиума ЦИК подошли главный инженер И.М. Макеев, главный конструктор А.Д. Швецов, начальник литейного цеха Н.П. Базилев. Все они получили ордена Ленина. Орденом Трудового Красного Знамени был награжден и начальник опытного отдела С.К. Луковников, а орденом Красной Звезды - начальник конструкторского отдела Ф. Концевич.

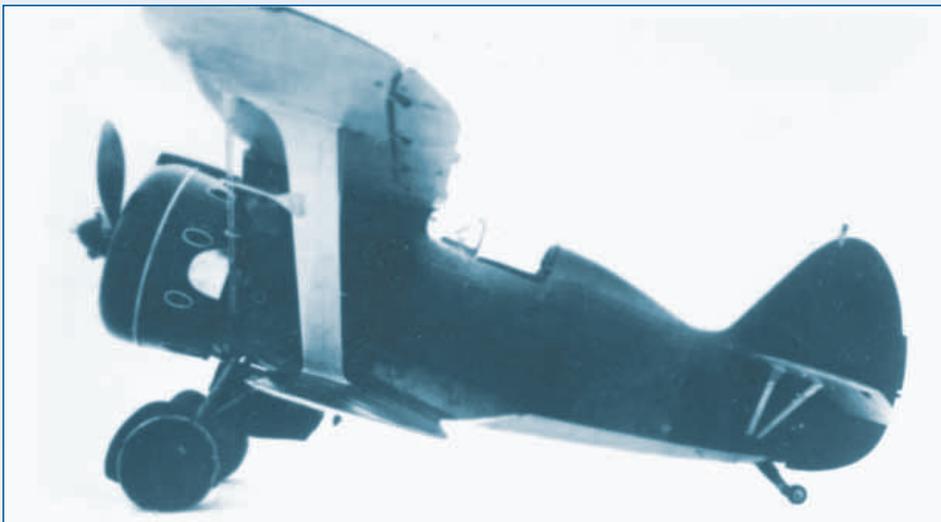
Вечером 7 февраля 1937 г. получившие награды инженеры и работники завода были приглашены в наркомат на встречу с Орджоникидзе, который знал многих работников промышленности. У наркома была исключительная память, он помнил всех людей, с которыми хоть однажды встречался. В конце товарищеского ужина Серго поднялся и произнес речь. Он предостерег инженеров от зазнайства и потребовал сделать двигатель еще более мощным и надежным.

Вместе с возвращавшимися орденосносцами в Пермь приехал и В.П. Чкалов. Он обошел цеха, выступил перед коллективом завода. Летом 1937 г. на предприятии побывал Герой Советского Союза М.М. Громов.

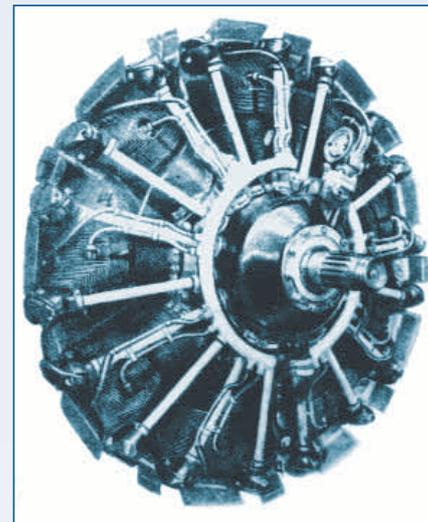
До 1937 г. заводское конструкторское бюро, где разрабатывались двигатели, состояло всего из 17 человек. Впоследствии численность коллектива бюро стала быстро расти. Появлялись новые модификации двигателей, требовалось все больше конструкторов. Совершенствовалась организация труда, развертывалось стахановское движение, внедрялись бригадные методы работы. Пермским заводом последовательно осваивалось производство моторов с воздушным охлаждением М-25, М-25А, М-25В, М-25Е, М-62, М-62Р, М-62ИР, М-63 и других. Взлетная мощность последних модификаций достигла 1000 л.с., а высотность выросла до 4000...5000 м. Эти моторы (кроме М-62ИР) устанавливались на поликарповские истребители И-15, И-15бис, И-152, И-153, И-16 и другие. В 1937 г. гидросамолет АРК с двумя моторами М-25 установил мировой рекорд, подняв 1 т груза на высоту более 9 000 м. Началось серийное производство транспортно-пассажирского самолета ПС-84 с двумя моторами М-62ИР, который почти на десять лет занял место основной "воздушной лошади" ГВФ.

Главным отличием М-62 от М-25 стало введение двухскоростной передачи к ПЦН, механизм переключения которого был снабжен металлокерамическими дисками муфт сцепления. Большие тепловые нагрузки потребовали увеличения густоты и высоты оребрения головок цилиндров. Были внедрены новые для того времени процессы азотирования зеркала цилиндров, применены усовершенствованные резьбовые соединения головки цилиндра с его гильзой. Ввиду увеличения нагрузок был усилен главный шатун с поворотом тавра на 90°.

Сразу после М-62 в 1938 г. был создан двигатель М-63 взлетной мощностью 1100 л.с. и номинальной мощностью 900 л.с. на



Истребитель И-153 с мотором М-62 - последний серийный биплан советских ВВС



Двигатель М-62

расчетной высоте 4500 м. Для получения этих очень высоких для того времени данных существенно увеличили степень сжатия, которая у моторов М-25В и М-62 составляла 6,4, а у М-63 достигла 7,2. В результате увеличились нагрузки на детали и узлы мотора, что потребовало их усиления. Это, в свою очередь, вынудило конструкторов изменить балансировочные характеристики мотора.

Но не только трудовыми достижениями и конструкторскими успехами ознаменовались 1937-1940 гг. В стране разворачивалась борьба с "врагами народа". Коснулась эта беда и Пермского моторостроительного завода. В архиве города Перми сохранился документ (фактически - донос), написанный партгором ЦК ВКП(б) на заводе Дубовым: *"Товарищ Сталин! Я работаю на заводе с октября 1937 года. ...изучение основных руководителей и парторганизации завода позволяет мне сделать вывод о наличии вредительской деятельности, рассчитанной на быструю парализацию его при относительном благополучии на данный момент"*. В этом же письме приводится список главных организаторов некой вредительской организации, в которую, по мнению автора, входили все специалисты, приглашенные в Пермь директором. Третьим в списке стоял А.Д. Швецов. Вероятно, поводом для включения Швецова в список "потенциальных вредителей" послужила история семилетней давности: в 1930 г. Швецов был арестован по делу так называемой "промпартии" и освобожден по личному ходатайству Побережского.

"Аргументированный доклад" Дубова лег на стол высокопоставленных руководителей оборонного отдела ЦК. Примерно в это же время были раскрыты "заговоры" в Военно-воздушной академии, ЦАГИ, на московском и рыбинском моторных заводах. Мы можем только догадываться, что почувствовал Швецов, когда один за другим с завода стали исчезать с клеймом "враг народа" специалисты, которых он знал не один десяток лет.

Заметим, что вместе с А.Д. Швецовым всегда работали высококвалифицированные специалисты с творческой жилкой. Аркадий Дмитриевич умел распознавать в человеке творческого работника. В КБ пермского моторного завода с момента его образования под руководством Швецова трудились М.Н. Сунгуров, М.Л. Кишка, В.С. Нитченко, Е.И. Заскалько, С.М. Тупилов, М.Н. Киселев. В период с 1935 по 1937 гг. в опытный отдел завода пришло пополнение - специалисты из других городов и техникумов. Среди них были И.П. Эвич, Б.И. Варшавский, Б.Н. Кокинский и др.

В начале 1938 г. численный состав ИТР, рабочих и служащих опытного предприятия достиг 180 человек. Несмотря на невероятную занятость А.Д. Швецов взял за правило не реже одного раза в неделю (а то и чаще) заходить в утренние часы на производственные участки. Во второй половине дня его можно было встретить за чертежными досками у конструкторов.

Являясь высококвалифицированным специалистом, Швецов хорошо понимал, что возможность дальнейшего увеличения мощности девятицилиндровых однорядных звездообразных двигателей была

практически исчерпана. Истребители И-15бис, И-16, И-153 с моторами Швецова широко применялись в боевых действиях против Японии и в небе Испании, однако оказалось, что эти самолеты не могут соперничать с новейшими истребителями гитлеровской Германии. В связи с этим по указанию А.Д. Швецова ОКБ начало интенсивную разработку двухрядных 14- и 18-цилиндровых моторов взлетной мощностью 1500...2000 л.с.

Авиаконструктор А.Н. Яковлев в своей книге "Цель жизни" вспоминал: *"Уроки Испании вызвали тревогу в руководящих кругах нашей авиации. В начале 1939 года правительством было созвано большое совещание. На него были приглашены все, кто хоть чем-нибудь проявил себя в области авиации как конструктор или изобретатель"*.

Швецов также был вызван на это совещание, где впервые изложил идею создания двух двухрядных звездообразных двигателей: 14-цилиндрового М-81 и 18-цилиндрового М-71. Полного одобрения на совещании эта идея не получила, так как в связи с успехами "мессершмитта" в небе Испании большинство присутствовавших с предубеждением относилось к моторам воздушного охлаждения.

Вскоре в Москве было созвано новое совещание самолетостроителей и моторостроителей. Оно сыграло большую роль в истории пермского моторного КБ. Во-первых, был принят проект нового мотора; во-вторых, по постановлению правительства от 11 декабря 1939 г. конструкторское бюро было преобразовано в самостоятельную хозяйственную единицу.

Начальнику 3-го главного управления Королеву и директору завода № 19 Дубову (в результате "чисток", осуществленных НКВД, именно он занял директорское кресло) предписывалось создать на заводе опытно-конструкторский цех, подчинив его главному конструктору. Последний был выведен из подчинения директора и подчинен наркомату.

В августе 1939 г. нелепая смерть оборвала жизнь жены Аркадия Дмитриевича. Нина Ивановна погибла в железнодорожной катастрофе. Это был тяжелый удар... Но в эти дни рядом с А.Д. Швецовым была добрая и мудрая мать, рядом были товарищи с их молчаливой мужской дружбой, и капля за каплей они помогли возвратить силы.

Два события, последовавшие одно за другим, были для Аркадия Дмитриевича исцелением после гибели Нины Ивановны. Из Москвы пришла телеграмма от сына. Как и все телеграммы, написанные рукой счастливого человека, она сумбурна. Несколько единственно нужных слов передавали главное: "Институт окончен... диплом... моторостроитель...". Как бегут годы! Вот уже и Владимир стал инженером, пошел по стопам отца...

Второе известие пришло из Высшей аттестационной комиссии, присвоившей 18 сентября 1940 г. А.Д. Швецову ученое звание доктора технических наук (без защиты диссертации).

(Продолжение следует)



2004 год для Государственного предприятия Научно-производственный комплекс газотурбостроения "Зоря"- "Машпроект", г. Николаев, ознаменован двумя замечательными событиями. Совпали два юбилея: 50-летие со дня основания предприятия и 100-летие со дня рождения выдающегося конструктора, основателя отрасли морского газотурбостроения С.Д. Колосова.

Борис Исаков, первый заместитель генерального директора, главный конструктор ГП НПКГ "Зоря"- "Машпроект"

С.Д. КОЛОСОВ - ОСНОВОПОЛОЖНИК СУДОВОГО ГАЗОТУРБОСТРОЕНИЯ

Сергей Дмитриевич Колосов родился 1 апреля 1904 г. в многодетной семье крестьянина в деревне Ручьеваха Тверской губернии. Окончив в 1917 г. начальную школу, а в 1922 г. Ржевский педагогический техникум, переехал в Москву для продолжения образования. Отсутствие средств помешало продолжить учебу, и он работает чернорабочим, помощником электромонтера и киномехаником.

В 1926 г. его призывают в ряды Красной Армии. После демобилизации по комсомольской путевке в 1927 г. Сергей Дмитриевич поступает в Московское высшее техническое училище им. Баумана на аэродинамический факультет, на базе которого был образован Московский авиационный институт. В 1930 г. С.Д. Колосов успешно окончил его с дипломом авиационного инженера-механика.

Молодого инженера направляют на авиационный завод в город Запорожье, где он начинает работать помощником начальника сборочного цеха. Вскоре, заметив склонность Сергея Дмитриевича к конструированию, его переводят в конструкторский отдел завода. Первой самостоятельной работой Сергея Дмитриевича были аэросани, в дальнейшем он участвовал в

разработке семицилиндрового двигателя. Завод в то время выпускал звездообразный пятицилиндровый двигатель М-11.

В 1931 г. при заводе открывается авиационный техникум, и Сергея Дмитриевича назначают его директором.

С 1935 г. Колосов работает на Воронежском авиационном заводе № 16, где организовывалось производство двигателя М-11, вначале в должности инженера-конструктора, а затем заместителя главного инженера. В 1938 г., по возвращении из Франции, где С.Д. Колосов работал согласно договору с фирмой "Рено" о закупке лицензии на изготовление двигателя "Испано-Сюиза" мощностью 800 л.с., Сергей Дмитриевич назначается главным конструктором завода.

В 1941 г. завод эвакуируется в г. Казань, в короткий срок на нем организуется серийное производство моторов ВК-105ПФ конструктора В.Я. Климова и выпуск их в необходимом количестве для боевых самолетов. В 1944 г. за образцовое выполнение заданий фронта по поставке авиационных двигателей завод награжден орденом Трудового Красного Знамени, а главный конструктор С.Д. Колосов - орденом Ленина.



Большой противолодочный корабль проекта 61



Реверсивный редуктор ГТТА М-3

К концу войны появились сообщения, что немцы создали истребитель-перехватчик с газотурбинным двигателем. В Советском Союзе началась активная работа по созданию своих газотурбинных двигателей (хотя разработки велись и до войны). В 1946 г. С.Д. Колосову пришлось заниматься освоением и запуском в серию двигателей конструкции А.М. Люльки, двигателей с центробежным компрессором РД-500, микулинским АМ-3.

Пройдя большую школу разработки отечественных турбореактивных двигателей, Сергей Дмитриевич возглавил в послевоенные годы опытно-конструкторское бюро 16 (ОКБ-16), в котором на базе немецкого прототипа был создан двигатель РД-20.

В 1948 г. ОКБ-16 получает задание на разработку турбовального двигателя со свободной силовой турбиной мощностью 5200 л.с. Двигатель не был принят к производству в авиационной промышленности, и С.Д. Колосов входит в Минсудпром с предложением переоборудовать его для кораблей ВМФ.

По результатам испытаний ТВД конструкции С.Д. Колосова, проведенных на Казанском моторостроительном заводе в начале лета 1951 г., члены комиссии - представители ВМФ и судостроительной промышленности - пришли к единодушному мнению, что ТВД необходимо "маринизировать" и использовать в качестве ускорительной установки для проектируемого торпедного катера проекта 183. Новой установке присваивается индекс М-1. После успешных государственных испытаний на торпедном катере в 1953 г. установка М-1 была рекомендована к серийному выпуску. Стали поступать заказы на проектирование более мощных ГТУ для кораблей ВМФ.

Изучив требования, предъявляемые к главным двигателям боевых кораблей, и убедившись на опыте разработки собственного двигателя в сложности процесса конвертации и освоения серийного производства, Колосов сделал вывод: газотурбинные двигатели, предназначенные для работы в корабельных условиях, необходимо разрабатывать специально. Это предопределило необходимость создания базы корабельного газотурбостроения.

7 мая 1954 г. вышло постановление Совета Министров СССР, в соответствии с которым 18 мая 1954 г. министр тяжелого машиностроения издал приказ следующего содержания:

"Специализировать Южный турбинный завод Министерства тяжелого машиностроения на производство опытных и серийных газотурбинных установок, в первую очередь для кораблей ВМС.

