«Сатурн» выходит на пятое поколение

(Окончание. Начало на 1-й стр.)

САТУРН

Основные задачи, поставленные на 2009 год, выполнены. Объем реализации товарной продукции увеличен по сравнению с предыдущим годом на 20% — до 13,907 млрд рублей. Прибыль от реализации продукции в 2009 году составила 1,312 млрд рублей, что на 56% превышает показатель 2008 года. Военная продукция обеспечила 4,378 млрд рублей выручки. На гражданские программы пришлось 63% объема реализации.

Выполнены все социальные городские программы. Сохранена и обновлена команда управления и этот процесс продолжается.

Кризис преодолеваем тяжело. Если бы не поддержка государства, то "Сатурн" давно бы уже не было как серьезной организации. Помощь предоставляется адресно, под конкретные проекты. К примеру, на программу ЗАМ146 выделены серьезные деньги. Но нам потребуется еще порядка 8,4 млрд рублей для выхода на объем производства 130 двигателей в год.

В 2010 году мы намерены на 20% увеличить объемы производства. Чтобы жить нормально, мы должны иметь 25 млрд рублей годового оборота. Еще лучше — 35-40 млрд, к чему мы стремимся.

Сегодня в НПО "Сатурн" и его дочерних компаниях трудится 21 тысяча человек, из которых более 4,6 тысяч заняты научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими разработками. Коллективом работает по трем основным направлениям:

Первое направление — авиационные двигатели для Военно-воздушных сил и двигатели для Военно-морского флота. "Сатурн" — разработчик двигателей АЛ-31, АЛ-31ФП, АЛ-31ФП, АЛ-31ФН, двигателя 117С поколения 4+, двигателя 5-го поколения для Перспективного авиационного комплекса фронтовой авиации (ПАК ФА).

Второе направление — авиационные двигатели для гражданских воздушных судов. В их числе — ЗаМ146, созданный в кооперации с французской компанией "Снекма" (группа Сафран) для семейства российских региональных самолетов "Сухой Суперджет 100"; двигатели серии Д-30КУ /КП/ КУ-154 для самолетов Ил-76, Ил-62, Ту-154М; двигатель Д-30КП "Бурлак", предназначенный для ремотorпирования самолетов Ил-76 и его модификаций.

Третье направление — газотурбинные двигатели, газовоперекачивающие агрегаты и энергетические установки. Программы энергетического машиностроения компании развиваются дочерним предприятием ОАО "Сатурн — Газовые турбины".

Проведение НПО "Сатурн" совместно с государством перспективных НИОКР, создание принципиально новых видов продукции, реализация крупных международных программ нацелено на укрепление обороноспособности страны, ее транспортной и энергетической безопасности, долгосрочное присутствие России на мировом рынке высокотехнологичной и наукоемкой газотурбинной техники.

Более 30 лет НПО "Сатурн" осуществляет серийное производство, ремонт, послепродажное обслуживание и модернизацию авиационных двигателей семейства Д-30КУ /КП/ КУ-154. Этими двигателями оснащено около 60% парка отечественных средне- и дальнемагистральных самолетов и более 80% парка военно-транспортной авиации. Разработанные "Сатурном" двигатели для фронтовой авиации, серийно выпускаемые другим крупнейшим заводами в Москве и в Уфе, позволяют России сохранять и наращивать экспортный потенциал по поставкам истребителей в десятки стран мира.

В настоящее время НПО "Сатурн" завершает подготовку серийного производства по целому ряду новых программ, призванных обеспечить долгосрочное (на 25 — 30 лет) развитие компании.

В частности, мы наладили производство целого ряда новых энергоустановок, в том числе — тех классов, которые у нас в стране не производились. Это — цирочайшая гамма от 2,5 до 110 МВт, которая позволяет обеспечивать нашу промышленность, энергетику высокоэффективными, современными машинами. В 2009 году дочерним предприятием НПО "Сатурн" — ОАО "Сатурн — газовые турбины" было определено генеральным подрядчиком УК "ОДК" по строительству энергетических объектов и газоперекачивающих комплексов, сопровождению их в эксплуатации.

Успешно выполняется контракт по созданию для Индии нового авиационного двигателя АЛ-55. Собственно двигатель создан, на нем летает учебно-тренировочный самолет НЛТ-36. Мы же совместно с УМПО — нашим партнером по этому проекту — сейчас работаем над увеличением ресурса двигателя. На примере АЛ-55 "Сатурн" показал, как можно с листа, в достаточно короткий срок, используя уже современные технологии, создать новый двигатель. Причем, двигателя такой размерности, как АЛ-55, сегодня нет не только в России, но и в мире.

Важнейшая задача текущего года — сертификация двигателя ЗаМ146 к началу его серийного производства. На настоящий момент двигатель находится на завершающем этапе — выполнено 99 % программы сертификационных испытаний. Целевая дата получения Сертификата типа по требованиям EASA на двигатель ЗаМ146 — конец мая 2010 г., одобрения AP МАК — в течение месяца после получения сертификата EASA.

Опытные образцы двигателя ЗаМ146 подтвердили заявленные характеристики при стендовых и летных испытаниях. Для поддержки двигателя в эксплуатации создается полномасштабная система послепродажного обслуживания. В марте 2010 состоялось официальное открытие Учебного центра ОАО "НПО "Сатурн" для обучения инженерно-технического персонала авиакомпаний, ремонтных организаций и специалистов НПО "Сатурн", которые будут заняты в техническом обслуживании и ремонте двигателя.

Запущены в производство двигатели в обеспечение серийного производства. Для поставки двигателей ЗаМ146 заказчику в необходимом объеме и в установленные сроки осуществляется технологическое перевооружение производства компании.

НПО "Сатурн" продолжает работы по морской газотурбинной технике. Успешно проводит летно-конструкторские испытания изделия 117С для многоцелевого ракетного крейсера Су-35. Важнейшим событием текущего года и завтрашнего будущего стоит испытательная полетная самолета пятого поколения с двигателями, разработанными НПО "Сатурн".

Впрочем, это событие для всей страны. Дальше будет двигатель второго этапа, работы по которому пока официально не начинались. Но уже идет научно-исследовательская работа в обеспечение этой разработки.

Абсолютно новый двигатель никто, в том числе и "Сатурн", в одиночку сделать не сможет. Подобные разработки выполняются при широкой кооперации. Уверяю, что именно так будет разрабатываться и двигатель пятого поколения.

Кто будет выступать интегратором в этом проекте, определит заказчик — Военно-воздушные силы Российской Федерации. Но на наработки, которые у нашего предприятия есть, позволяют с высокой вероятностью предположить, что "Сатурн" останется головной организацией по разработке двигателя пятого поколения, как это было определено ранее.

ПРИБЛИЖАЯ БУДУЩЕЕ

(Окончание. Начало на 1-й стр.)

Сегодня ОАО "Мотор Сич" — одно из ведущих в мире многопрофильных предприятий по производству, испытанию, сопровождению в эксплуатации и ремонту современных двигателей для самолетов и вертолетов различного назначения. Летательные аппараты с двигателями ОАО "Мотор Сич" эксплуатируются более чем в 120 странах мира.

Перечень наших изделий, находящихся в серийном производстве и на различных этапах создания для пассажирских, транспортных и военно-транспортных самолетов, охватывает турбовинтовые и турбовинтовентиляторные двигатели мощностью от 400 до 14000 л.с., а также двухконтурные с тягой от 1500 до 23430 кгс.

Из этого перечня следует выделить двигатель Д-436-148 для российско-украинских пассажирских самолетов семейства Ан-148. Являясь очередной модификацией Д-436Т1, он соответствует современным требованиям ИКАО по эмиссии. И обеспечивает допустимый уровень шума. По своим характеристикам этот серийно выпускаемый двигатель не уступает зарубежным аналогам.

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

Самолет Ан-148-100 в различных модификациях, обеспечивает перевозку 80 пассажиров на дальность от 2 до 5,2 тысяч километров с высоким уровнем комфорта. По соотношению стоимость/качество он превосходит все аналоги. Высокие летно-технические характеристики самолета, возможность его использования на далеко не идеальных аэродромах за счет высокого расположения двигателей над взлетной полосой и небольшая стоимость жизненного цикла позволяют надеяться, что он прекрасно чувствует себя авиакомпаниях многих стран мира. Сейчас Ан-148 производится в кооперации на Воронежском и Киевском авиазаводах. И успешно эксплуатируется в авиакомпаниях России и Украины.

В настоящее время ведутся работы по созданию на базе Ан-148 пассажирского 99-местного самолета Ан-158, а также транспортных и военно-транспортных самолетов, способных доставлять в 20 т грузов на дальность до 2 тыс. км или 15т — на дальность 3,2 тыс. км.