Директору ЮТЗ Чумичеву и и.о. главного инженера Главтурбпрома Березину организовать на ЮТЗ Минтяжмаша специальное конструкторское бюро по газотурбинным установкам".

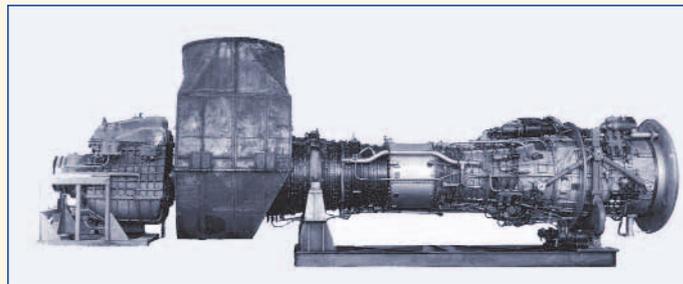
С.Д. Колосов был назначен начальником и главным конструктором СКБ ГУ.

Сергей Дмитриевич стремился создать творческий коллектив единомышленников, занимавшийся морским газотурбостроением. Им была создана конструкторская школа. К нему едут молодые специалисты из различных вузов страны, он добивается решения о подготовке инженеров-турбинистов в Николаевском кораблестроительном институте. С.Д. Колосов как создатель, воспитатель, руководитель большого коллектива умело направлял энергию и творчество всех сотрудников на решение задач, которые ставились перед СКБ ГУ.

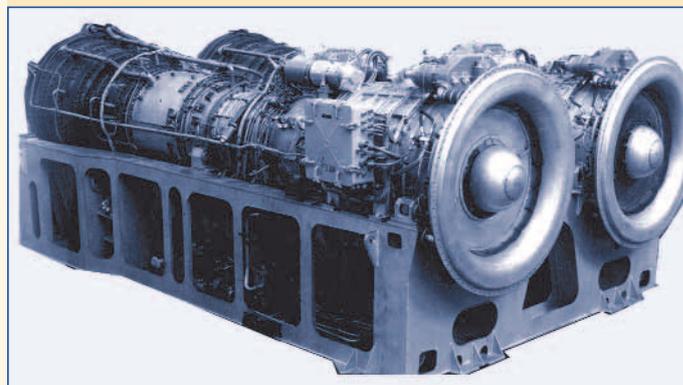
Здесь, в Николаеве, наиболее полно раскрылось дарование Сергея Дмитриевича как конструктора и организатора. В период с 1954 по 1965 год под его руководством были созданы пять видов газотурбинных установок для различных типов надводных кораблей.

Для противолодочного корабля проекта 159 разработана газотурбинная установка М-2. На корабле размещались один дизель посередине и две установки М-2 левого и правого борта.

Для противолодочных кораблей проектов 204 и 35 были разработаны газотурбокомпрессоры Д2 и Д3, которые использовались в качестве ускорительных установок. В состав этих агрегатов входили газотурбинные двигатели мощностью 18 000 л.с., приводящие в движение отдельно расположенные компрессоры, которые сжимали воздух. Движение корабля на



Первая всережимная газотурбинная установка М-2



Главный газотурбинный агрегат М-3

полном ходу осуществлялось благодаря тяге, которая создавалась выбрасываемой смесью воздуха и воды.

В 1957 г. СКБ ГУ приступило к проектированию агрегата М-3, примененного в качестве главной механической установки для корабля проекта 61, а уже в 1962 г. вышел в море первый в мире чисто газотурбинный головной корабль проекта 61 "Комсомолец Украины" с двумя установками М-3 на борту.

Газотурбинный агрегат М-8, разработка которого осуществлялась под руководством С.Д. Колосова, был установлен на кораблях типа "Альбатрос", минных тральщиках "Топаз" и управляемых по радио кораблях "Ягуар".

Исполнилась мечта и предвидение С.Д. Колосова о перспективности применения ГТУ в кораблестроении. За большой вклад в дело создания и внедрения ГТУ на кораблях флота ему совместно с коллективом конструкторов присуждена в 1965 г. Ленинская премия.

В 1963 г. С.Д. Колосов был вынужден оставить работу по болезни. В 1964 г. он переезжает в Казань, но часто наездами бывает в Николаеве, участвует в обсуждении возникающих при разработке новых установок сложных технических проблем. Умер Сергей Дмитриевич в 1975 г. в Казани.

С.Д. Колосов - заслуженный деятель науки и техники Татарии, кавалер орденов Ленина, Трудового Красного Знамени и Красной Звезды.

Память о Сергее Дмитриевиче Колосове будет переходить от поколения к поколению.

Под его руководством:

- созданы первые отечественные газотурбинные установки, которые по своим параметрам в тот период времени соответствовали уровню лучших мировых образцов или превосходили их;
- впервые в мировой практике разработана реверсивный редуктор на большую мощность (36 000 л.с.), что позволило сделать газотурбинную установку главным двигателем корабля;
- создана проектная опытно-конструкторская и исследовательская база, способная обеспечить создание судовых газовых установок для кораблей различных классов и народного хозяйства;
- воспитаны кадры высококвалифицированных специалистов: конструкторов, исследователей, технологов, металлургов и рабочих-газотурбостроителей, обеспечивающих высокий уровень техники;
- создана производственная база для серийного выпуска газотурбинных установок - Южный турбинный завод.

ГЕНЕРАЛЬНЫМ КУРСОМ ПЕРВОГО ГЛАВНОГО КОНСТРУКТОРА

На море, в энергетике и газовой промышленности надежно работают газовые турбины николаевских турбостроителей

Сегодня Государственное предприятие "Научно-производственный комплекс газотурбостроения "Зоря"-Машпроект", в состав которого с 2001 г. вошли разработчик - Научно-производственное предприятие "Машпроект" и Производственное объединение "Зоря" - крупнейший серийный изготовитель газотурбинных двигателей и редукторов.

Юбилейный год наследники Сергея Дмитриевича Колосова встречают новыми достижениями.



Энергоблок UGT 25000 на Березовской ГРЭС, Беларусь

с подачи энергетического пара в проточную часть двигателя. Все оборудование прошло пусконаладочные испытания в I-III кв. 2003 г. и в октябре 2003 г. включено в опытно-промышленную эксплуатацию на магистральном газопроводе.

Продолжается применение для газоперекачивающих агрегатов и на электростанциях морских двигателей мощностью 15, 16 и 25 МВт. На компрессорных станциях линейных газопроводов работают более 600 двигателей поставки ГП НПКГ "Зоря"-Машпроект". Реализуется на практике принятое недавно решение о комплексной поставке электростанций "под ключ". Введены в эксплуатацию две установки ГТЭ-25 с двигателями UGT 25000 для Березовской ГРЭС, установка ГТЭ-15Ц с двигателем UGT 15000 для цементного завода (Республика Беларусь).

Предприятие продолжает работы по созданию и дальнейшему совершенствованию двигателей.

На компрессорной станции Ставищенская (Киевская область) установлена и запущена первая, не имеющая аналогов в мире, установка "Водолей" мощностью 16 тыс. кВт с двигателем UGT 10000

На электростанцию в Салехарде отправлен для второго пускового комплекса ГТЭС-3 двигатель UGT 16000. Это первый в СНГ двухтопливный двигатель, обеспечивающий работу на жидком и газообразном топливе, а также переход с одного вида топлива на другой без изменения режима работы двигателя.

На Ивановской ГРЭС принят в опытно-промышленную эксплуатацию двигатель UGT 110000 (ГТГ110) разработки НПП "Машпроект". В I квартале 2004 г. начинается эксплуатация электростанции с этим же двигателем в поселке Каборга (Очаковский р-н, Николаевская обл.).

На базе двигателя UGT 15000 создан новый морской дизель-газотурбинный агрегат мощностью 27 500 л.с.

Изготовлена и поставлена иностранному заказчику движительная установка



Электростанция UGT 15000C на цементном заводе в г. Костюковичи, Беларусь

для коммерческого судна на воздушной подушке. В ее состав входят два агрегата - правого и левого борта. Каждый агрегат включает в себя созданный на базе ГТД третьего поколения UGT 6000 газотурбинный двигатель уникальной конструкции, отличительной чертой которого является наличие двух фланцев отбора мощности - со стороны компрессора низкого давления и со стороны силовой турбины.

Поставлен на испытания морской газотурбинный агрегат М79 мощностью 10 000 л.с. для корабля на воздушной подушке.

Изготовлен и поставлен на Новгородскую ТЭЦ турбодетандер на мощность 3,0 МВт.

ГП НПКГ "Зоря"-Машпроект" проводятся работы по проектированию двигателей для энергетики мощностью 45...60 МВт. **А**

ИНФОРМАЦИЯ

СВЕРЯЙТЕ ВРЕМЯ ПО "АВИАМИРУ"!

2005 год - год 60-летия Великой победы. Эта победа показала всем, мечтающим о мировом господстве, что ни одна страна, как бы технически сильна, нагла и вероломна она не была, не может противостоять мировому сообществу, не желающему быть поработанным. Чтить память воинов, ценой жизнью которых была добыта эта победа, - обязанность их потомков во всем мире. Для нашей страны, претерпевшей от этой войны больше других, День

Победы является праздником особым, объединяющим все поколения. Именно под флагом этого юбилея будем мы выпускать свой календарь в следующем году.

Календарь-справочник выпускается Издательским домом "АВИАМИР-XXI век" ежегодно с 1998 г., и с каждым годом он приобретает все большую популярность у пользователей. Более 600 организаций регулярно направляют информационные материалы о своей истории и современных достижениях для включения в календарь. В результате ка-

лендарь-справочник отличается точностью подачи информационного и иллюстративного материала по истории авиации, ракетной техники и космонавтики. И это, кстати, отмечено администрацией президента РФ и Министерством экономики РФ.

Издательский дом "АВИАМИР-XXI век" предлагает предприятиям и организациям поместить информацию о своей истории, а также, по желанию, рекламные страницы с приглашениями к сотрудничеству в подготавливаемом к изданию календаре на 2005 г. Информации и рекламные вставки принимаются до - 1 июня 2004 г. Выход календаря планируется к открытию Гидроавиасалона в Геленджике.

Издательский дом "АВИАМИР-XXI век" выпускает также различную полиграфическую и сувенирную продукцию, в том числе уровня VIP. Нами выпущены книги к юбилеям АК им. Ильюшина, АК "Рубин", Догопродненского НПП, ГосМКБ "Вымпел" и т.д. Кроме того, Издательский дом готов оказать помощь в организации юбилеев, как это было с ФГУП "ММП" "Салют", ОАО "Авиапром", ОКБ Сухого, АК им. Ильюшина, ГосМКБ "Вымпел" и другими. **А**



ООО "ЭРМИНИ" - ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПОСТАВЩИК ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА

Георгий Кожухарь, генеральный директор

После глубокого анализа рынка профессионального слесарно-монтажного инструмента и мерительного оборудования специалистами ООО "ЭРМИНИ" было принято решение об организации поставок на отечественный рынок профессионального инструмента немецкого, швейцарского и чешского производства.

Весь поставляемый инструмент полностью отвечает требованиям международных стандартов DIN и ISO, а также сертифицирован ГОССТАНДАРТОм России и внесен в ГОСРЕЕСТР РФ. При обнаружении заводского брака гарантия позволяет производить его ремонт или замену у официальных представителей производителя.

Помимо слесарно-монтажного и мерительного инструмента ООО "ЭРМИНИ" осуществляет поставку всевозможных расходных материалов, комплектующих и запасных частей к металлообрабатывающим станкам, а также смазок, масел и СОЖ от ведущих мировых производителей.

ООО "ЭРМИНИ" осуществляет поставку в любых объемах и в кратчайшие сроки. Мы не просто торгуем, а учим обращаться с приборами и сложным инструментом. При необходимости организуется обучение у заказчика. Нами также организована "горячая" линия технических консультаций в офисе (телефон, e-mail, факс, письмо, личное посещение).

В последнее время ООО "ЭРМИНИ" стало предлагать российским потребителям мерительное оборудование кировского завода "Красный Инструментальщик", а также гидравлическое оборудова-



ние и инструмент, изготовленные корпорацией "Энерпред".

Инструмент и оборудование, поставляемые фирмой, применяются многими ведущими предприятиями промышленности, в том числе ФГУП "ММПП "Салют", ОАО "Сатурн", "Приборостроительный завод" (Рязань), ОАО "ТАНТК им. Г.М. Бериева", "РФЯЦ-ВНИИЭФ" (Саров) и на ряде



Передвижной верстак с инструментом, размещенным на задней стенке, которая легко поднимается и опускается благодаря двум газовым амортизаторам. Верстак укомплектован шестью большими ящиками. Все они выдвигаются практически полностью и в этом положении фиксируются. Пять ящиков имеют 10 продольных и два поперечных разделителя. Рабочая плита толщиной 30 мм выполнена из бука. Допустимая нагрузка 500 кг. Подвижность верстаку обеспечивают колеса, два из которых свободно ориентируются и снабжены стопорами.

Динамометрические ключи типа DREMOMETER с диапазоном момента затяжки от 1 до 3000 Н·м и гарантированной точностью измерения момента $\pm 3\%$ от значения по шкале. У ключей фирмы Gedoge центр вращения совпадает с центром приводного квадрата, что позволяет прикладывать усилия в любой точке ключа без отклонения значения. В зависимости от варианта исполнения ключ может обеспечивать затяжку болтов только вправо или вправо-влево. Возможно использование насадной трещотки.

авиаремонтных заводов.

Поставляемый нами инструмент обеспечивает выполнение любых требований по затяжке резьбовых соединений. Он успешно применяется при сборке выносных коробок ави-



Прибор первого класса точности "ХОММЕЛЬ" предназначен для контроля шероховатости поверхности. Он обеспечивает мобильный (благодаря питанию от сменного аккумулятора напряжением 9 В) сбор данных и их передачу в компьютер для дальнейшей обработки.

Прибор прост в обращении. Он обеспечивает измерение по Ra, Rz, Rmax/Rt по DIN, ISO и JIS. Его память рассчитана на выполнение 125 измерений, которые могут проводиться по трем запрограммированным трассам. Обработка данных возможна по 1-5 отдельным трассам измерений.

В приборе предусмотрены два автоматически переключаемых диапазона измерений (до 160 мкм Rmax). Подача щупа и управление им автоматические.

регатов, верхнего редуктора, модуля центрального конического привода, деталей и узлов газогенератора, опор ПД.

Использование профессионального инструмента позволило сократить время сборки, улучшить надежность и качество выпускаемых изделий.

Успешный опыт применения инструмента и приспособлений, по-

ставляемых ООО "ЭРМИНИ" предприятиям авиационного комплекса, позволяет с уверенностью утверждать, что и специалисты других отраслей промышленности смогут по достоинству оценить возможности предлагаемого инструмента.

Положительный опыт работы ООО "ЭРМИНИ" с ведущими авиационными предприятиями России способствовал ее принятию в члены Ассоциации "Союз авиационного двигателестроения".



Вертикальные длинномеры MICRO-HITE® предназначены для измерения в условиях заводских цехов внешних и внутренних размеров, высоты, глубины, шага и расстояния до элементов, имеющих плоскую или цилиндрическую поверхность. Измеренные параметры автоматически записываются. При поставке с необходимым набором аксессуаров длинномеры могут использоваться в качестве двухкоординатных измерительных машин.

ООО "ЭРМИНИ"
109443, Москва,
ул. Юных Ленинцев, д. 83, корп. 4, офис 2.
Тел.: (095) 709-9720, 709-9882.
Факс: (095) 709-9720.
E-mail: erni@ntl.ru
html: //www.ermi.ru

МАССОВОЕ ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ НА КОЛОМЕНСКОМ ЗАВОДЕ

СОВМЕСТНАЯ РАБОТА КОЛОМЕНСКОГО ЗАВОДА И
ГРУППЫ КОМПАНИЙ АСКОН ПО АВТОМАТИЗАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Сергей Бакалдин, Алексей Беляев, Илья Альков

Журнал "Двигатель" традиционно знакомит читателей с опытом внедрения информационных технологий (ИТ) на ведущих отраслевых предприятиях. Одна из постоянных тем журнала – использование систем автоматизированного проектирования. Нужно отметить, что при выборе САПР заказчики нередко действуют вслепую, внедряя различные программные средства методом проб и ошибок. Издержки такого подхода и низкая эффективность так называемой "лоскутной автоматизации" известны. Отрадно, что усиливается обратная тенденция, предприятия постепенно формируют собственную ИТ-политику. В рамках именно такой политики идет автоматизация на Коломенском заводе, являющемся одним из лидеров российского транспортного машиностроения.

В конце 1990-х годов задачи, стоявшие перед основными конструкторско-технологическими подразделениями завода, диктовали необходимость поиска новых прогрессивных инструментов, способных повысить отдачу каждого сотрудника. Эта ситуация была вызвана увеличением рыночного спроса на продукцию предприятия. Следствием разрешения этой проблемы явилось возрастание объема работ и ужесточение сроков на разработку и изготовление готовой продукции. Кроме того, требовалось сохранить высокое качество каждого изделия и глубину проработки на стадии конструкторского и технологического проектирования. Возросло понимание приоритетности и важности задач автоматизации. Большое значение внедрению ИТ-решений уделило новое руководство завода, возглавившее предприятие после того, как его акционером стала транспортная компания "Северстальтранс".



В.Н. Власов, генеральный директор ОАО "Коломенский завод"

Генеральный директор ОАО "Коломенский завод" Владимир Николаевич Власов заявил: "Перед Коломенским заводом стоят серьезные задачи по выпуску новой техники. Важную роль здесь играют информационные технологии проектирования и управления данными, без которых невозможно развитие современного предприятия".

В процессе выбора средств автоматизации на заводе все-речь заинтересовались достижениями известного разработчика САПР - группы компаний АСКОН. С учетом результатов проведенного всестороннего анализа в качестве базовой платформы проектирования было выбрано программное обеспече-

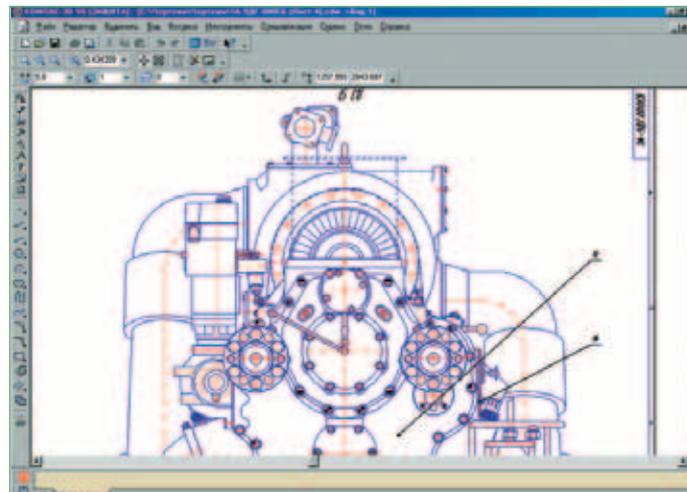
ние "КОМПАС". В большой степени это обусловлено тем, что оно хорошо зарекомендовало себя в производственных условиях и соответствует задачам предприятия.

Первоначально с программными продуктами АСКОН ознакомились в Управлении главного конструктора по локомотивостроению (УГКЛ).

В числе основных достижений подразделения стоит отметить разработку современного пассажирского тепловоза ТЭП70БС мощностью 4000 л.с., опытных пассажирских электровозов переменного тока ЭП200 мощностью 8000 кВт с конструкционной скоростью 200 км/ч и грузового двухсекционного тепловоза мощностью 8000 л.с.

Анатолий Васильевич Подопросветов, главный конструктор по локомотивостроению, заявил: "В КБ всегда уделяли большое внимание развитию САПР, выбор программ опирался на огромный опыт наших специалистов в этой области. Наши сотрудники изучили практически все основные пакеты САПР, имеющиеся на рынке".

Основными критериями выбора являлись: необходимость внедрения многоуровневых САПР, возможности интеграции, соответствие ЕСКД, легкость освоения сотрудниками, наличие необходимых функциональных возможностей и оптимальное соотношение цена/качество. Пожалуй, все эти факторы являлись определяющими при выборе системы, которая охватила бы подавляющее большинство конструкторов. Сегодня мы ви-



Чертеж дизель-генератора, выполненный в системе "КОМПАС-ГРАФИК"



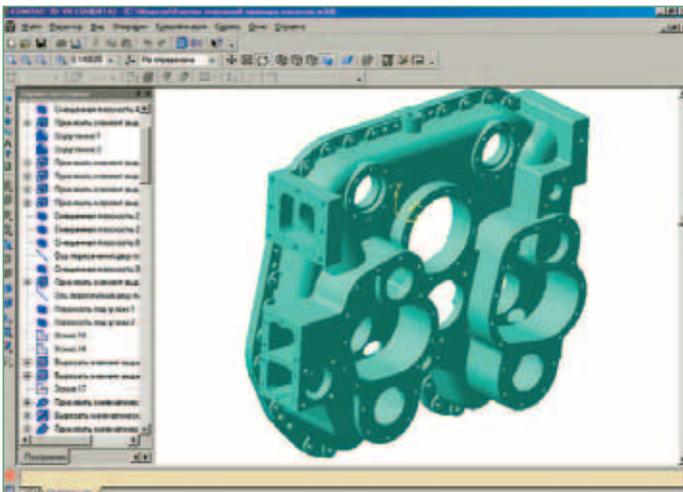
Дизель-генератор 1А-9ДГ

дим массовую автоматизацию в действии. За компьютерами работает большинство специалистов (процент охвата постоянно увеличивается). Подразделение объединено сетью, создан электронный архив. "КОМПАС" является основной САПР, внедрено более 60 рабочих мест, интегрированных в эту систему. Главное "поле деятельности" нашей САПР - проектирование локомотивов и модульных электростанций, выпуск чертежей.

"Массовое внедрение САПР "КОМПАС" в конструкторском бюро по локомотивостроению резко сократило время и увеличило качество разработки новых проектов, которые высоко оценены высшим руководством страны", - подчеркивает главный конструктор А.В. Подопросветов.

Новые системы АСКОН, выходящие под торговой маркой ЛОЦМАН: PLM, обеспечивают сокращение сроков и затрат на конструкторско-технологическую подготовку производства благодаря созданию единого информационного пространства предприятия. Фундаментом являются единые базы данных по материалам, сортаментам, стандартным изделиям. УГКЛ Коломенского завода стало одним из первых, внедривших данные технологии. Используется корпоративный справочник ЛОЦМАН "Материалы и сортаменты". По отзывам специалистов удобный доступ к характеристикам и свойствам материала значительно повышает эффективность работы, сокращает время поиска информации, исключает дублирование и потери данных.

По словам начальника бюро конструкторских расчетов и вычислительной техники УГКЛ В.Н. Савочкина, результаты внедрения продемонстрированы на примере проекта нового грузового тепловоза: *"Основная работа над ним шла с сентября по декабрь 2003 года. Это - крайне сжатый срок, но мы выдержали его благодаря массовой автоматизации и использованию в проектировании имеющихся наработок в электронном виде"*.



Трехмерная модель переднего корпуса привода насосов, выполненная в системе "КОМПАС-3D"

Управление главного конструктора по машиностроению (УГКМ) недавно отпраздновало 100-летний юбилей. Изначально оно было создано для проектирования судовых двигателей. С развитием предприятия производство было переориентировано на выпуск продукции для локомотивов при сохранении значительной доли судовых дизелей, двигателей для самосвалов, морских буровых установок и электростанций.



Главный конструктор по машиностроению В.А. Рыжов

О выборе САПР "КОМПАС" рассказывает главный конструктор по машиностроению Валерий Александрович Рыжов: *"Внедрение мы начали с пилотного проекта на пяти рабочих местах. Программный продукт понравился нашим конструкторам. На сегодня это массовая САПР для конструкторского бюро"*.

Соглашаясь с общей оценкой результатов внедрения, предоставленной УГКЛ, В.А. Рыжов добавляет следующее: *"...создана эффективная цепочка взаимодействия с тяжелыми САПР (Unigraphics); произошло преодоление психологического барьера перед компьютеризацией; с расширением автоматизации возрос престиж инженерного труда. По мере того как отделы предприятия подключаются к корпоративной компьютерной сети, становится все более актуальной проблема защиты информации. Руководители бюро обращают внимание на то, как вопрос защиты данных решен в одном из новых программных модулей "КОМПАС-ЗАЩИТА". Эффективности работы конструкторов-дизелистов способствует использование "КОМПАС" смежниками Коломенского завода, проектировщиками морской техники"*.

Задачи "внутреннего обеспечения" на Коломенском заводе весьма масштабны. Отдел главного конструктора нестандартизированного оборудования (ОГК НО) ведет самый широкий спектр работ: проектирование различного оборудования, строительных конструкций, отопления, вентиляции, теплотехники, электрики. С программными продуктами "КОМПАС" в отделе познакомились несколько позднее, чем в УГКМ и УГКЛ. Несмотря на то, что задачи отдела достаточно специфичны, "КОМПАС" пришелся к месту и здесь. Помимо названных направлений работ ОГК НО, САПР используется в проектировании сложных испытательных стендов. В отделе реализуются мероприятия для стопроцентного охвата программным обеспечением конструкторов ОГК НО. Идет ознакомление со строительными приложениями "КОМПАС", модулями для проектирования электрических схем и другими новинками.

В целом на Коломенском заводе внедрено более 200 автоматизированных рабочих мест "КОМПАС" и другого программного обеспечения компании АСКОН. Оценивая ход внедрения информационных технологий проектирования, генеральный директор завода В.Н. Власов отмечает: *"Значительную часть необходимых нам решений мы получили, работая с ведущим российским разработчиком САПР, Группой компаний АСКОН. Итоги использования систем в конструкторских и технологических подразделениях весьма успешны. Это позволяет с уверенностью смотреть на перспективы развития сотрудничества с компанией"*.



ЕГО ВЕЛИЧЕСТВО - К.П.Д.

Евгений Бугаец, д.т.н.

"Пили, ели - веселились,
подсчитали - прослезились".
Народная поговорка

(Продолжение. Начало № 1, 2, 4, 5, 6 - 2003, 1 - 2004)

Итак, в течение года на базе новой теоретической модели двигателя мы анализировали его 16 основных видов потерь энергии. Наступил момент подвести итоги и определить к.п.д. двигателя.

Представим потери двигателя в виде таблицы. На первый взгляд поразительно, что сумма максимальных значений потерь превысила 400 %. Если учесть, что потери последующих видов энергий оценивались по остаточному принципу от предыдущих, то сумма потерь, приведенная к первому виду энергии (химической энергии топлива) будет значительно больше. Однако никакой несуразности в этом нет. Дело в том, что максимальные значения всех потерь нельзя арифметически складывать, так как они наступают на разных режимах, более того, при разных углах поворота коленчатого вала. Двигатель прост, но не прост принцип его действия.

Еще раз обратимся к зависимости крутящего момента от частоты вращения вала двигателя. На рис. 1 изображена условная зависимость $M(\omega)$. На ней выделены пять зон крутящего момента:

- 1 - нерабочая зона двигателя, зона предельно высоких нагрузок;
- 2 - зона низкой эффективности двигателя, зона высоких нагрузок;
- 3 - зона максимальной эффективности двигателя (рекомендуемая для использования);
- 4 - зона низкой эффективности двигателя, зона высоких оборотов;
- 5 - нерабочая зона двигателя, зона недостаточно высоких оборотов.

Наличие зоны 1 обусловлено в основном механическими потерями линейной энергии поршня: $k_{3,4}$ - потери из-за ассиметрич-

ного горения смеси и $k_{3,2}$ - потери на трение из-за ассиметричной реакции шатуна.

Наличие зоны 2 (переходной) объясняется теми же потерями $k_{3,4}$ и $k_{3,2}$, которые не достигли еще больших значений. На стыке зон 1 и 2 есть узкая зона неустойчивой работы двигателя (говорят, что двигатель "козлит").

Зона 3 (рекомендуемая к использованию) соответствует средней частоте вращения вала двигателя, когда ни один из видов потерь не приблизился к своему максимуму.

Зона 4 (резкого падения крутящего момента) характерна для повышенной частоты вращения вала двигателя и связанных с этим ростом потерь: $k_{2,1}$ - потери, вызванные окислением и горением топлива в фазе СЖАТИЕ, $k_{2,4}$ - потери в выхлопную трубу и $k_{1,3}$ - потери из-за больших размеров каплей топлива.

Зона 5 - нерабочая зона двигателя, так как суммарные потери возросли настолько, что энергии хватает только на обслуживание самого себя, а в нагрузку отдать нечего. Двигатель "визжит", но не тянет.

Теперь рассмотрим фрагмент рабочего цикла двигателя (рис. 2), содержащего фазы СЖАТИЕ и РАСШИРЕНИЕ. Данный фрагмент также можно разделить на пять зон (секторов) угла поворота коленчатого вала (α).

Сектор 1 - фаза СЖАТИЕ (так же как ВПУСК и ВЫПУСК) это зона потерь (см. № 1 - 2004).

Сектор 2 (в области ВМТ) текущие осевые потери $k_{3,5}$ - достигают 100 %, то есть эффективность преобразования кривошипно-шатунного механизма равна нулю. Двигатель работает благодаря инерции вращения.

Сектор 3 ($\alpha = 15...20^\circ$) - зона завершения горения воздушно-



Рис. 1. Зависимость крутящего момента от частоты вращения вала двигателя

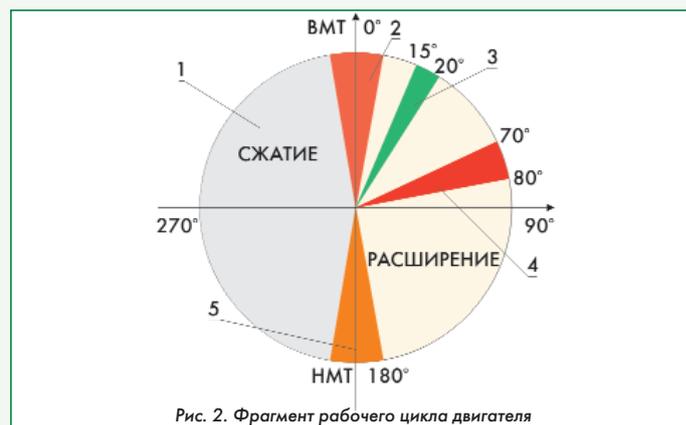


Рис. 2. Фрагмент рабочего цикла двигателя

№	Вид энергии	Наименование потерь	Величина потерь, %	Приоритет потерь	$k_{\text{макс}}$
1	Химическая энергия топлива	1.1. Прямые потери в выхлопную трубу	0,1...6		$k_1=0,98$
		1.2. Потери из-за неполного сгорания в пристеночном пространстве и щелях	2		
		1.3. Потери из-за больших капель топлива	0,1...5		
		1.4. Потери из-за богатой воздушно-топливной смеси	0...20	8	
2	Тепловая энергия газов	2.1. Потери, вызванные окислением и горением топлива в фазе СЖАТИЕ	0,2...30	7	$k_2=0,6$
		2.2. Потери из-за декомпрессии	0,1...5		
		2.3. Потери в стенки камеры сгорания и цилиндра	10...25	5	
		2.4. Потери в выхлопную трубу	30...44	4	
3	Линейная механическая энергия поршня	3.1. Потери на трение поршневых колец о цилиндр	1...5		$k_3=0,35$
		3.2. Потери на трение из-за асимметричной реакции шатуна	2...50	3	
		3.3. Инерционные потери	0...5		
		3.4. Потери из-за асимметричного горения	5...100	2	
		3.5. Осевые потери (потери в кривошипно-шатунном механизме)	~67	1	
4	Механическая энергия вращения вала	4.1. Потери на подготовительные фазы	2...10	9	$k_4=0,9$
		4.2. Потери на работу вспомогательных механизмов и устройств	5...35	6	
		4.3. Инерционные потери	0...5		
					$k_{\text{макс}} \cong 14 \%$

топливной смеси в камере сгорания. Потери из-за асимметричного горения $k_{3,4}$ достигают максимума на время около 200 мкс.