В кооперации с ФГУП ММПП "Салют" начато серийное производство двигателя АИ-222-25 с максимальной тягой 2500 кгс для учебно-боевого самолета Як-130, который в ближайшее время начнет поступать в центры подготовки пилотов ВВС России и Алжира.

Для установки на последующие боевые модификации самолета Як-130 и аналогичные самолеты новые самолеты других стран на базе двигателя АИ-222-25 разработана модификация с форсажной камерой. Это — двигатель АИ-222-25Ф с управляемой форсажной тягой 4200кгс.

Турбокомпрессорная часть этого двигателя практически полностью унифицирована с ТРДД АИ-222-25. Дополнительно на нее установлены агрегаты и системы, обеспечивающие работу форсажной камеры и регулируемого реактивного сопла.

С целью повышения летно-технических характеристик вертолетов и их боевой стойкости повышения дальности, используемых противоточную камеру сгорания, и одноступенчатую свободную турбину. Свободная турбина также одноступенчатая. Двигатель имеет современную электронную цифровую систему управления и контроля. При проектировании двигателей семейства МС-500 на ОАО "Мотор Сич" используется опыт, полученный при создании вспомогательного двигателя АИ-450-МС для самолета Ан-148 и имеющиеся передовые и проверенные конструктивно-технологические решения. Это позволяет в сравнительно короткий срок и с небольшими затратами создать двигатели, которые по своим технологическим характеристикам не уступают зарубежным аналогам. И дает возможность достичь высоких экономических показателей вертолетов при их коммерческой эксплуатации.

Сейчас ведется углубленная отработка газодинамических параметров и доводочные работы на газогенераторах и полноразмерных двигателях. На ОАО "Мотор Сич" изготовлен также ряд специальных стендов для поузловой доводки и обеспечения проведения ресурсных испытаний.

Двигатель МС-500 имеет модульную конструкцию, что позволяет на базе его газогенератора создавать другие перспективные двигатели. Это — турбовинтовые и двухконтурные двигатели для небольших вертолетов, транспортных самолетов и самолетов авиации общего назначения, вспомогательные двигатели, газотурбинные приводы.

Сегодня "Мотор Сич" сотрудничает более чем со 125 предприятиями России, производящими комплектующие и агрегаты для двигателей, которые впоследствии устанавливаются на российской техникой — и вертолетах.

Мы успешно интегрировались в совместное производство авиационной техники, налаживаем гибкие формы сотрудничества с российскими конструкторскими бюро, предприятиями, научными организациями. И это понятно: наступил век высокотехнологичных, наукоемких, маркетинговых, взаимовыгодного сотрудничества на принципах разделения зон ответственности.

С опорой на гибкие формы партнерства

(Окончание. Начало на 1-й стр.)

Более высокие характеристики по поддержанию взлетной мощности по температуре наружного воздуха и высотности запуска, заложенные при создании двигателя ТВ3-117ВМА-СБМ1В, были подтверждены при проведении комплекса испытаний в термобарокамерах ФГУП "ЦИАМ им. П.И. Баранова", где двигатель обеспечил устойчивый запуск до высоты 6000 метров и устойчивую работу на высоте 9000 метров во всем диапазоне температур наружного воздуха.

Таким образом установка двигателя ТВ3-117ВМА-СБМ1В при незначительных затратах существенно улучшит характеристики новых и ранее выпущенных вертолетов, при их эксплуатации в условиях высокогорья и жаркого климата. А также повысить полезную нагрузку и обеспечить высокую безопасность заявленной полета при отслуживании моторесурса одного из двигателей.

Самолет маленьким вертолетным двигателем ОАО "Мотор Сич" является АИ 450, создаваемый совместно с ГП "Ивченко-Прогресс". В различных своих модификациях он может обеспечить мощность на взлетном режиме от 370 до 730 л.с. Модификация АИ-450М предназначена для замены двигателей ранее выпущенных вертолетов Ми-2, где она заменит двигатель ГТД-350.

По двигателю АИ-450М оформлено совместное Решение между ОАО "Мотор Сич", ОАО "МВЗ им М.Л. Миля", ГП "Ивченко-Прогресс" и ОАО "Роствертол" по созданию двигателя, изготовлению опытной партии, а также его серийном производстве. Сейчас на базе серийного двигателя АИ-450М, выполнена примерка на вертолете, изготовлены два опытных двигателя, проводятся стендовые испытания опытных двигателей.

Конструкторами ОАО "Мотор Сич" ведутся работы по созданию вертолетного двигателя МС-500В: Он станет базовым для семейства двигателей в классе мощности 600-1000 л.с., предназначенных для установки на вертолеты различного назначения со взлетной массой 3,5-6 т. По прогнозам экспертов, сектор рынка вертолетов этого класса благодаря их универсальности будет в ближайшие годы одним из самых перспективных.

Помимо грузовых и пассажирских перевозок эти вертолеты могут использоваться в качестве корпоративного и ВИР-транспорта, для выполнения аварийно-спасательных и медико-эвакуационных задач при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, патрулирования автомагистралей, нефте- и газопроводов, экологического мониторинга прибрежных вод.

Лидерным образом модельного ряда МС-500 станет двигатель со взлетной мощностью 630 л.с., разрабатываемый по техническому заданию ОАО "Казанский вертолетный завод" для вертолета типа "Ансат".

Двигатели семейства МС-500В имеют простую и эффективную конструкцию, типичную для современных двигателей этого класса мощности. Газогенератор включает одноступенчатый центробежный компрессор с высокой степенью повышения давления, кольцевую противоточную камеру сгорания, и одноступенчатую свободную турбину. Свободная турбина также одноступенчатая. Двигатель имеет современную электронную цифровую систему управления и контроля. При проектировании двигателей семейства МС-500 на ОАО "Мотор Сич" используется опыт, полученный при создании вспомогательного двигателя АИ-450-МС для самолета Ан-148 и имеющиеся передовые и проверенные конструктивно-технологические решения. Это позволяет в сравнительно короткий срок и с небольшими затратами создать двигатели, которые по своим технологическим характеристикам не уступят зарубежным аналогам. И дает возможность достичь высоких экономических показателей вертолетов при их коммерческой эксплуатации.

Сейчас ведется углубленная отработка газодинамических параметров и доводочные работы на газогенераторах и полноразмерных двигателях. На ОАО "Мотор Сич" изготовлен также ряд специальных стендов для поузловой доводки и обеспечения проведения ресурсных испытаний.

Двигатель МС-500 имеет модульную конструкцию, что позволяет на базе его газогенератора создавать другие перспективные двигатели. Это — турбовинтовые и двухконтурные двигатели для небольших вертолетов, транспортных самолетов и самолетов авиации общего назначения, вспомогательные двигатели, газотурбинные приводы.

Сегодня "Мотор Сич" сотрудничает более чем со 125 предприятиями России, производящими комплектующие и агрегаты для двигателей, которые впоследствии устанавливаются на российской технике — и вертолетах.

Мы успешно интегрировались в совместное производство авиационной техники, налаживаем гибкие формы сотрудничества с российскими конструкторскими бюро, предприятиями, научными организациями. И это понятно: наступил век высокотехнологичных, наукоемких, маркетинговых, взаимовыгодного сотрудничества на принципах разделения зон ответственности.

Практические шаги по выходу из кризиса

(Окончание. Начало на 1-й стр.)

Проблемы в самарском авиапроме начались задолго до того, как все страны накрыла и углубила кризис. Из-за постоянной нехватки заказов авиапредприятия региона, некогда считавшиеся надежной и славой авиационно-космического щита страны — "СНТК им. Кузнецова", "Моторостроитель" и "СКБМ" — много лет работали с убытком. Но в 2009 году в деятельности группы самарских предприятий двигателестроения прошли значительные изменения, которые заложили основу для формирования нового облика этих предприятий и реализации программы развития Самарского двигателестроительного комплекса.

В частности, был оформлен контрольующий акционер в лице ОАО "ОПК "Оборонпром". И предприятия вошли в состав Объединенной двигателестроительной корпорации.

К моменту передачи "Оборонпрому" государственных пакетов акций заводов, их совокупная кредиторская задолженность превышала 7 млрд рублей. При этом, реальный годовой объем продаж был на уровне 3,5 млрд рублей. Серьезные денежные вливания, сделанные "Оборонпромом" еще в 2008 году, всего-лишь результата не дали, — слишком велико и длительно было негативное воздействие внешних и внутренних факторов. Для того, чтобы процесс оздоровления предприятий стал необратимым, нужно было принимать радикальные меры.