Сектор 4 ($\alpha = 70...80^\circ$) - зона максимального отклонения шатуна от оси симметрии цилиндра. Осевые потери $k_{3,5}$ равны нулю, а потери на трение из-за асимметричной реакции шатуна $k_{3,2}$ и потери на трение поршневых колец $k_{3,1}$ достигают максимума.

Сектор 5 (в области НМТ) аналогично сектору 2 потери $k_{3,5}$ достигают 100 %, но при значительно меньшем давлении.

Таким образом, определить к.п.д. двигателя совсем не просто. Используя интегральную оценку $k_{\text{макс}}$ за один рабочий цикл в зоне 3 как $k_{\text{макс}} = \sum_{i=1}^n k_i$, мы получили $k_{\text{макс}} \cong 14 \%$.

Это означает, что реальный к.п.д. двигателя во всем диапазоне режимов работы колеблется $k = 0...k_{\text{макс}}$.

Так, к.п.д. двигателя автомобиля в городском цикле равен 7 % (!). Как видим, это далеко от общепринятых 30...40 %.

Опять немного истории

В 1997 г. в журнале "За рулем" была описана неудачная судьба первого серийного электромобиля EV1, созданного корпорацией "Дженерал моторс". Корпорация потратила огромные деньги на разработку EV1 и выпуск первой серии в количестве 30 тысяч электромобилей. Была проведена дорогая масси-

рованная реклама, в первую очередь рассчитанная на жителей Калифорнии. Были сделаны 50-процентные дотации и многое другое. Тем не менее, удалось продать только 15 тысяч этих автомобилей. Через пару лет программу свернули, а непроданные машины положили под пресс.

Мы не будем анализировать причины неудачной попытки внедрения электромобиля. Это не является предметом данной статьи. Гораздо важнее, что в процессе эксплуатации EV1 были получены удивительные результаты, оставленные без должного внимания. Было подсчитано, что количество электроэнергии, затраченной EV1 массой около 1,5 т на преодоление пути в 100 км, эквивалентно энергии, заключенной менее чем в одном литре бензина.

Этот результат вызвал огромное недоумение у американских специалистов, ведь аналогичный автомобиль на 100 км тратит в среднем около 10 л бензина. Действительно эти цифры невозможно объяснить, если за основу брать к.п.д. двигателя порядка 30...40 %. Однако, если к.п.д. равен 7 %, то эти цифры прекрасно объясняются.

Возникает крайне актуальный вопрос: возможно ли создать "революционный двигатель" с гораздо более высоким к.п.д.? Несмотря на общепринятый пессимизм в этом вопросе, следует безусловно ответить - да!

(Продолжение следует)



ПРОИЗВОДСТВО ЭКСКЛЮЗИВНОЙ ВИДЕО, ФОТО И МУЛЬТИМЕДИА ПРОДУКЦИИ



КОМПАНИЯ «МЕДИАТРАК» СПЕЦИАЛИЗИРУЕТСЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕ СОВРЕМЕННОЙ РЕКЛАМНО-ИНФОРМАЦИОННОЙ ПРОДУКЦИИ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ И ОРГАНИЗАЦИЙ СФЕРЫ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

ШЕСТИЛЕТНИЙ ОПЫТ УСПЕШНОЙ РАБОТЫ, ВЫСОКИЙ ПРОФЕССИОНАЛИЗМ ПЕРСОНАЛА И НАЛИЧИЕ ПОЛНОГО ЦИКЛА ПРОИЗВОДСТВА ГАРАНТИРУЮТ ВЫСОКОЕ КАЧЕСТВО И ЭФФЕКТИВНОСТЬ НАШЕЙ ПРОДУКЦИИ

КОМПАНИЯ ПРЕДЛАГАЕТ ЦЕЛЫЙ КОМПЛЕКС УСЛУГ, ВКЛЮЧАЮЩИЙ

- ◆ разработку и производство презентационных, информационных, выставочных и рекламных видеороликов корпоративного назначения в форматах DVD, DV, VHS
- ◆ монтаж и монтаж и производство анимационных мультипликационных фильмов и анимационных клипов (он-лайн, телевизионная реклама, видеоролики для ТВ, видеот)
- ◆ создание рекламных, рекламных и рекламных видеороликов и видеороликов мультипликационной анимации
- ◆ адаптацию уже существующих видеороликов и видеороликов (рекламных, информационных, образовательных)
- ◆ пост-продакшн-бот и видеосъемку с использованием новейшей цифровой системы и оборудования



111250, Москва, ул. Автомоторная д.2 Тел./факс 361 5126, тел. 362 9080 E mail: mail@mediatrack.ru www.mediatrack.ru

"УРАГАН-М" НА ЗАЩИТЕ ДВИГАТЕЛЯ

Александр Карабач, главный конструктор НПП "ДК-техно", Москва

Одной из ключевых проблем научно-технического прогресса в области двигателестроения является повышение качества очистки моторного масла, причем актуальность этой проблемы, как ожидается, в дальнейшем будет только возрастать.

Каждая минута работы любого двигателя внутреннего сгорания, особенно при пуске холодного агрегата и прогреве, приводит к попаданию в моторное масло некоторого количества металлических и других загрязняющих частиц, которые образуются в результате трения деталей и в процессе сгорания топлива (сажа, нагар).

По имеющейся в печати информации, износ двигателя на 75 % обусловлен первыми 10 минутами работы после его запуска в холодном состоянии.

Эксплуатационные свойства самых высокосортных масел радикально ухудшаются, если в них содержится хотя бы небольшое количество абразивных механических примесей.

Для надежной эксплуатации современных высокофорсированных бензиновых и дизельных двигателей с прецизионными узлами требуется внедрение новых масляных фильтров с высоким качеством очистки масла в любых экстремальных условиях (особенно при холодном пуске, значительном загрязнении фильтрующих элементов, спортивном стиле езды и т.п.).

Обычный традиционный масляный фильтр способен задерживать частицы загрязнения размером более 20 микрон. Из общего количества частиц меньшего размера улавливается только половина.

Исследования, проведенные специалистами SAE (Общество автомобильных инженеров), свидетельствуют, что наибольший износ двигателя обусловлен действием абразивных частиц размером менее 15 микрон.

Проходя через поры фильтрующего элемента и циркулируя вместе с маслом в системе смазки, эти частицы внедряются в относительно мягкий антифрикционный слой вкладышей коленчатого вала, опор распредвала, юбки поршней и другие детали, превращая их в шлифующий слой с микрорезцами и вызывая повышенный износ двигателя.

При холодном пуске и прогреве двигателя, а также значительном загрязнении фильтрующего элемента в различных фильтрах традиционной конструкции при открывании перепускного клапана происходит смыв нафильтрованных ранее загрязнений с поверхности фильтрующего элемента потоком перепускаемого масла в масляную магистраль.

В некоторых марках фильтров смыв загрязнений предотвращают, располагая перепускной клапан на входе фильтра, однако при этом возможно попадание в масляную магистраль загрязнений из картера двигателя.

В фильтрах с защитой перепускного клапана дополнительным фильтрующим элементом перепускаемое масло очищается только от крупных загрязнений (> 100 микрон), а более мелкие циркулируют вместе с маслом, вызывая износ двигателя.

Кроме того, при каждом открывании перепускного клапана нафильтрованные загрязнения с основного фильтрующего элемента смываются и переносятся на дополнительный фильтрующий элемент. При значительном его загрязнении это может привести к "масляному голоданию" двигателя с аварийными последствиями.

Всех перечисленных выше недостатков лишен фильтр "Ураган-М", оригинальные конструкторские решения которого защищены патентами ряда стран.

В октябре 2003 г. фирма "ДК-техно" была приглашена международным научным комитетом по фильтрации на конгресс FILTECH EUROPA-2003, который проходил в Дюссельдорфе (Германия). Представитель нашей фирмы сделал доклад по фильтру "Ураган-М", вызвавший большой интерес участников конгресса. Недавно получено также приглашение на 9-й Всемирный конгресс по фильтрации (9-th World Filtration Congress), который будет проходить в Новом Орлеане (США) в апреле 2004 г.

Отличительные особенности фильтра-активатора "Ураган-М"

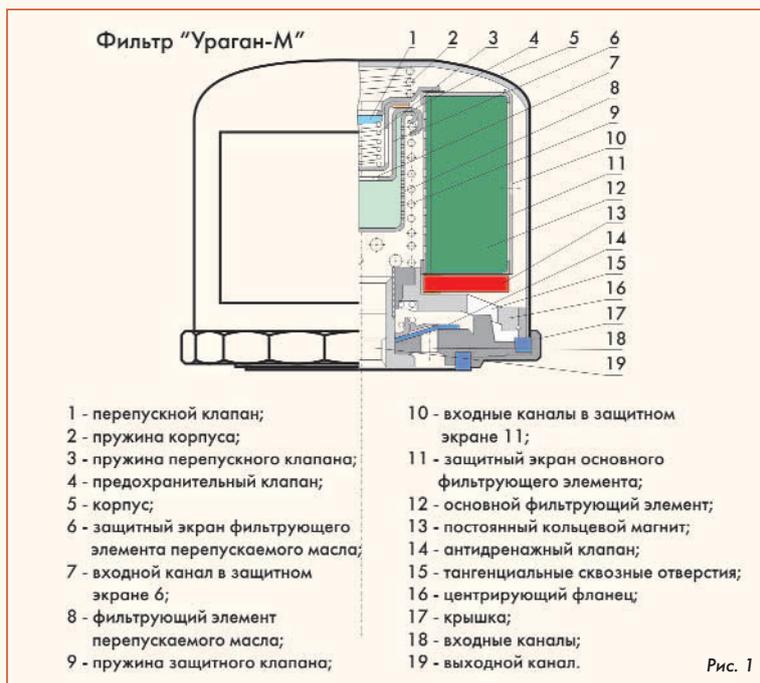
1. На входе фильтра за антидренажным клапаном 14 (см. рис. 1) расположен мощный кольцевой магнит 13, который выполняет следующие функции:

- извлечение из проходящего мимо и вращающегося благодаря тангенциально расположенным отверстиям 15 потока масла всевозможных металлических ферромагнитных (сталь, чугун) частиц, а также парамагнитных частиц, которые по своим

размерам могут проходить через поры фильтрующего элемента в традиционных фильтрах и ухудшать прочность масляной пленки, толщина которой измеряется единицами микрон, а также вызывать повышенный износ двигателя;

- сохранение в период эксплуатации качества моторного масла, так как металлические частицы (содержащиеся в масле и на фильтрующем элементе и являющиеся катализаторами ускоренного окисления масла) накапливаются на поверхностях магнита и уменьшают площадь контакта с маслом;

- обработку (активацию) циркулирующего через масляный фильтр мо-



торного масла магнитным полем, что позволяет сохранить и улучшить его вязкостно-температурные свойства, упорядочить пространственную ориентацию молекул масла, увеличить прочность масляной пленки, смачиваемость и жидкотекучесть (т.е. способность проникать в узкие зазоры).

Моторное масло представляет собой смесь соединений жидкокристаллической структуры с электроразряженными (полярно-активными) молекулами, у которых центры распределения положительных и отрицательных зарядов не совпадают. Атомы в этих молекулах располагаются таким образом, что на одном конце молекулы образуется положительный, а на другом - отрицательный заряд.

Полярно-активные молекулы притягиваются к поверхности металла, имеющей отрицательный заряд, образуя пленку масла толщиной в одну молекулу, на которую наращиваются новые слои. Аналогичное явление происходит и на другой металлической поверхности пары трения.

Рентгеноструктурные исследования моторного масла показывают, что строгая ориентация полярно-активных молекул может достигать до 500 рядов, что соответствует толщине пленки примерно в 1 микрон.

Так как одноименные заряды отталкиваются, то их электрического межмолекулярного взаимодействия достаточно для того, чтобы предотвратить непосредственный металлический контакт поверхностей трения даже при значительных нагрузках и скоростях вращения или скольжения.

2. Во внутренней (чистой) полости основного фильтрующего элемента 12 за перепускным клапаном 1 расположен фильтрующий элемент перепускаемого масла 8, на который попадают только частицы загрязнений из картера двигателя.

3. Вокруг фильтрующих элементов 12 и 8 расположены защитные экраны 11 и 6, не позволяющие смывать на фильтрованные ранее загрязнения с их поверхностей при открывании перепускного клапана 1 и предохранительного клапана 4.

4. При значительном загрязнении обоих фильтрующих элементов открывается предохранительный клапан 4 и предварительно очищенное магнитом 13 масло продолжает беспрепятственно поступать через канал 7 в масляную магистраль двигателя.

5. Предохранительный клапан 4 расположен за перепускным клапаном 1 и имеет давление срабатывания 0,6...0,8 кгс/см², что позволяет избежать "масляного голодания" в экстремальных условиях.

6. Фильтр выполнен разборным, что позволяет значительно продлить срок его эксплуатации, заменяя только основной фильтрующий элемент 12, решить проблемы энергоресурсосбережения и экологии.

Быстрое и относительно дешевое внедрение части важных элементов данной разработки (без магнита) возможно и в конструкции серийно выпускаемых неразборных фильтров.

Российское научно-производственное предприятие "ДК-техно" предлагает разнообразные формы сотрудничества с научными и исследовательскими центрами двиглестроения, моторными заводами, производителями фильтров.

Возможна продажа лицензий на право использования запатентованных изобретений, создание совместных предприятий.