Работа шла двумя параллельными путями. Первое и основное, что надо было сделать, — это удержать те компетенции, те направления работы, которые присущи "Моторостроителю", "СНТК им. Н.Д. Кузнецова" и "СКБМ". Это их профессиональная деятельность — разработка продукции, продажа и сопровождение у заказчика.

Параллельно стояла задача провести реорганизацию на наших предприятиях. Так, чтобы создать в рамках Объединенной двигателестроительной корпорации (ОДК) единую самарскую структуру, которая была бы оптимизирована под требования рынка и государственного заказа в средне- и дальнесрочной перспективе. Не сомневаюсь, что наши предприятия справятся и могут быть прибыльными и самодостаточными.

Но, чтобы достичь таких результатов, нам нужно ликвидировать дублирование функций на всех предприятиях, радикально сократить затраты и инфраструктуру, которая не будет задействована в бизнесе, даже разумно развивающемся в средне- и дальнесрочной перспективе, которую мы для себя определили с учетом вероятностных оценок. Запланированные изменения позволили начать программу реструктуризации всех предприятий, поставив цель — создание целостного Самарского двигателестроительного комплекса и « обеспечить привлечение необходимых финансовых ресурсов для решения накопившихся проблем.

В 2009 году, после утверждения программы мер государственной поддержки, начались практические действия по выводу из кризиса: Так, предприятие ОАО "Моторостроитель", получило бюджетные ассигнования в виде увеличения уставного капитала на сумму 1.461 млн руб. (распоряжение правительства Российской Федерации). А в последствии еще на 1 711 млн рублей (распоряжение правительства).

Аналогичная процедура была проделана и в отношении ОАО "СНТК им. Н.Д. Кузнецова" — распоряжением правительства от 23.12.2009 г. предприятию выделено 645 млн рублей на увеличение уставного капитала.

Предоставлена и субсидия на возмещение 2/3 ставки рефинансирования ЦБ РФ для ОАО "Моторостроитель" в сумме до 206 млн руб., и ОАО "СНТК им. Н.Д. Кузнецова" — до 32 млн руб. по кредитам, полученным предприятиям на выполнение гособказа и осуществление основной деятельности.

Оформлены государственные гарантии Российской Федерации по открытию кредитной линии на сумму 4 400 млн руб. и принято принципиальное решение о выдаче государственных гарантий. Это — турбовинтовые и двухконтурные двигатели для небольших вертолетов, транспортных самолетов и самолетов авиации общего назначения, вспомогательные двигатели, газотурбинные приводы.

Сегодня "Мотор Сич" сотрудничает более чем со 125 предприятиями России, производящими комплектующие и агрегаты для двигателей, которые впоследствии устанавливаются на российской технике — и вертолетах.

Мы успешно интегрировались в совместное производство авиационной техники, налаживаем гибкие формы сотрудничества с российскими конструкторскими бюро, предприятиями, научными организациями. И это понятно: наступил век высокотехнологичных, наукоемких, маркетинговых, взаимовыгодного сотрудничества на принципах разделения зон ответственности.

Специалисты нового поколения

(Окончание. Начало на 1-й стр.)

Сегодня предприятиям нужны специалисты нового поколения. А также центры инновационного развития, в которых сконцентрированы новые знания, новое оборудование, новые научные и производственные возможности.

В стране, где раньше был явный перекос в технологиях, сейчас исчезает даже само это понятие. Сегодня в ряды ведущих специалистов-профессионалов, которые могут самостоятельно разрабатывать технологические процессы. Как правило, это люди пенсионного возраста. Из ежегодного выпуска молодых специалистов технических вузов на предприятия поладают единицы, остальные находят работу не по профилю. Наблюдается отток специалистов и с предприятий. В итоге рушится самое важное в инновационной деятельности — стабильность и преемственность поколений.

Становится уже очевидной необходимость скорейшего вовлечения в процессы управления современным производством нового поколения специалистов, владеющих системными знаниями по сквозному использованию CAE/CAD/CAM/PDM технологий в подготовке производства. Также специалисты должны быть способны работать в едином информационном пространстве предприятия, создавать 3D-модели деталей и сборок с выпуском необходимой технической документации.

Инновационность создаваемой образовательной системы заключается в обеспечении принципиально нового качества образования за счет системной интеграции теории, исследования, опыта и знаний в смежных предметных областях.

В Самарском государственном аэрокосмическом университете на факультете "Двигатели летательных аппаратов" модернизация учебного процесса осуществляется по ряду направлений, каждое из которых решает определенные задачи.

Первое направление — это совершенствование методологии подготовки специалистов на основе сквозного использования современных информационных технологий. В него входят:

- разработка методического обеспечения для организации учебного процесса и проведения научных исследований на основе сквозного использования современных информационных технологий;
- создание базы данных, параметрических моделей, элементов и типовых деталей двигателей;
- развитие проектных работ по созданию основных модулей и систем двигателей в PDM-системе с привлечением на занятия ведущих специалистов ГНИИ и КБ;
- расчеты рабочего процесса камеры ракетного двигателя с использованием современных газодинамических программных комплексов Ansys Fluent Ansys CFX;
- использование автоматизированных высокопроизводительных вычислительных комплексов для проведения испытаний газотурбинных двигателей, логистические машин и ракетных двигателей малой тяги;
- проектирование 3D-моделей элементов проточной части ДЛА, выполнение поверочных газодинамических расчетов с помощью CFD-комплексов, их реализация в физических моделях посредством технологии быстрого тотипирования и испытания на автоматизированных экспериментальных стендах.

Второе направление — это интеграция современных информационных технологий для численного моделирования процессов и модернизированного экспериментального оборудования в области динамики и прочности двигателей. Оно направлено на разработку комплекса лабораторных работ по динамике и прочности двигателей с совместным использованием расчетных моделей высокого уровня (ANSYS) и экспериментального исследования натурных элементов двигателей, с внедрением многовариантного исследования.

Третье направление это современные производственные технологии, предусматривающие совмещение до автоматизированного проектирования оптимальных технологических маршрутов с расчетами режимов обработки и выпуском технологической документации, необходимой для техпроцесса и моделирования работы современного оборудования с ЧПУ.

Для подготовки специалистов в университете создаются специализированные учебные подразделения — институт производственных инновационных технологий, институт авиационных машин, центр газодинамических исследований, научно-образовательный центр лазерных систем и технологий, межкафедральный учебно-научный центр CAE/CAD/CAM/PDM-технологий, учебно-научный и производственный центр "Вибрационная прочность и надежность аэрокосмических изделий".

В настоящее время институт производственных инновационных технологий стал важным звеном в региональной системе развития инновационного производства. А его сотрудники с участием студентов выполняют высокого значения заказы различных предприятий. При этом в ходе выполнения этих работ приобретается необходимый производственный опыт.

Институт активно взаимодействует с различными предприятиями по следующим направлениям: технологический аудит и выбор оптимального оборудования; повышение квалификации специалистов по CAE/CAD/CAM технологиям; автоматизация документооборота на основе PDM/системы; разработка организационно-экономических моделей с использованием MRP/ERP систем; отработка технологии контроля и контроль сложнопрофильных деталей по 3D-моделям, обратный инжиниринг.

Самарский государственный аэрокосмический университет становится центром компетенции в области создания аэрокосмических двигателей, включая проектирование 3D-моделей проточных частей, формирование конструктивных схем и проектирование отдельных элементов и систем.

Совершенствование технологий производства двигателей проводится на основе сквозного использования компьютерных технологий, современного оборудования и моделей внутреннего производства.

Для всех двигателей самолетов и вертолетов

- оптико-электронные системы контроля процессов горения для предприятий нефтепереработки;
- системы зажигания для авиационных двигателей.

Ведется разработка систем автоматического управления и контроля для газоперекачивающих агрегатов и газотурбинных электростанций.

Большое значение для сохранения научно-конструкторских школ предприятий создается научно-технический задаток по основным направлениям деятельности имеет участие в федеральной целевой программе развития гражданской авиации. На протяжении всей истории ее существования УНПП «Молния» на первом основе выполняет научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР) по разработке основных принципов построения систем зажигания и электронных блоков управления для двигателей перспективных летательных аппаратов.

Основными направлениями деятельности предприятия являются:

- сохранение лидирующих позиций по разработке систем зажигания, расширение объема продаж этих систем как для новых авиационных, космических и наземных двигателей, так и для уже выпускаемых;
- поставка на производство разработанных агрегатов электронной конструкции, типичную для современных двигателей этого класса мощности. Газогенератор включает одноступенчатый центробежный компрессор с высокой степенью повышения давления, кольцевую противоточную камеру сгорания, и одноступенчатую свободную турбину. Свободная турбина также одноступенчатая. Двигатель имеет современную электронную цифровую систему управления и контроля. При проектировании двигателей семейства МС-500 на ОАО "Мотор Сич" используется опыт, полученный при создании вспомогательного двигателя АИ-450-МС для самолета Ан-148 и имеющиеся передовые и проверенные конструктивно-технологические решения. Это позволяет в сравнительно короткий срок и с небольшими затратами создать двигатели, которые по своим технологическим характеристикам не уступят зарубежным аналогам. И дает возможность достичь высоких экономических показателей вертолетов при их коммерческой эксплуатации.
- разработка и внедрение новых технологий и оборудования, прогрессивных методов сервисного обслуживания.

Более 130 фирм из 10 стран мира на XI Международном салоне "Двигатели-2010" проведут большую маркетинговую работу, установят новые кооперационные связи.

XI Международный салон "Двигатели-2012", который состоится 17-21 апреля 2012 года, подведет итоги работы по возрождению отечественного авиастроения, расширению его интеграционных связей с отечественными и зарубежными фирмами, наметит пути дальнейшего развития.

Ждем Вас на салоне "Двигатели-2012"!

С опорой на Центры технологической компетенции

Заместитель генерального директора - генеральный конструктор ОАО «Управляющая компания «Объединенная двигателестроительная корпорация»
Александр Ивах

Символично, что именно в период работы XI Международного салона "Двигатели-2010" Объединенная двигателестроительная корпорация (ОДК) отмечает очередную, второго по счету годовщину своей деятельности. Для года такой сложной структуры, каковой является ОДК, не тот срок, чтобы можно было обобщать наработанный опыт и делать фундаментальные выводы. Сегодня только завершен этап становления интегрированной структуры. Но при этом нам уже удалось добиться определенных успехов.

Объединение для авиастроительных корпораций было создано указом Президента РФ от 16 апреля 2008 года в целях дальнейшего развития научно-технического потенциала Российской Федерации, обеспечения обороноспособности государства, концентрации интеллектуальных, производственных и финансовых ресурсов для реализации перспективных программ в области авиационного двигателестроения. Цели, задачи и угрозы, на которых и основывался разработанный при этом Стратегия развития ОДК на период до 2025 года. Эта стратегия определяет как продуктовый ряд, так и пути развития корпорации.

Продуктовый ряд корпорации разделен на централизованные корпоративные проекты и корпоративные проекты, выполняемые предприятиями самостоятельно.

К централизованным относятся Проект по созданию семейства перспективных двигателей для гражданской авиации с тягой 9-18 тонн, Проект по созданию перспективного двигателя для гражданской авиации с тягой 4000 кгс и Проект по созданию семейства вертолетных двигателей, а также Программа по созданию двигателя ПД-14.

К корпоративным проектам относятся работы по созданию, производству и модернизации широкого спектра авиационных и наземных газотурбинных двигателей. В частности: ЗаМ-146, ивд 117 и 117С, Ан-25ТР, РД-33, РД-33МК, ПС-90А, ПС-90А2 и другие.

При реализации этих проектов предприятия Объединенная корпорация действовать в тесном сотрудничестве с такими крупнейшими научно-исследовательскими организациями отрасли, как ЦИАМ, ВИАМ; ВИЛС; ЦАГИ, а также с ИФИ авиационной — НИО Министерства обороны РФ и ГосНИИАС.

В ближайшем развития корпорация делает ставку на комплексное технологическое развитие, а точнее — на технологический прорыв. В данном случае под комплексностью понимается весь спектр технологий, используемых в деятельности корпорации, а именно — производственных, конструкторских, управленческих, финансово-экономических, маркетинговых, фрам.

- Погасить основную задолженность по исполнительным производствам перед физическими и юридическими лицами. Снять тем самым, аресты с расчетных счетов и наущества.
- Погасить основную задолженность по кредитам коммерческих банков.

На сегодняшний момент предприятия комплекса не имеют неисполненной обязанности по заработной плате перед сотрудниками комплекса и неисполненной обязанности по уплате налогов, сборов, пеней и налогов «Совершенной двигательностью» уплаты соответствии с нормами законодательства Российской Федерации.

Все эти действия позволили восстановить платежеспособность предприятия комплекса, стабилизировать социальную обстановку в коллективе и удержать все коллективы стратегического задания. Сделана на создание Центров компетенции, как наиболее прогрессивной формы организации производства интегрированных структур.

Центр компетенции — это специализированное производственное подразделение, ориентированное на однородность продукции или технологического процесса. Центры компетенции должны обеспечивать комплексное развитие корпорации за счет повышения уровня специализации, что, в свою очередь, даст возможность обеспечить совершенствование, интенсификацию и высокую рентабельность производства.

Центры компетенции, которые создаются в ОДК, должны быть ориентированы на производство прорывных технологический спектр функций, а в дополнение к нему, в перспективе возможно, и производство, и испытания и ремонту выпускаемых узлов, деталей, систем и агрегатов.

Основными задачами Центров компетенции являются разработка и освоение прорывных технологий производства, постоянная модернизация и развитие этих технологий, а также обеспечение производства продукции, характеризующейся высоким уровнем конкурентоспособности, но и за счет развития рыночного сегмента производства и послепродажного обслуживания нерыночных установок на базе авиационных двигателей семейства "НК". Кроме того, в числе основных программ — наращивание производства РД-107 /108, реализация программ производства газотурбинных установок "НК" для ОАО "Газпром" и ОАО "РКД". В этом случае мы говорим о производстве ежегодно 150 двигателей для "Газпрома".

У наших предприятий есть и перспективные программы развития. Это — разверстывание производства модернизированного двигателя НК-33/НК-33-1 для американского носителя Taurus II в составе двигателя АЛ-26 в рамках международного проекта с компанией Аерозит. Кроме того, возобновление производства двигателей НК-32 для обеспечения продолжительности эксплуатационного комплекса Ту-160 и ряд других, не менее интересных проектов.

План работ на 2010 год направлен на закрепление положительной тенденции развития самарского двигателестроительного комплекса и начала реализации основных проектов по постановке системы управления производством в инженерно-технологическим развитием.

Промышленность и экономика

«Электрический» самолет обретает реальность

ВИАМ

Генеральный директор ФГУП «ВИАМ» им. П.И.Баранова», д.т.н., профессор
Владимир Скибин

Динамика развития авиадвигателестроения — одной из наиболее наукоемких и высокотехнологичных отраслей промышленности — определяется требованиями, выдвигаемыми к разрабатываемым и экспериментально проверяемым прорывным технологиям и новым техническим решениям в области аэро- и термодинамики, материаловедения, технологии, прочности, электроники, информатики.

(Окончание на 2-й стр.)

В жесточайшей борьбе и с Западом, и с Востоком

Директор - главный конструктор программы ОДК, генеральный конструктор ОАО «Авиадвигатель»
Александр Иноземцев

Перед российским авиапромом поставлена задача входжения в тройку мировых лидеров авиационной индустрии. Решение же проблемы обеспечить за счет вывода в строй новых типов самолетов: средне- и дальнемагистральных Ту-204СМ (глубокая модернизация Ту-204), региональных самолетов семейства "Суперджет", перспективных самолетов ближнее- и среднемагистральных самолетов МС-21.

(Окончание на 3-й стр.)

Ускорение за счет лучшего управления

Генеральный директор ФГУП «ВИАМ», академик РАН
Евгений Каблов

Главная наша задача сегодня состоит в том, чтобы создать экономику, генерирующую инновации, а не перерабатывать инновации для их эффективной диффузии в экономику. Этот выход предопределен появлением у мирового сообщества новых ориентиров, новых критериев оценки конкурентоспособности. Таких, как степень вхождения в 6-ой "технологический уклад".

(Окончание на 2-й стр.)

С опорой на гибкие формы партнерства

Председатель Совета директоров ОАО «Мотор Сич»
Вячеслав Богуслаев

Развитие отечественной авиационной промышленности неразрывно связано с деятельностью ОАО "Мотор Сич". Предприятие, начавшее свою историю в 1907 году с производства самодельных винтов для машин и инструмента, уже в 1916 году изготовило первый двигатель для знаменитого бомбардировщика "Илья Муромец".

(Окончание на 6-й стр.)

«Сатурн» выходит на пятое поколение

САТУРН

Управляющий директор ОАО «НПО «Сатурн» - заместитель генерального директора ОАО «УК «ОДК»
Илья Федоров

Научно-производственное объединение "Сатурн" — машиностроительная компания с более чем 90-летней историей. В минувшем году, несмотря на финансово-экономический кризис, компания не только выполнила реализацию важнейших программ, но и вела работу по интеграции с основными предприятиями в области двигателестроения в рамках вхождения в ОАО "УК "Объединенная двигателестроительная корпорация" (ОДК).

(Окончание на 6-й стр.)