105043, Москва, а/я 51
Карабач Александр Андреевич
НПП "ДК-техно"
Тел./факс: (095) 124-9001
E-mail: DK-techno@mail.ru

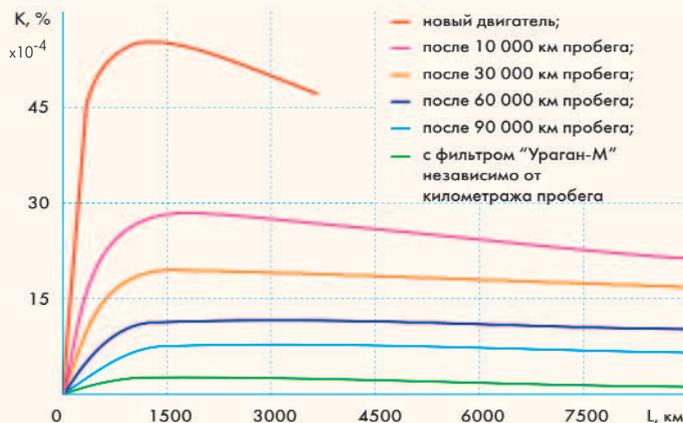


Рис. 2. Зависимость концентрации ферромагнитных абразивных частиц в масле картера от пробега автомобиля после регулярной смены масла

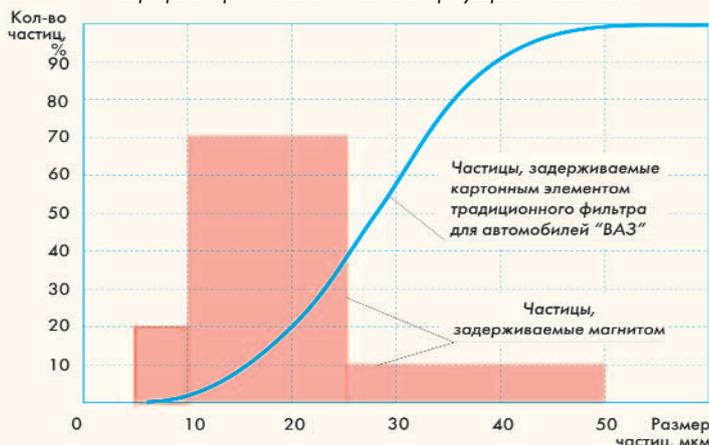


Рис. 3. Фракционный состав частиц, задержанных магнитным и традиционным фильтрами двигателя ВАЗ-2106

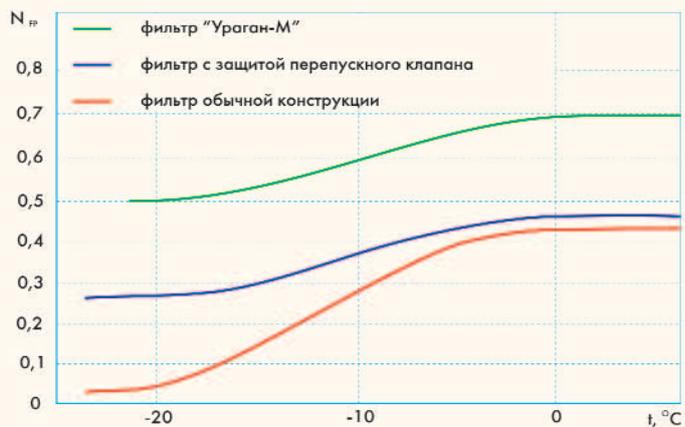


Рис. 4. Зависимость надежности защиты пар трения в присутствии ферромагнитных частиц от температуры моторного масла

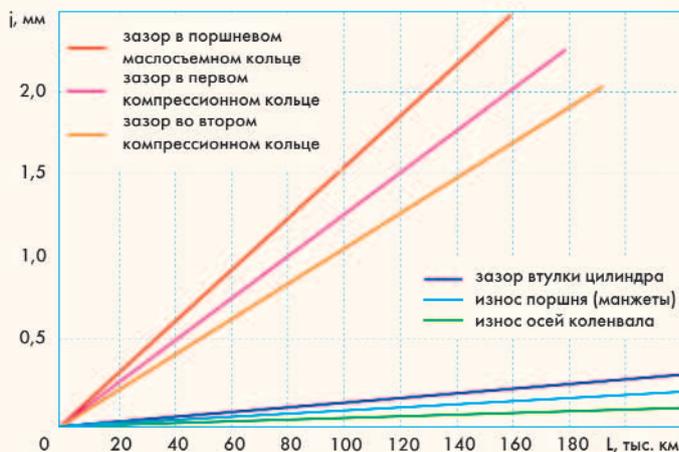


Рис. 5. Зависимость износа составных частей двигателя от пробега автомобиля

КОМПЛЕКСНАЯ ОТРАБОТКА ДИНАМИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ЖРД

Валентин Шерстянников, лауреат премии имени Н.Е. Жуковского, д.т.н.

(Окончание. Начало в № 1 - 2004)

2. Комплексное использование методов физического и математического моделирования

Накопленный к середине 60-х годов в НИИ и ОКБ опыт математического моделирования на ЦВМ процессов запуска и других переходных режимов ЖРД показал, что созданные методы позволяют математическим путем достаточно точно воспроизводить на ЦВМ практически весь цикл эксплуатационных режимов работы двигателей с отражением индивидуальных особенностей их сборки и условий испытаний. Эти методы применяются и в настоящее время для оптимизации параметров двигателей и их систем, главным образом, на этапе формирования штатного варианта конструкции. Они успешно используются также для проведения исследований некоторых аварийных ситуаций на этапе стендовых и летных испытаний. Однако регулярного применения при стендовой отработке двигателей методы математического моделирования в то время еще не получили.

Специалисты ЦИАМ определили примерный перечень задач, для решения которых в процессе стендовой отработки двигателей целесообразно использовать математическое моделирование. Необходимые для этого алгоритмы и программы в значительной части были уже разработаны и до некоторой степени апробированы при создании предыдущего поколения ЖРД. В целом методы математического моделирования, разработанные В.М. Калниным, оказались применимыми на всех этапах стендовой отработки двигателя, начиная от комплекса первоначальных испытаний двигателей, при которых формируется штатный вариант конструкции, и кончая контрольными испытаниями двигателей, при которых осуществляется контроль стабильности производства серийных двигателей. В соответствии с этапами отработки двигателя меняется и техническое содержание задач математического моделирования.

Начальному этапу в большей степени свойственно варьирование схемных и конструкторских решений. На этапе набора статистики испытаний основную роль играет исследование влияния внешних и внутренних факторов на запуск и точность настройки двигателя. Для этапа испытаний двигателей в составе ракетных блоков наиболее характерно решение различных задач, связанных с согласованием характеристик двигателей и ракетных систем (оптимизация демпфирования топливной системы, регламентация гидроударов и провалов давлений на входах в насосы, снижение механических и ударно-волновых нагрузок на конструкцию

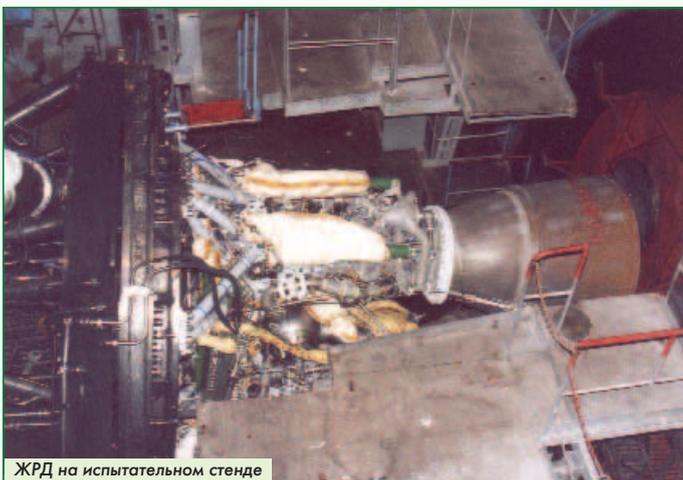
и др.). При контрольных испытаниях серийных двигателей и испытаниях ракетных блоков важную роль начинает играть анализ причин невыполнения программы испытаний и корректировка предстоящих летных пусков ракеты (см. табл.). Все эти задачи решаются методом прямого математического моделирования динамических режимов работы двигателей, включающим в себя воспроизведение на ЦВМ внешних и внутренних условий их работы, в том числе динамические возмущения, исходящие от ракетных и стендовых систем (горячая и холодная расцепка ступеней, переключение баков, аварийное выключение двигателей и др.). Необходимые для этого алгоритмы и программы в значительной части были уже разработаны и апробированы.

Преобладание в рассматриваемом перечне задач, связанных с анализом переходных режимов и статических характеристик двигателей, обусловлено тем, что соответствующие математические методы были более развитыми и могли быть охвачены единой программой моделирования на ЦВМ полного цикла эксплуатационных режимов двигателей. Имеющие большое значение при создании новых двигателей вопросы отработки работоспособности и надежности мощных высоконапорных ТНА, ресурса и экономичности двигателей, устойчивости рабочего процесса камер до сих пор еще в достаточной степени не поддаются математическому моделированию. Их приходится решать, в основном, экспериментальным путем. Поэтому эти вопросы не были включены в состав задач.

Важным достоинством метода математического моделирования является возможность расширения объема получаемой информации благодаря более полному исследованию влияния внутренних и внешних факторов на динамические режимы работы двигателей. Для реализации этой возможности по ходу основных пусков двигателей проводилась идентификация математической модели, обеспечивающая необходимую степень достоверности результатов, получаемых моделированием. Накопленный опыт показал, что при наличии достаточного числа экспериментальных пусков, проведенных в различных условиях, эта задача поддается удовлетворительному решению. Однако, чтобы реализовать преимущества, которые может дать регулярное сопровождение стендовых испытаний математическим моделированием, при наиболее крупных комплексах стендов ОКБ и НИИ должны быть организованы специальные вычислительные центры (ВЦ) и бригады специалистов, занимающиеся математическим моделированием. Комплектование этих бригад кадрами и вычислительная мощность используемых ими ЦВМ должна обеспечивать существенное превышение числа кондиционных "математических" пусков над огневыми. При меньшей производительности математического моделирования значительные потенциальные возможности, заложенные в комплексном применении методов физического и математического моделирования, могут оказаться существенно недоиспользованными в отношении уменьшения потерь материальной части двигателей и ускорения их доводки.

3. Применение современных вычислительных средств для обработки и анализа результатов испытаний

Последний из рассматриваемых вопросов связан с совершенствованием методов хранения, анализа и использования получаемой при стендовых испытаниях информации. В сложившейся в 50...60-х годах практике стендовой отработки двигателей полу-



ЖРД на испытательном стенде

ЗАДАЧИ, РЕШАЕМЫЕ МЕТОДАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Этапы работы	Содержание задач	Цель
Формирование штатного варианта конструкции двигателя. Набор статистики испытаний.	Выбор схемы и циклограммы запуска и останова.	Исключение аварийных исходов.
	Оптимизация параметров системы регулирования.	Устойчивость и качество регулирования.
	Анализ причин наиболее типичных аварийных исходов испытаний.	Проверка рабочих гипотез.
	Проверка выполнения технических требований.	Корректировка характеристик агрегатов.
	Специспытания (частотные, кавитационные, вакуумные и др.).	Определение пределов работоспособности.
	Отработка эффективности системы аварийной защиты.	Уточнение параметров настройки каналов защиты.
	Влияние внутренних факторов на характеристики.	Оценка влияния производственных отклонений.
	Определение конструкторских запасов по внешним факторам.	Уточнение пределов работоспособности.
	Контроль крайних сочетаний внешних и внутренних факторов.	Выявление нежелательных режимов работы.
Испытания ракетных блоков.	Согласование характеристик двигателей и ракетных систем.	Оптимизация демпфирования топливной системы.
	Проверка программы летных испытаний.	Регламентация гидроударов и провалов давлений на входах.
	Коррекция взаимного влияния двигателей в связке.	Снижение вибрационных и газодинамических нагрузок.
Контроль серийного производства.	Контрольно-выборочные испытания.	Анализ причин невыполнения программ.
	Специальные испытания.	
	Контрольно-сдаточные испытания двигателей.	Корректировка условий летных пусков.
Огневые технологические испытания блоков.		

чил применение "архивный метод" хранения и использования информации. При этом методе после ручной или машинной обработки первичных материалов испытаний и выполнения их экспресс-анализа все материалы, относящиеся к данному пуску, подшиваются в "дела пусков" и в таком виде используются по мере надобности для составления статистических подборок и решения других вопросов, возникающих в процессе доводки двигателей. Такой метод позволяет успешно вести стендовую отработку двигателя, но является недостаточно производительным и становится неудобным при накоплении больших объемов информации, когда число "дел пусков" превышает несколько сотен.

Наиболее рациональным выходом из создавшегося положения являлся переход к машинному методу хранения и использования информации, то есть к созданию банка данных с помощью ЦВМ.

Основные требования к вычислительному центру, сформулированные в 60-х годах, сводились к следующему. В долговременной памяти стендового ВЦ должна была храниться вся статистика результатов испытаний двигателей независимо от того, на каких стендах она получена, а также все аварийные исходы испытаний с классификацией причин аварий и их последствий. Наряду с результатами огневых испытаний в памяти ВЦ должны храниться также процессы, полученные при математическом моделировании. Машинный метод включал в себя также построение обобщенных стандартизированных графиков и таблиц изменения параметров при основных переходных режимах двигателей (запуске, регулировании тяги и останове). Таблицы содержали полученные значения параметров установившихся режимов и основных показателей качества переходных процессов, а также данные, характеризующие фактические условия испытаний. Обобщенные графики переходных режимов представляли собой построенные в крупном масштабе, удобно расположенные и совмещенные по оси времени кривые изменения основных регистрируемых параметров двигателя с указанием моментов подачи всех команд управления. На кривые изменения параметров наносились контуры "трубок", соответствующие средне-статистическому разбросу процессов, и строились гистограммы отдельных показателей процессов. В ряде случаев на графиках указывались также величины "хлопков" давления при воспламенении и догорании топлива, а также величины максимальных амплитуд

пульсации давлений и вибраций элементов конструкции двигателей, зарегистрированные в характерные моменты переходных процессов. Машинный анализ результатов испытаний включал в себя углубленную обработку полученной информации по всем вопросам, возникающим при отработке двигателей.

Резюмируя изложенные выше рекомендации, разработанные ЦИАМ на основе анализа и обобщения накопленного отечественной промышленностью опыта по ракетному двигателестроению в 60-е годы и направленные на повышение эффективности методов натурной отработки ЖРД, можно отметить следующее.

1. Для повышения полноты физического моделирования ракетных условий при стендовых испытаниях двигателей целесообразно наряду с выполнением условий гидродинамического и теплофизического подобию обеспечивать также механическое подобие путем приближения в требуемом диапазоне частот комплексных частотных характеристик стенда и ракеты к каналу "сила тяги - перемещение мест крепления двигателя к ракете".

Для получения требуемых амплитуд колебательных перегрузок в диапазоне низких частот наряду с применением механических вибраторов направленного действия рекомендовано использовать в качестве задатчика колебаний испытуемый двигатель, снабженный пульсатором расхода в системе горючего газогенератора.

2. Эффективным средством для уменьшения потерь материальной части двигателей при стендовых испытаниях и ускорения темпов их доводки является комплексное использование методов физического и математического моделирования при стендовой отработке переходных процессов и систем управления ЖРД. Для решения этой задачи при крупных стендах ОКБ и НИИ должны быть организованы специальные вычислительные центры, осуществляющие регулярное сопровождение стендовых испытаний математическим моделированием и машинный анализ результатов огневых испытаний двигателей.

3. Внедрение указанных рекомендаций в практику обработки ЖРД связано с дополнительными расходами, однако ожидаемый от них эффект, проявляющийся в сокращении сроков создания двигателей и уменьшении затрат материальной части на их стендовую отработку, с большим превышением окупает эти затраты, что подтверждается практикой создания современных ЖРД. 

ТАК НАЧИНАЛИСЬ ЖРД И РАКЕТЫ НА ЖИДКОМ ТОПЛИВЕ

Александр Николаев

(Продолжение. Начало в № 1 - 2004)

Немецкие ракетопланы

В двадцатые-тридцатые годы прошлого столетия жидкостный реактивный двигатель предполагали использовать не только для запуска ракет, но и для осуществления полетов ракетопланов, подъемная сила у которых создавалась аэродинамическими поверхностями. Привлекательными сторонами ракетоплана являлась меньшая потребная тяга ЖРД по сравнению с "бескрылой" ракетой и, следовательно, меньший расход топлива. Вместе с тем, тогдашний ЖРД мог обеспечить высокую скорость полета, в полтора-два раза превышавшую максимально достигнутую самолетами с винтомоторными силовыми установками. К примеру, мощность ЖРД тягой 750 кгс при скорости полета 300 м/с составляет 3000 л.с., что примерно в два-три раза больше мощности типичных авиационных поршневых двигателей, разработанных в конце тридцатых годов минувшего века. Обратной стороной медали являлась относительно небольшая продолжительность "моторного" полета крылатого летательного аппарата с ЖРД, обусловленная большим удельным расходом топлива.

Первые эксперименты, связанные с оснащением планера связкой ракетных двигателей (пока еще твердотопливных), в Германии были предприняты Фрицем Штамером еще в 1928 г. В следующем году аналогичные опыты провел фон Опель, однако они закончились воспламенением планера и аварией. Продолжительность работы подобных РДТТ составляла единицы секунд, поэтому о каких-либо серьезных результатах говорить не приходилось.