«Ивченко» – это всегда поиск и прогресс

Генеральный директор - руководитель ГП «Ивченко-Прогресс», член-корреспондент Международной инженерной академии
Игорь Кравченко

Современное мировое авиадвигателестроение — динамично развивающаяся отрасль, в которой постоянно происходит внедрение новых технологий, которые повышают качество — надежности, ресурса, экономичности и экологичности, эксплуатационных характеристик создаваемой техники. Сегодня мы подошли к такому рубежу, когда для создания новых двигателей нужны такие, как степные усилия разработчиков и производителей многих стран всего мира.

(Окончание на 2-й стр.)

Специалисты нового поколения

Декан факультета «Двигатели летательных аппаратов» Самарского государственного аэрокосмического университета, д.т.н., профессор
Александр Ермаков

На новом этапе развития производства в нашей стране остро обозначилась проблема технического перевооружения, организационных совершенствования и управления производством как бизнес системой. Для того необходимо, прежде всего, обеспечить глубоко интегрированность. А их успешное решение базируется на единой методологической основе.

(Окончание на 6-й стр.)

Практические шаги по выходу из кризиса

Исполнительный директор ОАО «Моторостроитель» ОАО «СНТК имени Н.Д. Кузнецова», ОАО «СКБМ»
Николай Никитин

В российском авиационном двигателестроении происходит интенсивный процесс обновления, как на качественном уровне. Первое событие произошло в 2007 г., когда, в соответствии с указом Президента на базе ФГПП "ММПП "Салют" началось формирование первой в истории современной Российской объединенной двигателестроительной структуры "ФГУП "Научно-производственный центр двигателестроения "Салют".

(Окончание на 5-й стр.)

Трудно жить в эпоху перемен

САЛЮТ

Директор по науке ФГУП «НПП газотурбостроения «Салют», д.т.н.
Валентин Крымов

В российском авиационном двигателестроении происходит интенсивный процесс обновления, как на качественном уровне. Первое событие произошло в 2007 г., когда, в соответствии с указом Президента на базе ФГПП "ММПП "Салют" началось формирование первой в истории современной Российской объединенной двигателестроительной структуры "ФГУП "Научно-производственный центр двигателестроения "Салют".

(Окончание на 5-й стр.)

Высшая школа серийного производства

Генеральный директор ОАО «МПО им. М.Р.Румянцева»
Леонид Калфун

МПО им. И.Румянцева в течение ряда десятилетий совершенствовало производство авиационной топливорегулирующей аппаратуры. Традиции коллектива в сочетании с поиском новаторских технических решений позволяют создавать новые конкурентоспособные изделия.

(Окончание на 3-й стр.)

Ремонт требует современной базы

Генеральный директор ОАО «123 авиационный ремонтный завод»
Андрей Сахаров

За 70 лет своего существования ОАО "123 АРЗ" освоил ремонт 22 типов летательных аппаратов различного назначения и 11 типов авиационных двигателей.

(Окончание на 5-й стр.)

Для всех двигателей самолетов и вертолетов

Генеральный директор - главный конструктор ФГУП «УНПП «Молния»
Евгений Распопов

Наш коллектив — одно из немногих сохранившихся и динамично развивающихся отечественных агрегатных конструкторских бюро, традиционно работающих в интерес

«Электрический» самолет обретает реальность

(Окончание. Начало на 1-й стр.)

Внедрение неновадий здесь требует:
- для обеспечения конкурентоспособности продукции в условиях непрерывно ужесточающихся мировых стандартов и расширения номенклатуры требований к авиационным двигателям по экономичности, весогабаритным характеристикам, ресурсу и надежности, экологическим характеристикам, безопасности эксплуатации, ремонтопригодности. Все они, в конечном счете, направлены на снижение стоимости владения двигателем для потребителя.

Государственный научный центр ФГУП "ЦИАМ им. П.И.Баранова" — головной институт по разработке и испытаниям авиационных и аэрокосмических двигателей всех типов и газотурбинных установок на основе авиационных двигателей. Его главной задачей является обеспечение технологической готовности отрасли к созданию конкурентоспособных двигателей путем опережающей экспериментальной отработки ключевых технологий узлов, систем, базовых газогенераторов. "Локомотивом" проведения этих работ является создание двух базовых двигателей нового поколения — для ближне- и среднемагистральных самолетов МС-21 и перспективного авиационного комплекса фронтовой авиации ПАК ФА. Это — прорывные продукты с уровнем показателей качества, соответствующим 2015-2016 гг.

ЦИАМ с участием НИИ и предприятий отрасли выполнил большой объем работ по созданию НТЗ для двигателей нового поколения. Они осуществлены по разработанным в институте многодисциплинарным математическим моделям (в том числе — 4D) позволяющим проектировать высоконагруженные лопаточные машины с учетом генерации шума в ядрах течение и дальнем поле, срывных явлений, особенностей турбулентных течений, механизмов разрятия трещин, поведения конструкций в сложных условиях нагружения.

Камеры сгорания спроектированы с учетом детальной химической кинетики. Спроектированы и узлы этих двигателей: широкохордный вентилятор с к.п.д. 91-92% с облегченными (полыми, утяжелительными или комбинированными) рабочими лопатками, высоконагруженный шестиступенчатый КВД с применением ступеней типа "блиск", малоемкостная камера сгорания большого ресурса, высокоперепадная одноступенчатая турбина ВД.

Проведены испытания деталей, ступеней и моделей узлов с верификацией расчетных методов. Это работы позволяют приступить к изготовлению натурных демонстрационных узлов перспективного двигателя нового поколения.

Исходя из длительности сроков создания авиационного двигателя, в институте развернуты исследования по критическим технологиям продолжения ресурса, обеспечивающим существенного улучшения характеристик двигателя. Так, спроектирован и испытан бесконечно малоизносостойкий высокий вентилятор со степенью сжатия π^* = 1,5 и к.п.д. 0,935, обеспечивающие снижение шума по трем контрольным точкам на 7-9 EPNdB по сравнению с лучшими современными вентиляторами.

В обеспечение создания ультракоротких низкоэмиссионных камер сгорания разработана прорывная технология интенсификации процессов горения органических и неорганических топлив, основанная на селективном возбуждении колебательных и электронных уровней реагирующих молекул электрическим разрядом либо резонансным лазерным излучением. Она позволяет даже при ультрамалом энергоподводе существенно (в десятки раз) сократить время воспламенения и горения, расширить пределы устойчивого горения, обеспечить более высокую эффективность сжигания топлив в малых объемах, уменьшить в несколько раз концентрацию экологически опасных компонентов в продуктах сгорания.

В настоящее время крупнейшими авиационными разработчиками как одно из наиболее перспективных направлений в развитии авиации (прорывная технология) рассматривается создание "электрического" самолета.

В таком самолете электрическая энергосистема является основным источником энергии для всех систем самолета, включая его силовую установку. Реальная возможность создания "полностью электрического самолета" также приведет к исключению гидравлических и воздушных приводов систем, позволит построить двигатель без коробки приводов, что в результате обеспечит снижение взлетной массы на 10-15%, экономию топлива на 8-12%, снижение стоимости технического цикла самолета на 4-5% и увеличение наработки на отказ на 5-7%.

Анализ работ ведущих мировых разработчиков показывает, что достигнутый уровень электрических технологий позволяет считать концепцию "электрического" самолета осуществимой уже в ближайшем будущем. За рубежом, в США и Европе, длительное время реализуется целый ряд специальных государственных и фирменных программ по обеспечению развития этого направления. Базовым энергетическим узлом "электрического" самолета является электрический газотурбинный двигатель (ЭГТД).

ГНЦ "ЦИАМ им. П.И. Баранова" проводит комплекс теоретических и экспериментальных исследований, направленных на создание "электрического" ГТД уже более 10 лет. Полученные результаты позволили определить направление электрификации ЭГТД, основными из которых являются применение встроенного стартера-генератора, электропривода системы подачи топлива в камеру сгорания, электромеханизмов для органов механизации проточного тракта двигателя, электропривода системы смазки или магнитных подшипников для подвеса роторов двигателя.

Определены возможности оптимизации и улучшения основных эксплуатационных характеристик ГТД в результате исключения отбора воздуха от двигателя в самолетные системы. В результате проведенных работ показано, что могут быть уменьшены на 10-20% масса и мощность двигателя, снижена на 10-15% трудоемкость изготовления, на 2-3% повышены топливная экономичность, надежность, уменьшены время вывода и выбросы в атмосферу.

Развитие мирового авиационно-космического двигателестроения в последнем десятилетии отличается повышенным интересом к разработкам гиперзвуковых летательных аппаратов (ГЛА) с силовой установкой для них. Это обусловлено как накопившимся достаточным объемом знаний в области теоретических исследований, так и прорывами в области новых материалов и технологий.

Создание демонстрационных гиперзвуковых прямоточных воздушно-реактивных двигателей, работоспособных в широком диапазоне гиперзвуковых скоростей и режимных параметров, является основой для разработки основных узлов новых ГЛА различного назначения. И относится к числу приоритетных задач отечественного авиационно-космического двигателестроения.

В настоящее время в НИЦ ЦИАМ на крупнейшем в Европе гиперзвуковом стенде проводятся экспериментальные исследования обтекания гиперзвуковым потоком воздуха модели высокоскоростных прямоточных двигателей, интегрированных с фюзеляжем экспериментального гиперзвукового летательного аппарата. В экспериментах регистрируется большое количество различных параметров, в том числе — эффективная тяга интегрированной системы "двигатель-ГЛА".

Разработанные и экспериментально верифицированные перспективные технологии создания гиперзвуковых прямоточных ВРД, работающих на водороде и углеводородном топливе с эффективным процессом горения в до- и сверхзвуковых потоках, обеспечат отечественным науке и промышленности гиперзвуковые технологии в области освоения гиперзвуковых полетов в атмосфере.

Освоение прорывных технологий позволит России стать системным интегратором новых международных проектов, интеграционным инновационным центром в области обеспечения технологическую основу для создания и производства перспективных самолетов на внешнем и внутренним рынках авиационных двигателей. Они также обеспечат создать перспективный технологический задел для разработки наукоемкой продукции следующих поколений в других отраслях.

ПРИБЛИЖАЯ БУДУЩЕЕ

XI Международный салон «Двигатели-2010» и Научно-технический конгресс по двигателестроению

Москва, ВВЦ 14—17 апреля

Ускорение за счет лучшего управления

(Окончание. Начало на 1-й стр.)

Само понятие "технологический уклад" обязано своим появлением нашему соотечественнику, ученому-экономисту Николаю Дмитриевичу Кондратьеву (1892-1938). Изучая историю капитализма, он пришел к выводу о существовании больших — продолжительностью 48-55 лет — экономических циклов, для которых характерен определенный уровень развития производительных сил и, соответственно, основных материальных благ. Как правило, такие циклы заканчиваются кризисами, подобными сегодняшнему, за которым следует этап перехода производительных сил на более высокий уровень развития.

Согласно прогнозам, при сохранении нынешних темпов технико-экономического развития, 6-й технологический уклад встанет в фазу распространения уже в 2010-2020 годах, а в фазу зрелости — к 2040 году.

Пока же контуры этого уклада, который характеризуется преобладанием биотехнологий, нанотехнологий, генной инженерии, мембранных и каталитических технологий, фотоники, термоядерной энергетики, только начинают складываться в ведущих странах. Прежде всего — в США, Японии, странах ЕС.

Так, в США, например, доля 5-го уклада уже сегодня составляет около 60%, четвертого — 20%. А первые росчерки 6-го уклада оцениваются в пределах 5%.

В России, к сожалению, 6-й технологический уклад пока не просматривается вообще. Доля технологий 5-го уклада приближается к 10%, главным образом, в оборонно-промышленном комплексе. Технологическая основа нашей экономики — 4-ый (свыше 40%) и 3-ий (около 30%) уклады. Иными словами, модели позавчерашнего дня.

Вывод очевиден: чтобы за ближайшие пять-шесть лет приблизиться к числу стран с высоким технологическим уровнем, нам нужно, образно говоря, перешагнуть через этап на многих определяющих жизнь направлениях развития. К числу таких направлений относится и авиационное двигателестроение.

В решении его прорывных задач принимает самое непосредственное участие и ВИАМ. В частности, в разработке и доведении до производства перспективных газотурбинных двигателей пятого поколения с особенной температурой газа 2000-2200 К.

Создание перспективных авиационных газотурбинных двигателей (ГТД) требует разработки нового класса материалов, обладающих повышенными ресурсными характеристиками и расширенным температурным диапазоном применения. Это касается, прежде всего, материалов, определяющих основные параметры технологичности и надежности ГТД — жаропрочных никелевых сплавов для деталей горячего тракта двигателя (рабочих и сопловых лопаток турбины, дисков турбины, деталей камеры сгорания и др.).

В ходе работ на этом направлении сотрудниками ВИАМ разработаны самые современные компьютерные программы для конструирования оптимальных составов новых поколений жаропрочных сплавов, обеспечивающие на основе моделирования и применения цифровых технологий разработчиков автоматизированных технологических процессов и образцы уникального оборудования.

С использованием метода компьютерного конструирования разработан перспективный монокристаллический жаропрочный сплав ВЖМ4, который обеспечит для литых турбинных лопаток первой ступени с высокоэффективным газовым охлаждением. По характеристикам длительной прочности он существенно превосходит известные зарубежные монокристаллические сплавы CMSX-10 и EPM-102.

Преимущества сплава ВЖМ4 обеспечиваются за счет легирования рением и рутением. И, как следствие этого, повышенной структурной стабильностью и отсутствием наиболее опасных элементов структуры — границ зерен и вредных ТПУ фаз. В результате температурный уровень работоспособности рений-рутенийсодержащих жаропрочных никелевых сплавов примерно на 50-60° С выше, чем у выше, чем у традиционно легированного сплава ЖС32, из которого изготавливают монокристаллические лопатки турбины «Орбита» самолетов «Ту» и турбинных двигателей.

В настоящее время методы компьютерного конструирования современных жаропрочных сплавов являются основным инструментом материаловедов. Наряду с разработкой новых, этот метод, позволил оптимизировать химические составы уже имеющихся промышленных сплавов, что обеспечило повышение их эксплуатационных свойств на 10-15%.

Фундаментальные исследования влияния технологических параметров на структуру и свойства жаропрочных сплавов позволили разработать научные основы принципиально новой технологии — высокоградиентная направленная кристаллизация для литья лопаток с монокристаллической структурой из жаропрочных никелевых сплавов с металлидным упрочнением. По заключению специалистов ведущих фирм США и Германии, эффективность разработанной технологии сравнима с уровнем, обеспечивающим лучшие западные технологические процессы.

Совместно с ЦИАМ разработаны оригинальные технологические и конструкторские решения для получения монокристаллических лопаток с высокоэффективным системой охлаждения. Основная идея состоит в создании непосредственно в стенках лопатки конструктивных элементов (проникающих каналов) дополнительного охлаждения. Совместно с институтом РАН разработаны новые оригинальные технологии изготовления составных керамических стержней с мини-стержнями и тонкими полыми-перфорированными пластинами — "гибкая оболочка", которые позволили изготовить опытные партии турбинных лопаток в профиле лопатки двигателя ПД-33. Стендовые испытания, проведенные в ЦИАМ, показали, что впервые в отечественной практике турбинные лопатки достигнуты высокой степени охлаждения, характеризуемой коэффициентом 0,8 вместо 0,55-0,65.

Для реализации этих научоемких технологий внедрены в отечественной и зарубежной практике были спроектированы и изготовлены вакуумные автоматические решетки плавильно-заливочные комплексы УВНК-9А, УВНК-12М2, УВНК-5 и компьютерными системами управления для литья монокристаллических лопаток ГТД и ТГУ методом высокоградиентной направленной кристаллизации.

Эффективным процессом для снижения общей пористости в литьях делают ответственного назначения являются технологии, использующие горячее изостатическое прессование (ГИП), нашедшая промышленное использование при производстве рабочих лопаток ГТД. Так, ГИП позволяет снизить в 3-5 раз пористость в лопатках с равноосной структурой из сплава ЖС32, ВКНА-25 мало, а также снизить на 20% дендритную ликвацию рения и вольфрама. ГИП монокристаллических лопаток обеспечивает повышенные эксплуатационные характеристики.

Получение высокоэффективных монокристаллических лопаток турбины возможно только при использовании для их отливки жаропрочных сплавов с низким содержанием вредных примесей — таких, как сера, кислород, фосфор. Основое теоретические исследований, выполненных совместно с ИМЕТ РАН, разработаны специальные технологии производства таких сплавов. Она обеспечивает на порядок увеличивающую чистоту жаропрочного сплава по основным примесям, но и повышение в 1,5 раза выхода годного на макроструктуре монокристаллических лопаток, экономию таких дорогих и дефицитных материалов, как Re, Ru, Ta и др.

Примером эффективности сотрудничества академической, отраслевой и вузовской науки (ИОНХ им. Н.С. Курнакова, ФГУП "ВИАМ" ГНЦ РФ и РХТУ им. Д.И. Менделеева) можно считать и разработку принципиально новой и весьма оригинальной "безвольфрамовой" технологии изготовления высокотемпературного керамического кожуховидного материала типа SiC/SiC.