Следующим шагом стало оснащение очередного планера жидкостным реактивным двигателем, заимствованным от ракеты А-1 Вернера фон Брауна. Использование жидкого кислорода в качестве окислителя сильно осложняло жизнь экспериментаторам. И все же они были настойчивы: в 1936 г. подобным ЖРД был оснащен истребитель He 112. Авиаконструктор Эрнст Хейнкель, заинтересовавшийся возможностями реактивной техники, выделил для опытов сразу две машины. На второй экземпляр доработанного истребителя установили ЖРД, работавший на этаноле и жидком кислороде. Вначале сделали несколько пробегов, а в апреле 1937 г. летчик-испытатель Эрих Варзиц поднял машину в небо. Однако из-за плохих эксплуатационных свойств двигателя, ставших причиной ряда аварий, и перключения внимания фон Брауна преимущественно на баллистических ракетах работы по этой программе были свернуты.

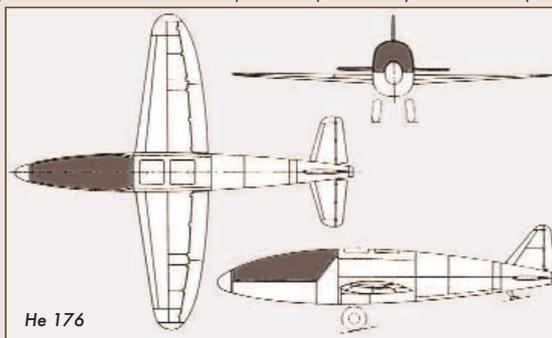
Но еще раньше, в 1934 г. фирма Walter KG начала разработку, а спустя два года представила на испытания первый простейший ЖРД, обеспечивавший тягу 300 кгс в течение 30 с. Первоначально он предназначался для подвешенного ускорителя, облегчавшего взлет самолетов типа He 111 в перегрузочном варианте. Летную отработку первого варианта двигателя Вальтера производили на легком самолете He 72, первый полет которого с ЖРД состоялся осенью 1936 г.

В качестве окислительного компонента топлива Гельмут Вальтер остановился на перекиси водорода (по соображениям секретности для нее придумали специальное наименование - "вещество Т", которое применялось в открытой переписке). На первом этапе немцам удалось наладить промышленное произ-

водство 60-процентной перекиси, а затем концентрация продукта H_2O_2 была доведена до 85 %. При разложении 85-процентной перекиси водорода в присутствии катализатора высвобождается энергия, равная приблизительно 600 ккал/кг, что обеспечивает повышение температуры продуктов распада на 900...950 К. Наиболее активным катализатором наряду с некоторыми благородными металлами (например, платиной), является перманганат калия ("вещество Z"). Реактивный двигатель, установленный на самолет He 72, фактически представлял собой реактор, в котором размещался зернистый катализатор из пиролюзита с добавкой цемента и песка. Один килограмм катализатора при давлении в камере 25 кгс/см² обеспечивал разложение впрыскиваемого "вещества Т" с расходом от 150 до 200 г/с, сохраняя активность при взаимодействии с 2000 кг перекиси водорода.

По более поздней схеме водные растворы катализатора Z впрыскивались вместе с "веществом Т" в рабочую камеру, на выходе которой получали разогретый, насыщенный кислородом (47 весовых процентов) водяной пар. Именно такой процесс, названный "холодным", использовался для создания тяги в авиационных вальтеровских двигателях "второго поколения". Строго говоря, никакого горения в них не происходило. Фирма Walter KG разработала целый ряд двигателей такого типа. Самые маленькие имели тягу 10 кгс, а самый большой - 60 тс! Именно такими "экологически безопасными" двигателями немцы оснащали, например, реактивную планирующую бомбу Hs 293, экспериментальный самолет He 112 и первый специально спроектированный ракетоплан He 176.

Эрнст Хейнкель поручил его разработку Гансу Регнеру. Осенью 1937 г. опытные немецкие авиаконструкторы отчетливо осознали гигантские преимущества, которые сулило применение ЖРД для достижения сверхвысоких скоростей полета. Создаваемый самолет He 176 должен был стать не очередной летающей лабораторией для проверки работоспособности двигателя, а рекордной машиной, способной преодолеть фантастический по тем временам рубеж - 1000 км/ч. С учетом относительно небольшой тяги вальтеровского двигателя пришлось до предела уменьшить размеры и массу летательного аппарата.



He 176

Так, его длина не превышала 5 м, размах крыла - 4 м, а его площадь составляла всего 5 м². При взлетной массе 2000 кг (в том числе 350 кг топлива) удельная нагрузка на крыло получалась невероятно высокой по тем временам - 400 кгс/м². Поговаривали, что кабину самолета спроектировали специально в расчете на невысокого и худощавого пилота Варзица - другой летчик-верзила в нее просто не поместился бы. Принимая во внимание высокую вероятность возникновения аварийной ситуации со столь революционным летательным аппаратом, Регнер был вынужден спроектировать специальную отделяемую кабину для спасения пилота при полете на высоких скоростях. Капсула, оснащенная мягким тормозным устройством, быстро теряла скорость, а затем летчик мог воспользоваться собственным парашютом. Правда, минимальная высота, начиная с которой жизнь пилота гарантировалась, оказалась немалой - 6000 м.

В хвостовой части He 176 смонтировали двигатель HWK RI-201, обладавший тягой, которая могла регулироваться в пределах от 45 до 500 кгс. В отличие от предшественников в этом двигателе система топливопитания была выполнена турбонасосной (ранее Вальтер практиковал вытеснительную схему с баллонами сжатого воздуха). Для раскрутки турбины использовался вспомогательный контур, в котором было организовано разложение относительно небольшого количества перекиси водорода, а основная ее часть подавалась насосом в главную "реактивную трубу". Внешние формы двигателя с его длинной трубой способны поставить в тупик даже специалиста. Оказывается, Вальтер был вынужден пойти на применение подобной схемы, уступая требованиям самолетчиков, которые беспокоились о центровке машины и настаивали на смещении центра масс вперед по полету. По расчетам двигателистов запаса топлива должно было хватать на 60 с "моторного" полета He 176.

Летом 1938 г. опытную машину перевезли на остров Узедом, где Варзиц начал с пробежек, коротких полетов и проверки эффективности органов управления. Только через год все системы были отлажены, и 30 июля 1939 г. самолет He 176 впервые по-настоящему поднялся в воздух, сделав круг над аэродромом. Весь полет продолжался всего 50 с, но Хейнкель считал полученный результат чрезвычайно важным. Он развонил о своей новинке на всех уровнях, вплоть до руководства министерства авиации и рейха. 1 июля 1939 г. за полетом малютки He 176 наблюдали посланцы Геринга - генералы Удет и Мильх. Спустя еще два дня машину перебросили на испытательный аэродром Рехлин. Здесь в "смотрюнах" приняли участие сам Гитлер, Геринг и Кейтель. "Кузнечик", - пренебрежительно бросил фюрер после завершения полета He 176. Затем он повернулся к Хейнкелю и с усмешкой сказал: "Спасибо, профессор. Это действительно великое достижение. Ваш самолет достоин быть в музее".

Реакция Гитлера перечеркнула все планы Хейнкеля в отношении самолетов с ЖРД. Поддерживавший конструктора Удет (они были приятелями), зная нрав фюрера, посоветовал не перечить. Приближалось 1 сентября 1939 г., планы руководителей рейха были уже однозначно связаны с началом войны, поэтому "кузнечики" никого не интересовали. К тому же, вопреки расчетам, He 176 смог развить максимальную скорость, не превышавшую у земли 400 км/ч (по другим данным, в одном из полетов он смог разогнаться до 700 км/ч). Можно предположить, что при сбросе с самолета-носителя на высоте 5000...6000 м самолет мог бы продемонстрировать значительно большую скорость, ...но все это уже из области теории. В соответствии с указанием Гитлера после начала Второй мировой войны машину установили в Берлинском авиационном музее, где она и была уничтожена в результате налета английских бомбардировщиков в 1943 г. Первенцу среди экспериментальных сверхскоростных самолетов с ЖРД фатально не повезло: из-за запрета на фотографирование объектов в музее и гибели официальных отчетов об испытаниях самолетов фирмы Heinkel в последние месяцы войны не сохранилось ни одной его фотографии.

Косвенной причиной отказа от доводки He 176 можно считать также наличие у руководства люфтваффе альтернативного проекта, который был предложен Александром Липпишем, сотрудником Германского института планеризма (DFS). Еще в 1937 г. Липпиш предложил оснастить один из разработанных им планеров-бесхвосток (DFS 39) реактивным двигателем Вальтера. Из-за ограниченных производственных возможностей института изготовление фюзеляжа новой машины поручили компании



Двигатель RI-203, работавший по "холодному циклу"

Э. Хейнкеля, что было опрометчиво - ведь тот сам занимался разработкой ракетоплана. В соответствии с об-

щим правилом фирма Ernst Heinkel AG старательно тормозила конкурента, пока взбешенный задержками Липпиш не нашел нового покровителя в лице Вилли Мессершмитта. В январе 1939 г. Липпиш вместе с двумя десятками сотрудников перебрался в Аугсбург, где по указанию Мессершмитта специально под этот проект в составе огромного КБ была сформирована отдельная (и весьма секретная) секция L. Первое время разработка ракетоплана велась под обозначением DFS 194, но затем по указанию министерства авиации наименование сменили на Me 163. Это был весьма болезненный удар по самолюбию Липпиша.

Опытная машина оснащалась двигателем RI-203, аналогичным примененному на He 176, но обладавшим меньшей тягой (300 кгс). ЖРД работал по "холодному циклу", используя в качестве компонентов топлива вещества T и Z. Летчик-испытатель Гейнц Диттмар сумел разогнать DFS 194 до скорости 500 км/ч. Затем настал черед несколько усовершенствованного Me 163V1. Весной 1941 г. начались его летные испытания на авиабазе Лехфельд, причем из-за отсутствия отработанного двигателя (Вальтер вновь изменил его конструкцию, обеспечив возможность плавного изменения тяги в диапазоне от 150 до 750 кгс) машину испытывали в безмоторном полете, как планер. Удивительно, но даже с баками, заполненными водой, и весовыми макетами агрегатов силовой установки (чем обеспечивалась нужная центровка) Me 163V1 продемонстрировал прекрасное аэродинамическое качество, равное 20. В пикировании самолет легко разогнался до скорости 850 км/ч, при этом не наблюдалось никаких неприятных явлений вроде затягивания в пикирование, которым впоследствии страдал другой реактивный истребитель фирмы - Me 262.

Летом 1941 г. опытный Me 163V1 перебросили на аэродром Пенемюнде-Запад, где на машину установили ЖРД RI-203, работавший по "холодному циклу". Силовая установка оказалась крайне "сырой", что послужило причиной нескольких катастроф и аварий. При наземной отработке двигатель дважды взрывался, разнося в щепки стенды и испытательные боксы, но в условиях войны потери считались чем-то само собой разумеющимся. Вскоре последовал настоящий триумф: под управлением Диттмара самолет, заправленный 1200 кг топлива, побил мировой рекорд скорости и сумел разогнаться до 915 км/ч. Заветные 1000 км/ч были уже совсем близко. 2 октября 1941 г. (между прочим, всего через три дня после начала "решающего наступления вермахта на Москву") все тот же Диттмар преодолел указанный рубеж, став первым в мире пилотом, летавшим со скоростью 1004 км/ч. Для установления рекорда Me 163V1 был отбуксирован двухмоторным истребителем Bf 110 на высоту 3600 м. После расцепки и запуска ЖРД машина стала быстро разгоняться, и при достижении максимальной скорости летчик почувствовал быстрое нарастание усилий на ручке управления. Аэродинамических чудес не бывает - Me 163 с относительно толстым крылом тоже затягивало в пикирование, как и Me 262, но только при значительно больших значениях скорости. Впрочем, это не помешало руководству министерства авиации, весьма высоко оценившему результаты испытаний, заказать разработку боееспособного истребителя-перехватчика Me 163B.

Эта машина, в отличие от экспериментально-рекордного Me 163V1, должна была нести вооружение (две 20-мм пушки MG 151 или две 30-мм пушки MK 108), бронирование для защиты от ответного огня атакуемых бомбардировщиков, а также иметь топливные баки увеличенного объема. Заказ, выданный министерством авиации, предусматривал изготовление семидесяти Me 163B и еще десяти планеров Me 163A, предназначенных для обучения летчиков безмоторному полету и посадке. Из-за высокой нагрузки на крыло и отсутствия хвостового опере-

Двигатель RI-211, работавший по "горячему циклу"

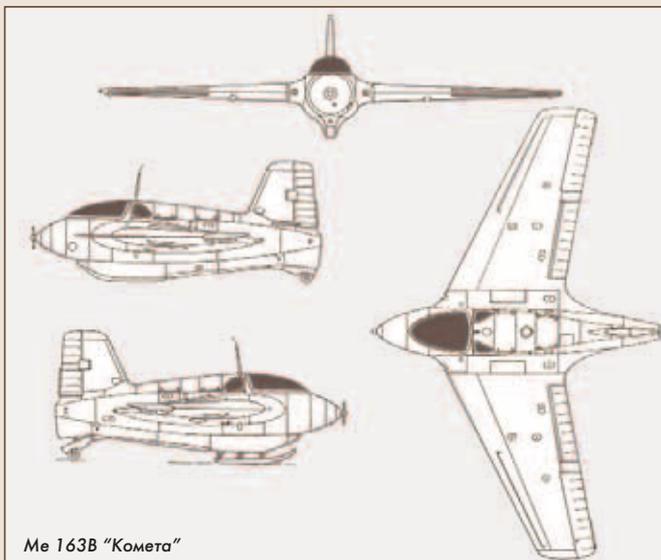


ния посадочная скорость заметно потяжелевшего Me 163B составляла почти 220 км/ч, то есть была в полтора-два раза больше, чем у большинства самолетов того времени (но с позиций сегодняшнего дня она отнюдь не выглядит чрезмерной).

Между тем Вальтер продолжал совершенствование двигателя. Очередная модификация RII-211, в отличие от предшествующих, работала по "горячему циклу", при этом "вещество Т" являлось окислителем, а "вещество С" (смесь гидразингидрата, метанола и воды) - горючим. Благодаря значительному увеличению температуры газов максимальная тяга двигателя была доведена до 1500 кгс (позднее - до 1700 кгс). По расчетам Липпиша при такой тяге Me 163B был способен набрать высоту 12 000 м всего за три минуты. Запаса топлива должно было хватить на 12 минут "активного" (с работающим ЖРД) полета, так что на ведение боя с высоколетящими неприятельскими бомбардировщиками у пилота истребителя оставалось всего 9 минут. Для увеличения продолжительности полета конструкторам пришлось разместить баки везде, где это только было возможно. Перекись водорода плескалась даже в двух емкостях, размещенных по бокам от кресла пилота! Что и говорить, неприятное соседство, особенно в боевых условиях, когда возможен прострел конструкции вражеской пулей или осколком. Впрочем, сам Вальтер в отношении опасности перекиси был довольно оптимистичен: *"Вещество Т действует слегка разъедающе на человеческую кожу, причем остаются беловатые опухоли ткани, которые в зависимости от степени ожога через 1...2 часа снова исчезают. Действие его столь терпимо, что при немедленном энергичном смывании водой остаются едва заметные следы ожога. Опасны только ожоги глаз..."*

Реальный удельный расход топлива двигателя RII-211 оказался почти вдвое больше расчетного - 5,5 г/кгс·с. Возникла необходимость охлаждения камеры сгорания, что было осуществлено путем прокачки "вещества С" через рубашку камеры. Выявились определенные трудности с остановом двигателя. Остатки компонентов топлива, сливавшиеся из магистралей под относительно малым давлением, накапливались в нижней части камеры сгорания, а затем бурно реагировали - в этом случае нередко происходил взрыв, разрушение и воспламенение хвостовой части самолета. Кроме того, обнаружилась кавитация при работе насосов, а зажигание топлива происходило с недопустимо большой задержкой. Словом, конструкторам пришлось изрядно поломать голову над обеспечением безопасной работы двигателя на всех режимах. Все это задержало появление пригодного для полетов двигателя RII-211.