Температура в камере сгорания перспективных авиационных газотурбинных двигателей нового поколения будет достигать почти 2000 К. Выдержать такие экстремальные условия эксплуатации способны лишь тугоплавкие керамические материалы. А наиболее технологичным делают их еще более вероятным. В первую очередь речь идет именно о композитной керамике SiC-SiC.

Сейчас в России нет производства SiC волокон для упрочнения таких композитов. А из-за рубежа их получить невозможно, поскольку они считаются стратегическим продуктом, экспорт которого строго ограничивается.

В ВИАМ сейчас разрабатывается специальные конструкционные углеродсодержащие композиты с покрытиями, локальными свойствами на основе золь-гель технологии. Процесс их изготовления осуществляется по стадиям, на которых промежуточные продукты подвергаются высокотемпературному. В исходный материал из карбида кремния как в матрицу, используемый для создания композитов, вводятся специальные добавки, помещают наноразмерные волокна на основе того же карбида кремния, получаемые по другим химическим прекурсорам. Такая структура кардинальным образом повышает трещиностойкость и термическую прочность нагружаемых (термоциклируемых).

У разработанного керамического композиционного материала — уникальные свойства. В первую очередь — исключительная термостойкость: он выдерживает 7000 циклов нагрева-охлаждения с 800 до 1500 °С и обратно в течение 1 минуты. Кроме того, у него обнаружен эффект самозалечивания микродефектов, которые периодически возникают при высоких перепадах температур. Все это делает новую керамику незаменимым материалом при проектировании камер сгорания газотурбинных двигателей и энергетических установок следующих поколений.

«Ивченко» — это всегда поиск и прогресс

(Окончание. Начало на 1-й стр.)

История Государственного предприятия "Ивченко-Прогресс" берет свое начало от даты декабря 1945 года, когда Приказом Народного комиссара авиационной промышленности СССР А.И.Шахурина на заводе № 478 было создано опытно-конструкторское бюро по разработке новых и модернизации ранее созданных авиационных двигателей гражданской и малой авиации для гражданской авиации. Начальником ОКБ был назначен кадровый конструктор завода Александр Георгиевич Ивченко, ставший впоследствии генеральным конструктором предприятия.

На протяжении всего 65-летнего периода деятельности на предприятии создаются двигатели для многих типов самолетов и вертолетов, а также газотурбинные приводы и спецоборудование гражданского применения. Сегодня авиадвигатели, разработанные ГП "Ивченко-Прогресс", применяют на 34 типах летательных аппаратов в 122 странах мира. А общая наработка в эксплуатации наших газотурбинных двигателей составляет свыше 300 млн ч.

Предприятие входит в состав Министерства промышленной политики Украины. Сфера его деятельности — проектирование, изготовление, испытание, доводка, сертификация, постановка на серийное производство и ремонт газотурбинных двигателей авиационного и промышленного применения. Более 60 сертификатов Бюро Веритас, Европейского агентства по авиационной безопасности (EASA), Главного управления гражданской авиации Китая, АР- МАК и Госавиаслужбы Украины подтверждают наше умение обеспечивать высокое качество и надежность продукции, подтверждая наше право на проектирование, производство, ремонт и модернизацию двигателей.

Для удовлетворения прогнозируемого спроса на мировом рынке специалисты предприятия разрабатывают ряд новых авиационных двигателей гражданского и военного назначения. В частности, это первый в мире турбовинтовентиляторный двигатель Д-27 с максимальной мощностью 10000 л.с., который в настоящее время проходит летные государственные на среднем воевно-транспортном самолете Ан-70.

Ведутся работы по созданию новых модификаций ТВГП АИ-127 мощностью 14500 л.с. для тяжелых вертолетов, семейство турбовальных двигателей ДТ-24 с высокой степенью двухконтурности (около 13) Ан-727 тягой 9000-11000 кгс с редукторным приводом малоразмерного шнурокожухового вентилятора нового поколения для транспортных самолетов типа Ан-148.

Для регионального самолета Ан-140 разработаны турбовинтовой двигатель ТВ3-117ВМА-СБМ1 и его модернизированный АИ9-3Б. Проводятся работы по дальнейшему увеличению ресурса и надежности этих двигателей.

На пассажирском самолете Ту-334, Ан-148, а также самолет-амфибию Бе-200 установлены двигатели семейства Д-436 с тягой от 6400 до 8200 кгс. Серийное производство осуществляется в кооперации предприятий ОАО "Motor Sich" (Запорожье) и российских ФГУП "МАПО" "Агрегат" и ОАО "ЭМПО". В 2008 году ТРДД Д-436ТП перешли из авиационных двигателей на постоянственное производство, получив одобрение Европейского Агентства по Авиационной безопасности (EASA) на соответствие западным нормам летной годности, обеспечивающим выход на международный Бе-200ЧС на Европейский рынок. Для новых самолетов разрабатывается новое поколение Д-436-148ОМ с тягой 8300 кгс.

Разрабатывается семейство турбореактивных двигателей АИ-222 с тягой от 2200 до 4500 кгс (форсажные модификации) для учебно-тренировочных и легких боевых самолетов. В 2009 году завершена программа и подписан Акт совместных государственных испытаний российского самолета Як-130 с двигателями АИ-222-25 тягой 2500 кгс. Серийное изготовление двигателей АИ-222-25 ведется ФГУП "МАПО" "Салют" в кооперации с ОАО "Motor Sich" (двигатель с форсажной камерой сгорания). Принимает участие в передаче технической документации и организации производства в Иран серийного производства Як-130 с двигателями российской технологией.

ГП "Ивченко-Прогресс" осуществляет единую техническую и маркетинговую политику совместно с украинским и российскими изготовителями газотурбинных двигателей. В настоящее время предприятие имеет более 500 договоров на поставку, ремонт и модернизацию двигателей, которые были довольствоваться цементом, плиной и грунтовкой.

Сегодня ситуация в корне изменилась. Мы только в строительстве полукилометровые небоскребов, но и создаем скоростные поезда и глубокозаложенные газовые магистралей требуются материалы с рекордными характеристиками. При этом речь не идет о передовом военном или космическом уровне, но о вполне гражданских, которые бы создаваемые материалы имели двойное применение.

В такой ситуации вполне закономерным будет выглядеть предложение Национального исследовательского центра по созданию Национального центра по материалам с применением высокотехнологичных сплавов, что обеспечило повышение их эксплуатационных свойств на 10-15%.

Фундаментальные исследования влияния технологических параметров на структуру и свойства жаропрочных сплавов позволили разработать научные основы принципиально новой технологии — высокоградиентная направленная кристаллизация для литья лопаток с монокристаллической структурой из жаропрочных никелевых сплавов с металлидным упрочнением. По заключению специалистов ведущих фирм США и Германии, эффективность разработанной технологии сравнима с уровнем, обеспечивающим лучшие западные технологические процессы.

Совместно с ЦИАМ разработаны оригинальные технологические и конструкторские решения для получения монокристаллических лопаток с высокоэффективным системой охлаждения. Основная идея состоит в создании непосредственно в стенках лопатки конструктивных элементов (проникающих каналов) дополнительного охлаждения. Совместно с институтом РАН разработаны новые оригинальные технологии изготовления составных керамических стержней с мини-стержнями и тонкими полыми-перфорированными пластинами — "гибкая оболочка", которые позволили изготовить опытные партии турбинных лопаток в профиле лопатки двигателя ПД-33. Стендовые испытания, проведенные в ЦИАМ, показали, что впервые в отечественной практике турбинные лопатки достигнуты высокой степени охлаждения, характеризуемой коэффициентом 0,8 вместо 0,55-0,65.

Для реализации этих наукоемких технологий внедрены в отечественной и зарубежной практике были спроектированы и изготовлены вакуумные автоматические решетки плавильно-заливочные комплексы УВНК-9А, УВНК-12М2, УВНК-5 с компьютерными системами управления для литья монокристаллических лопаток ГТД и ТГУ методом высокоградиентной направленной кристаллизации.

Эффективным процессом для снижения общей пористости в литьях делают ответственного назначения являются технологии, использующие горячее изостатическое прессование (ГИП), нашедшая промышленное использование при производстве рабочих лопаток ГТД. Так, ГИП позволяет снизить в 3-5 раз пористость в лопатках с равноосной структурой из сплава ЖС32, ВКНА-25 мало, а также снизить на 20% дендритную ликвацию рения и вольфрама. ГИП монокристаллических лопаток обеспечивает повышенные эксплуатационные характеристики.