И все же к концу 1942 г. основные принципиальные трудности удалось преодолеть, а весной 1943 г. была сформирована специальная испытательная команда EK 16, задачей которой стало проведение войсковых испытаний и выработка рекомендаций по боевому применению Me 163B. Командир EK 16 Вольфганг Шпаате и еще че-



Me 163B "Комета"

тыре опытейших пилота в течение полугода "отлавливали" дефекты и экспериментировали с различными режимами и профилями полета. Осенью 1943 г. было окончательно определено, что радиус действия "Кометы" (такое наименование получил Me 163B в люфтваффе) не превышает 150 км. Тренировка строевых летчиков должна была начинаться с полетов на планерах с последующим переходом к пилотированию безмоторных Me 163A, затем - частично заправленных Me 163B, и только после этого можно было подумать

об освоении боевого применения в полном объеме. Далеко не каждый пилот средней (по немецким меркам) квалификации мог "приручить" "Комету". О новичках речь попросту не шла. Может быть, именно из-за сложности подготовки летчиков программа Me 163B постоянно тормозилась. Не выдержав возникших тренировок с В. Мессершмиттом, покинул компанию главный конструктор А. Липпиш.

Только весной 1944 г., в условиях все более разрушительных бомбардировок авиации союзников, командование люфтваффе решило все же развернуть боеспособное строевое соединение ракетных истребителей-перехватчиков. Первая группа эскадры JG 400 в июне 1944 г. базировалась на аэродроме Брандис, что неподалеку от Лейпцига. Шпаате рекомендовал размещать базы Me 163B цепочкой с севера на юг с тем, чтобы перекрыть все возможные траектории полета англо-американских бомбардировщиков. Однако на деле поступили иначе: ракетные перехватчики немцы сконцентрировали всего на двух-трех крупных аэродромах, что объяснялось трудностями их обеспечения экзотическими компонентами топлива. В результате, выявив базирование высокоскоростных и считавшихся потенциально очень опасными Me 163B, колонны бомбардировщиков союзников стали старательно огибать Брандис, Цвишенан и другие авиабазы ракетопланов, избегая контактов с ними. Как бы то ни было, на счету JG 400 к концу войны числилось всего девять уничтоженных бомбардировщиков при собственных потерях 14 машин (но ни одна из "Комет" не была сбита противником).

Из эмоциональных воспоминаний летчиков, пилотировавших боевые ракетопланы, прежде всего можно выделить две главные особенности Me 163B. С одной стороны, самолет с нормально функционирующей силовой установкой обладал прекрасными летными данными, в том числе хорошей устойчивостью и управляемостью во всем диапазоне высот. С другой стороны, он являлся "самым опасным боевым летательным аппаратом" для собственного пилота. Мало того, что несколько "мессершмиттов" взорвались при запуске двигателя из-за неодновременной подачи компонентов топлива (отказывала хваленая вальтеровская гидроавтоматика). Одна из машин потерпела катастрофу при взлете, будучи сбитой... отскочившей на нерасчетную высоту сброшенной колесной тележкой. В другом случае эта самая тележка вообще не пожелала отделиться от самолета. Пилоту пришлось покинуть машину с парашютом - во взлетной конфигурации посадить Me 163B не представлялось возможным. Недорум змблемой второго отряда JG 400 был выбран знаменитый барон Мюнхаузен, восседающий на пушечном ядре...

Нервы пилота оставались напряженными и после нормального отрыва от взлетной полосы, ведь если бы двигатель отказал на небольшой высоте, то у него не оставалось шансов выжить - при вынужденной посадке агрессивные компоненты топлива неминуемо попадали в кабину. Лишь после полной выработки топлива летчик, пожалуй, мог смахнуть холодный пот со лба. И то на время - приближалось время весьма опасной посадки на высокой скорости, причем уйти на второй круг было невозможно. Кроме того, следует помнить, что в боевых условиях планирующий Me 163 являлся несложной мишенью для вражеского истребителя.



Me 163B в аэродинамической трубе

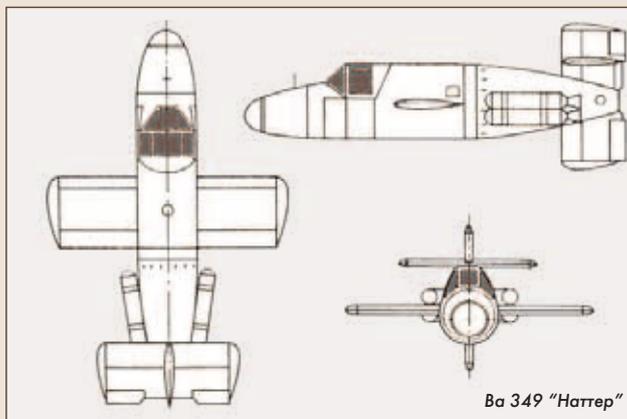
Все эти причины наряду с техническими проблемами и трудностью подготовки пилотов для ракетопланов ограничили их внедрение на вооружение люфтваффе. Эскадра JG 400 неполного состава являлась единственным соединением Me 163, причем в самом лучшем случае она располагала не более чем 30-40 боеспособными машинами. Общий объем производства Me 163 по разным оценкам составил от 237 до 300 единиц (точное количество назвать нельзя из-за утраты отчетных документов заводов-производителей при бомбардировках авиации союзников на последнем этапе войны).

Совершенствование конструкции Me 163 продолжалось вплоть до февраля 1945 г., когда его серийное производство свернули. В 1944 г. концерн Г. Вальтера разработал новый вариант ЖРД, получивший наименование 109-509В, который отличался от предшественников наличием двух камер сгорания. Одна из них, обеспечивавшая максимальную тягу 1700 кгс, использовалась при взлете и наборе высоты, а вторая (максимальной тягой 300 кгс) - для горизонтального полета. В начале 1945 г. появился еще более мощный двухкамерный 19-509С (тяга, создаваемая камерами, - 2000 и 200 кгс, соответственно). В серию его запустить не успели.

Специально для Me 163 группа специалистов фирмы BMW под руководством Карла-Гейнца Гедвига разработала альтернативный ЖРД типа 109-708 максимальной тягой 2500 кгс. В качестве компонентов топлива использовались азотная кислота ("вещество Sv") и так называемая "тонка" ("вещество R"). Однако довести его до серийного производства не удалось.

Между тем, в августе 1944 г. обстановка в воздухе становилась все более безнадежной для люфтваффе и рейха в целом. Многочисленные американские соединения "Летающих крепостей" и "Либереиторов" осуществляли дневные налеты на германские промышленные центры, а ночью по районам не успевших утихнуть пожаров работали английские бомбовозы. Людские потери Германии вследствие однократного удара (дневного и ночного) нескольких тысяч бомбардировщиков по одному городу порой достигали ста тысяч, приближаясь к тем, что понесла Япония в результате применения ядерных бомб! Многочисленные эскадры поршневых истребителей и зенитные батареи, собирая обильную дань с нападавших, все же не могли предотвратить удары с воздуха. Гитлер был в ярости, обвиняя Геринга чуть ли не в предательстве. В таких условиях министерство авиации было готово рассматривать любые проекты летательных аппаратов, обещавших стать непреодолимой преградой на пути неприятельских воздушных армий.

Пробил час самолетов так называемых "нетрадиционных схем". В их числе был и ракетный истребитель, предложенный инженером Эрихом Бахэмом, бывшим техническим директором фирмы Fieseler. Разработчик полагал, что главными достоинствами такой машины должны были стать низкая стоимость, простота производства и нетребовательность к качеству подготовки пилота в совокупности с большой скоростью полета и высокой огневой мощностью. Очевидно, что добиться такого сочетания в одной машине нелегко. Бахэм предложил решение в виде одноразового самолета, стартующего вертикально с помощью ЖРД типа 109-509А-2 и твердотопливных ускорителей и набирающего рабочую высоту с использованием радиоуправления. Таким образом, от пилота не требовалось умения производить взлет. Не нужно было обучать его пилотированию и на столь сложном этапе полета, каким является посадка: после выполнения атаки вражеского самолета летчик должен был спастись на парашюте. Перед оставлением машины пилот задействовал временный механизм, который затем выдавал команды на отстрел двигателя и вытягивание его спасательного парашюта. Планер же самолета, получившего наименование Va 349 "Наттер"



Ва 349 "Наттер"

("Гадюка"), должен был изготавливаться из дерева и фанеры; особой ценности он не представлял, тем более что Бахэм планировал наладить производство нескольких тысяч единиц ежемесячно при трудозатратах порядка 1000 ч на экземпляр.

В октябре 1944 г. изготовили 15 планеров, один из которых был опробован летчиком Цубертом в полете на буксире за He 111. Конструкция машины была весьма примитивной; на крыльях даже отсутствовали элероны, а управление по крену осуществлялось с помощью дифференциально отклоняемых рулей высоты. В носовой части за обтекателем скрывались трубчатые направляющие для 24 неуправляемых ракет калибра 73 мм. В декабре 1944 г. Бахэм произвел 11 пусков беспилотных самолетов Va 349. Отлавив в какой-то степени старт, конструкторы приняли решение перейти к полномасштабным пилотируемым полетам. В один из последних февральских дней 1945 г. "Гадюка" взлетела в небо с летчиком-испытателем Лотаром Зибертом в кабине. Еще до перехода на ручное управление, на высоте примерно 150 м разрушилось остекление кабины, а затем по каким-то причинам сдвинулся бронезаголовник сиденья пилота. Зиберт, по-видимому, был ранен и потерял сознание. Неуправляемая машина набрала почти полуторакилометровую высоту, постепенно валиясь "на спину", а затем перешла в пикирование...

Производство планеров продолжалось (Бахэм имел заказ на 200 предсерийных машин), но было решено до возобновления пилотируемых полетов внимательно изучить поведение Va 349 в аэродинамической трубе. В марте 1945 г. машину продули, выявив необходимость увеличения поверхностей хвостового оперения. Заодно решили немного ее перекомпоновать, установив двигатель 109-509С максимальной тягой 2000 кгс.

Дни рейха были уже сочтены. В марте-апреле 1945 г. в руки трофейных команд стран антигитлеровской коалиции попали образцы немецкой ракетной техники, включая истребители-перехватчики "Комета" и "Гадюка". К концу 1945 г. в СССР имелось десять Me-163 (из них семь двухместных учебно-тренировочных, а в пригодном для полетов состоянии - всего один), несколько вальтеровских двигателей 109-509 и опытных ЖРД фирмы BMW. Надо признать, что гораздо больший интерес у советских специалистов вызвали немецкие баллистические ракеты

Me 163 на испытаниях в СССР



"Фай-2" (А-4) и реактивный истребитель Me 262 с двумя ТРД Jumo 004. До испытаний двухместного Me 163S, и то только в варианте планера (в СССР в то время отсутствовало производство компонентов топлива - концентрированной перекиси водорода и гидразингидрата), руки дошли позднее. Летал на "мессере" известный советский летчик-испытатель Марк Галлай, который, к сожалению, в своих воспоминаниях какого-то определенного отношения к машине не высказал, хоть имел при полетах на ней два неприятных случая, не связанных, впрочем, с особенностями самолета.

(Продолжение в следующем номере).

КОСМОС НАЧИНАЛСЯ В ИОАННОВСКОМ РАВЕЛИНЕ

Владимир Чередник

Петропавловская крепость Санкт-Петербурга - центр, сердце и один из главных символов северной столицы России. Для миллионов россиян это историческое место дорого еще и потому, что отсюда начиналась дорога в космос.

12 апреля 1973 г. по предложению общественности города, по инициативе и при активном участии В.П. Глушко был создан музей "Газодинамическая лаборатория", вошедший в состав Государственного музея истории Ленинграда (ныне Санкт-Петербурга). В экспозиции музея отражена история ГДЛ-ОКБ на фоне развития ракетной техники и космонавтики в СССР и России.

Немного истории. Подразделение, а позднее второй отдел ГДЛ, в котором началась разработка электрических и жидкостных ракетных двигателей и ракет, было создано 15 мая 1929 г. с приходом в лабораторию молодого перспективного инженера В.П. Глушко. Вначале работы велись в Электрофизическом институте в Лесном и на научно-исследовательском артиллерийском полигоне на Ржевке, а с 1932 г. - в Иоанновском равелине Петропавловской крепости и в Адмиралтействе.

В 1929-1931 годах в ГДЛ были разработаны и испытаны первые в мире электротермические ракетные двигатели (ЭРД) и первые советские жидкостные ракетные двигатели (ЖРД) - опытные ракетные двигатели (ОРМ), прямыми потомками которых являются маршевые двигатели современных космических ракет.

В зале № 2 музея представлен план территории равелина, занимаемой ГДЛ. На нем отмечены места нахождения огневого испытательного стенда, химической лаборатории, механических и слесарных мастерских, участка сборки двигателей, кабинетов инженерно-технического персонала. В этом зале вос-

становлены интерьеры кабинетов, в которых работали инженеры и руководители второго отдела лаборатории. Посетители видят мебель тех лет, телефон, старый репродуктор.

На письменном столе начальника второго отдела развернута скромная экспозиция: научные труды и материалы исследований 1930-х годов, технические справочники, которыми пользовались сотрудники ГДЛ, рабочие записи Валентина Петровича.

О времени создания первых ЖРД - как их называли тогда, опытных ракетных моторов - напоминают экспонируемые в зале исторические документы: список личного состава ГДЛ, план работ, ведомость имущества, список оборудования мастерских, справки о работе в лаборатории инженеров И.И. Кулагина и В.С. Соколова, авторские свидетельства на изобретения. Здесь же экспонируются копии писем В.П. Глушко к К.Э. Циолковскому, с которым он переписывался с 1923 по 1930 г. В одном из них юный Глушко писал: *"Относительно того, насколько я интересуюсь межпланетными сообщениями, я Вам скажу только, что это является моим идеалом и целью моей жизни, которую я хочу посвятить для этого великого дела... Уже три года как я каждую свободную минуту посвящаю ему"*.

В 1932-1933 годах в Иоанновском равелине на баллистическом маятнике испытывался первый в мире электрический ракетный двигатель (ЭРД) термического типа конструкции и В.П. Глушко.

Большой интерес вызывает экспонируемый макет высоковольтной установки для исследований электротермических ракетных двигателей, воссозданный при участии ее разработчика В.С. Соколова.

Особенно дорог нам сегодня созданный под руководством В.П. Глушко первый советский жидкостный ракетный двигатель ОРМ-1, разработанный в 1930-1931 годах. Здесь же представлен технологический образец данного двигателя, с которого по существу начиналась дорога в космическое пространство. Экспериментальный двигатель ОРМ-1 работал на жидком топливе (кислороде и бензине), развивая тягу до 200 ньютонов. Он состоял из 93 деталей и был довольно сложен по конструкции. Двигатель ОРМ испытывался на заранее смешанном унитарном топливе (топливной смеси), причем было проведено 46 огневых испытаний. В результате теоретических и экспериментальных исследований, выполненных ГДЛ в 1929-1930 годах, прошли испытания (проведено 100 пусков) первые в СССР жидкостные ракетные двигатели - опытные ракетные моторы (ОРМ).

В 1930 г. В.П. Глушко впервые были разработаны и предложены в качестве окислителей для жидкостных ракетных двигателей



азотная кислота, растворы азотного тетроксидов в азотной кислоте, перекись водорода, хлорная кислота, тетранитрометан, а в качестве горючего - бериллий.

В 1930 г. им были разработаны и испытаны профилированное сопло и теплоизоляция камеры сгорания слоем двуокиси циркония. В 1931 г. были предложены самовоспламеняющееся топливо и химическое зажигание. Началась разработка и испытания насосной системы подачи жидких компонентов топлива в ракетный двигатель. Обо всем этом рассказывают экспонируемые макеты и документы.

Завершают экспозицию зала портреты сотрудников отдела, инженеров и техников Е.Н. Кузьмина, А.Л. Малого, Е.С. Петрова, В.И. Серова, В.П. Юкова и других. Над ними - текст: *"В 1932-1933 годах в этих помещениях работали сотрудники ГДЛ. Здесь была создана первая в СССР серия ЖРД, прямыми потомками которых являются мощные двигатели, установленные на всех советских ракетах-носителях, летавших в космос, и на многих дальних боевых ракетах, обеспечивающих могущество Ракетных войск Советского Союза"*.

Экспозиция зала № 3 посвящена дальнейшему развитию работ второго отдела ГДЛ. На образцах экспериментальных жидкостных ракетных двигателей показано, как изменялись, совершенствовались те или иные конструктивные элементы, что позволило в 1933 г. приступить к разработке двигателей практического применения и реактивных летательных аппаратов

(РЛА) для полета на высоту до 100 километров. Двигатели испытывались неподалеку от Меншикова бастиона. Схема огневого испытательного стенда, фотография двигателя ОРМ-12 во время испытаний наглядно показывают, что это было сопряжено с определенным риском. Во время испытаний сотрудники второго отдела находились в укрытии и наблюдали за работой двигателей с помощью установленных зеркал.

В зале пред-

ставлены технологические образцы двигателей практического применения ОРМ-50 и ОРМ-52, работавших на азотнокислом и керосиновом топливе с химическим зажиганием. В 1933 г., пройдя официальные стендовые испытания, они являлись самыми мощными жидкостными ракетными моторами, допускающими десятки повторных пусков. ОРМ-50 развивал тягу 1,47 кН и предназначался для ракеты "05" с высотой подъема до 5000 м. ОРМ-52 создавался по заказу Научно-исследовательского минно-торпедного института и развивал тягу, вдвое большую - 3 кН.

Экспозицию Музея космонавтики и ракетной техники им. В.П. Глушко завершает "энергомашевская" тематика, в частности, макет двигателя РД-170, "поднявшего" "Энергию", а также информация о сегодняшних днях предприятия. Жаль, что нет подлинных двигателей, прославивших Энергомаш в 1980-1990 годы. Есть, правда, РД-107, но он ведь разработан почти 50 лет назад...

Чем живет музей?

Проблема посещаемости - важнейшая. Музей в целом не может пожаловаться на невнимание посетителей хотя бы потому, что он - часть единого музейного комплекса "Петропавловки". И еще благодаря таким энтузиастам, как Нелли Федоровна Малышева (работает с 1980 года) с ее увлекательными, образными экскурсиями. В музей охотно заходят иностранцы. Космос "под боком" у Петра Великого - это нечто!

Музей весьма активно посещают слушатели и преподаватели ВКА им. Можайского, здесь устраивают мероприятия представители Северо-Западной межрегиональной организации Федерации космонавтики России. Как рассказал ее первый вице-президент Олег Петрович Мухин, Федерация активно работает с высшими учебными заведениями - ВКА им. Можайского, Государственным университетом авиационного приборостроения, Санкт-Петербургским балтийским университетом, рядом школьных учреждений, например, средней школой № 58 имени С.П. Королева. С помощью спонсоров организация участвует в производстве модельных ракетных двигателей для кружков, а также играет весомую роль в праздновании наиболее значимых дат в истории космонавтики - 12 апреля и 4 октября, а также празднике Дня города в Петропавловской крепости.

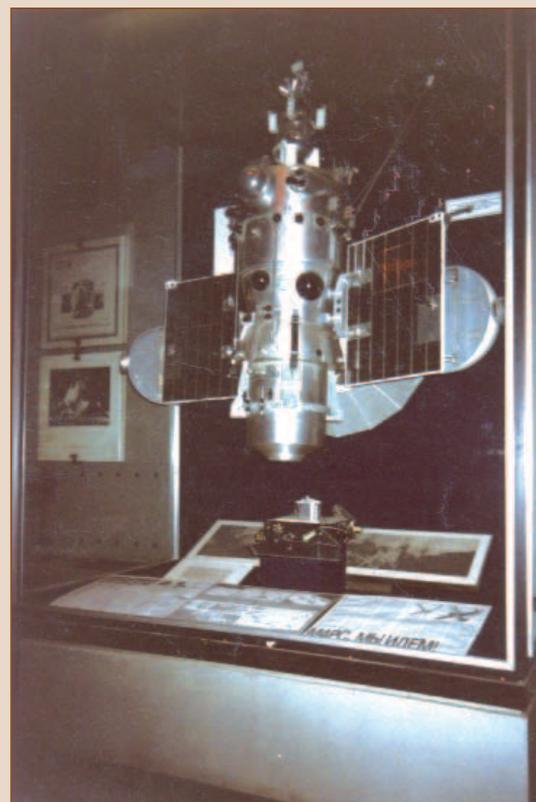
Благодаря финансовой помощи со стороны НИИ "Эфа-Энерго", НИИ "Трансмаш", Петроаэробанка, ОАО "Петробетон", "Медикор Плюс" Федерация оказывает материальную поддержку ветеранам ракетно-космической техники.

Но есть и "узкие" места, видимые неискушенным взглядом. Вызывает, например, недоумение организация рекламы музейного дела. Удалось найти всего один (!) справочник-путеводитель, составленный еще в 1987 г. Неужели невозможно организовать выпуск рекламно-информационных листовок и брошюр в более чем четырехмиллионном мегаполисе?

Научно-исследовательская работа слегка "притормозилась" лет 15 назад, как объяснил директор музея Леонид Алексеевич Овчинников, из-за отсутствия новых экспонатов. Однако почему до сих пор не выставлены 20 экспонатов из личных вещей В.П. Глушко, переданные музею в 1995 году?

Экспозиционные площади стали тесны музею. Возможности для расширения площадей имеются, но... правое крыло Иоанновского рavelина несколько лет занимает кафе-бар (работающий с 11.00 и до...) с мрачным названием "Каземат".

Итак, резюме. Чем можно помочь (без кавычек) музею? Несомненно, пополнением его экспозиции продукцией ведущих аэрокосмических предприятий России, включая лучшие в мире двигатели НПО Энергомаш, которые неоднократно подтверждали свою высочайшую надежность и технологичность. И тогда сотни тысяч посетителей будут помнить, что они живут в великой космической державе. **А**



НАШ ОПЫТ РАБОТЫ НА РАЗНЫХ ЭЛЕКТРОИСКРОВЫХ СТАНКАХ

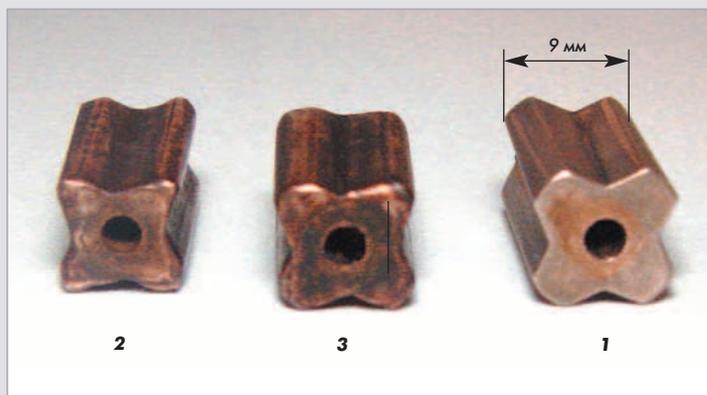
В. Александров, инструментальный цех РКС "МиГ"

Так сложилось, что на нашем предприятии используются электроискровые станки двух фирм: швейцарские AGIE ("Ажи") и японские SODICK ("Содик"). Станки были запущены в эксплуатацию практически одновременно и предназначались для выполнения однотипных работ. За четыре года эксплуатации и сравнения составилось определенное мнение о работе техники обеих фирм. Складывается впечатление, что станки отражают совершенно разные идеологии, как будто им передается стиль мышления и образ жизни создавших их людей. Европейцы (в данном случае, швейцарцы), как правило, работают в размеренном, раз и навсегда продуманном ритме: обед по свистку, а сигнал к окончанию рабочего дня - это вообще святое дело. Весь производственный процесс подчинен заранее установленным схемам и правилам. Шаг в сторону от заданной схемы - и сбой в работе обеспечен. У японцев же таких фокусов нет. Они - известные трудоголики... Так вот, изготовленные японцами станки совершенно такие же.

станок все равно вернется в исходную точку и начнет работу заново, даже если оператор заправил проволоку в месте обрыва вручную. Нетрудно представить чувства станочника, когда это все происходит при завершении обработки контура длиной 3000 мм...

Вообще, "программные капризы" станков "Ажи" порождают массу проблем. "Содик" автономен абсолютно: в розетку включили, поставили оператора для обслуживания, и этого вполне достаточно. На станке можно написать программу любой сложности или адаптировать готовую программу с другого станка. А с "Ажи" все совсем по-другому. Программу на станке ни создать, ни отредактировать нельзя. Для этого требуется дополнительный специалист и еще один компьютер. Если при работе во вторую смену выявится ошибка в программе или потребует ее доработка, то придется ждать прихода программиста, и станок простоят до утра. Наверное станки "Ажи" неплохо вписываются в структуру крупных западных предприятий, но те схемы, которые прекрасно работают при наличии у вас

1. Справа - новый медный электрод.
2. Слева - электрод после обработки одного комплекта раскатников (6 штук) на 75-80 % на станке Soprac 3 фирмы "Ажи".
3. Посередине - такой же электрод, которым на станке "Содик" AM35 NF40 доработали до конца комплект раскатников, не законченный на "Ажи", и прошли полностью еще один такой же комплект раскатников.
Электрод на "Содике" сделал работы в 2 раза больше, а изношен несравнимо меньше, чем электрод на "Ажи".



Внешний вид обоймы раскатника.
Раскатник - специальный инструмент для получения высококлассных отверстий с одновременным упрочнением поверхностного слоя.
Материал - инструментальная сталь 30ХГСА.
Высота обоймы - 60 мм.
Электроискровое формование окон раскатника производится в плоскости XY.
Электрод подается в направлениях X+, X-, Y+, Y-



Даже "характеры" у станков абсолютно разные. Например, "Содики" очень открытые и дружелюбные по своей сути. Оператору работать с ними легко и приятно. Эти станки не откажутся выполнять работу, даже если условия не вполне соответствуют техническим нормам. Вежливо предупредив оператора о том, что ресурс фильтра исчерпан или температура воздуха в помещении ниже допустимой, они, тем не менее, позволят выполнить задание. Если оператору нужно, станок пойдет ему навстречу, но обязательно предупредит, что, возможно, точность обработки не будет идеальной. Последнее слово остается за оператором, который не будет ощущать себя полным болваном, изучившим две кнопки: "пуск" и "стоп". "Содики" будут работать тогда, когда это нужно, кажется, что даже и в условиях полярной зимы. "Ажи" не включатся уже при температуре ниже 14 градусов, и вообще, лишь тогда, когда сочтут нужным согласно своему ТУ... Вообще, станки "Ажи" очень некоммуникабельные, оператора как-то не слишком слушают. Такое впечатление, что они живут своей отдельной жизнью, строго подчиняясь лишь алгоритму, записанному в их электронных мозгах. Если, к примеру, произошел обрыв проволоки при резании контура, то

более десятка станков, экономически абсурдны, если у вас их всего один-два (что в России встречается гораздо чаще).

Грешат станки "Ажи" и избыточным потреблением электродов. Швейцарскому станку для обработки любой детали требуются как минимум два электрода, "японец" же часто обходится одним. Бывали и такие работы, при выполнении которых "Содик" демонстрировал 5-6-кратное преимущество. Так, при формовании пазов обоймы раскатника на "Ажи" не удается получить требуемый профиль, израсходовав на комплект из шести деталей менее трех электродов. "Содику" хватило одного электрода для двух таких партий деталей. А сложная литевая матрица с мелкими элементами из-за высокого износа электрода на станке "Ажи" вообще не получилась... При этом качество поверхности у деталей, сделанных на "Содике", значительно выше - они практически не требуют дополнительной полировки.

И вот теперь, по прошествии пяти лет эксплуатации, у наших станков "произошло разделение труда": теперь все самые ответственные работы мы стараемся производить только на "Содике" и ни на каких других. **А**

www.sodick-euro.ru // www.sodick.ru

**В наши дни перед производителями
встают задачи, решить которые
невозможно с помощью обычных
электроискровых (электроэрозионных)
станков. В ближайшем будущем число
таких задач возрастет многократно.**

Решение есть уже сейчас:

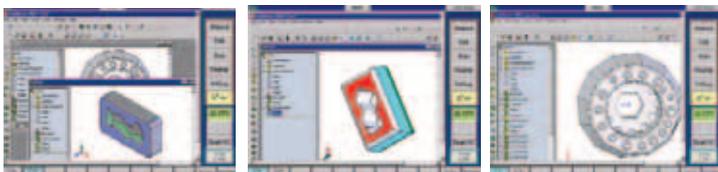
линейные электроискровые станки

Sodick

станки эпохи нанотехнологий! NANO & SOLUTION

Впервые!

- ✓ **Линейные сервоприводы**
- ✓ **Линейные датчики 10 нано**
Линейные датчики с дискретностью 10 нм (0,01 мкм).
Дискретность приводов 0,1 мкм.
- ✓ **Керамическая рабочая зона**
- ✓ **Встроенные 3D CAD/CAM системы
в компьютерном ЧПУ**



КЧПУ-генераторы "LQ"

До сих пор никто не встраивал в ЧПУ станков системы автоматического проектирования. В уникальные собственные компьютерные ЧПУ-генераторы Sodick серии "LQ" добавлена графическая станция Pentium-4. Она обеспечивает работу 3D CAD/CAM систем, функционирующих как программные оболочки для трехмерных САПР Q3vis. И это помимо совершенных систем автопрограммирования с автотехнологами. Представляете, какие теперь возможности у операторов Sodick?!



Линейные проволочно-вырезные станки Sodick:

- ✓ Самая высокая в отрасли скорость электроискрового резания с использованием латунной проволоки
- ✓ Самая высокая в отрасли скорость резания с использованием специальной проволоки
- ✓ Самая высокая производительность

Линейные прошивочные станки Sodick:

- ✓ Рекордная производительность
- ✓ Сверхмалый износ электрода
- ✓ Быстрое получение зеркальных поверхностей как на малых, так и на больших площадях



Демонстрация самых быстрых в мире вырезных электроискровых станков на ЕМО-2003 в Милане. При "паспортных данных" 540 мм²/мин станок AQ325L с КЧПУ-генератором LQ55W в условиях выставки легко разогнался до скорости выше 550 мм²/мин. Однако линейные станки Sodick - это не только самая большая скорость первого прохода, но и рекордная производительность - получение точной и качественной детали за минимальное число проходов. Кстати, мировая премьера электроискрового вырезного станка с самой большой в мире скоростью резания на проволоке диаметром 0,25 мм состоялась не в Токио и не в Милане, а в Москве, на выставке MashEx-2003. Этим компания Sodick продемонстрировала свое уважение к российским покупателям и рынку России, где станки Sodick - самые покупаемые электроискровые станки.

Центр "Содик" в Москве:
тел.: (095) 725-3603, (095) 214-9801
факс: 214-1842 // sodicom@sodick-euro.ru
Технический центр: тел: (095) 786-9841
факс: (095) 786-9842 // tc@sodick-euro.ru





**МОСКОВСКОЕ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ
ПРЕДПРИЯТИЕ
ИМЕНИ В.В. ЧЕРНЫШЕВА**