Получение высокоэффективных монокристаллических лопаток турбины возможно только при использовании для их отливки жаропрочных сплавов с низким содержанием вредных примесей — таких, как сера, кислород, фосфор. Основое теоретические исследований, выполненных совместно с ИМЕТ РАН, разработаны специальные технологии производства таких сплавов. Она обеспечивает на порядок увеличивающую чистоту жаропрочного сплава по основным примесям, но и повышение в 1,5 раза выхода годного на макроструктуре монокристаллических лопаток, экономию таких дорогих и дефицитных материалов, как Re, Ru, Ta и др.

Примером эффективного сотрудничества академической, отраслевой и вузовской науки (ИОНХ им. Н.С. Курнакова, ФГУП "ВИАМ" ГНЦ РФ и РХТУ им. Д.И. Менделеева) можно считать и разработку принципиально новой и весьма оригинальной "безвольфрамовой" технологии изготовления высокотемпературного керамического кожуховидного материала типа SiC/SiC.

Температура в камере сгорания перспективных авиационных газотурбинных двигателей нового поколения будет достигать почти 2000 К. Выдержать такие экстремальные условия эксплуатации способны лишь тугоплавкие керамические материалы. А наиболее технологичным делают их еще более вероятным. В первую очередь речь идет именно о композитной керамике SiC-SiC.

Сейчас в России нет производства SiC волокон для упрочнения таких композитов. А из-за рубежа их получить невозможно, поскольку они считаются стратегическим продуктом, экспорт которого строго ограничивается.

В ВИАМ сейчас разрабатывается специальные конструкционные углеродсодержащие композиты с покрытиями, локальными свойствами на основе золь-гель технологии. Процесс их изготовления осуществляется по стадиям, на которых промежуточные продукты подвергаются высокотемпературному. В исходный материал из карбида кремния как в матрицу, используемый для создания композитов, вводятся специальные добавки, помещают наноразмерные волокна на основе того же карбида кремния, получаемые по другим химическим прекурсорам. Такая структура кардинальным образом повышает трещиностойкость и термическую прочность нагружаемых (термоциклируемых).

У разработанного керамического композиционного материала — уникальные свойства. В первую очередь — исключительная термостойкость: он выдерживает 7000 циклов нагрева-охлаждения с 800 до 1500 °С и обратно в течение 1 минуты. Кроме того, у него обнаружен эффект самозалечивания микродефектов, которые периодически возникают при высоких перепадах температур. Все это делает новую керамику незаменимым материалом при проектировании камер сгорания газотурбинных двигателей и энергетических установок следующих поколений.

Если совместить несовместимые свойства

Начальник лаборатории, к.т.н. **Сергей Овсепян**

Деформируемые жаропрочные никелевые сплавы — основой материал для наиболее ответственных деталей горячей части газотурбинного двигателя (ГТД). В связи со сложностью химического и фазового состава, их производством сталкиваются большими трудностями переделов и трудоемкостью. Однако у пластической деформации есть и свои плюсы — она не только меняет форму заготовки, но в сочетании с термической обработкой является средством кардинального изменения структуры.

Для реализации потенциала химического состава, технология пластической деформации должна быть построена так, чтобы трансформировать структуру слитка, для которой характерны ликвация, поры, грубые частицы карбидов и избыточные фазы, в однородную, изотропную, с зернами матрицы размером 10-20 мкм.

Исследования показали, что максимальный уровень свойств достигается в том случае, когда при деформации происходит динамическая рекристаллизация. И движение границ зерен "очищает" от дефектов кристаллов. Сложность заключается в выборе температуры, скорости и степени деформации, при которых эти процессы проходят во всем объеме заготовки.

Химический состав слава остается наиболее значимым для свойств факторов. Современные композиционно жаропрочных никелевых сплавов содержат более 12 основных компонентов и микродобавок. И рассчитываются методами физико-химического моделирования.

Создание нового слава — высокоразвитая область на грани возможного, в основе которого — стремление получить такое сочетание часто взаимоисключающих свойств. При этом для повышения свойств применяют небо-бовые сплавы — суперсплавы на основе никелевых сплавов с упрочнением обьектами не только микро-, но и нанодисперсными.

Последние, наиболее интересные разработки ВИАМ — сплавы ВЖ175 для дисков турбин, ВЖ172 для корпусов и ВЖ171 для жаровых труб камер сгорания.

Дисковый сплав ВЖ175 создан на базе наиболее жаропрочного серийного ЭК151. Его особенность — повышенное содержание ниобия в сочетании с

Создание авиационной техники нового поколения, обладающей возросшей на 40-60% всеобщей эффективностью, специалисты связывают с появлением более легких, прочных, жестких, стойких к разрушению и коррозии материалов. Проведенные исследования по этой проблеме свидетельствуют, что дальнейшее совершенствование и конструирование материалов с заданными свойствами во многом зависит от внедрения решений в сфере структуры и влияющих на нее способов и методов получения.

К сожалению, в нашей стране пока отсутствуют непрерывные карбидкремниевые волокна, используемые за рубежом в качестве основных для упрочнения керамики при создании композиционных материалов. Поэтому необходимость выполнения работ в области создания высокотемпературных керамических композиционных материалов обусловлена соображениями как экономической, так и технологической безопасности.

В ВИАМ работает широкий спектр работ по разработке керамических и стеклокерамических композиционных материалов. В отличие от традиционной керамики, они обладают комплексом таких ценных свойств, как высокая температура эксплуатации, низкая удельная масса (в 2-4 раза легче сталей и сплавов), химическая инертность, коррозионная стойкость, высокое сопротивление ползучести и росту трещин, высокие удельные механические характеристики.

Уникальная технология, основанная на "золь-гель" технике в сочетании с "горячим" формованием, позволила создать новый класс конструкционных стекло керамических композиционных материалов с приброчной температурой до 800°С, прочностью 800 МПа и плотностью менее 2 г/см^3.

Применение нетрадиционного подхода при конструировании каркаса позволило получить безопасной конструкцию из композиционной матрицы типа SiC- SiC на рабочие температуры 1500-1600°С, плотность менее 3 г/см^3, прочность до 200 МПа. Создание регулируемой и управляемой прочности, жаропрочность и сопротивление малоцикловой усталости ВЖ171 и ВЖ172 на основе ВЖ175 превосходят отечественные и зарубежные материалы. Существующие технологии позволяют Дальнейшие его модификация — сплав ВЖ175У — предназначен для работы при температурах до 800°С.

Высокопрочный сварливаемый сплав ВЖ172 упрочняется фазой на основе Ni3(Nb,Ti,Al) и также имеет мелкое зерно 20-40 мкм. Структура стабилизирована за счет оптимального легирования. Сплав сохраняет работоспособность до 900°С и значительно превосходит мировые аналоги по комплексу свойств. Например, по сравнению с наиболее распространенным сплавом Inco718 у ВЖ172 на 200°С выше работа длительной прочности, а по прочности — почти в 1,5 раза. Сплав ВЖ171 по характеристикам и на 13-55% — жаропрочнее, а интервал температур 600-700°С.

Сплав ВЖ171 — принципиально новый по своему назначению материал. Он создан для применения в самых горячих зонах камеры сгорания двигателя, в том числе — для жаровой трубы камеры сгорания. В отличие от гомогенных и других сплавов, он упрочняется частицами интерметаллидов, которые сильно влияют до температуры плавления.

Рабочая температура ВЖ171 составляет 1250° С, что выше на 100-150° С по сравнению с материалов. При температурах до 1100° С жаропрочность выше в 3-4 раза. Изготовленные детали слава обладает высокой технологичностью — прекрасно свариваются, штампуются, гнутся, вытягиваются, формуется, сваривается. После этого проводится химическая обработка, в результате которой по всей толщине листа формируется сплошная пленка, которая не дает, к сожалению, ни чистоты, ни наноразмеров. Теперь деталь готова к применению и выдерживает эксплуатационные нагрузки до температуры всего на 100°С ниже температуры плавления.

Сейчас осуществляется опробование сплавов ВЖ171, ВЖ172, ВЖ175 в условиях производства. Но уже можно сказать, что разработан ряд деформируемых сплавов разного назначения, обладающих уникальными свойствами. Их применение способно обеспечить конкурентоспособность перспективных отечественных двигателей на мировом рынке.

Керамические композиты самозалечиваются

Начальник лаборатории **Наталия Исаева**

их преимуществ, не уступают зарубежным аналогам. А по разным показателям даже превосходят их.

Наиболее ответственными деталями ГТД являются лопатки газовой турбины. Именно они определяют максимальную температуру рабочего газа на входе в турбину и, следовательно, удельную мощность, экономичность и ресурс газотурбинных двигателей. Известно также, что дальнейшее повышение рабочей температуры газа (до 2000-2200 °К в перспективных двигателях) может быть достигнуто только за счет применения в газовой турбине монокристаллических лопаток из жаропрочных никелевых сплавов нового поколения.

Основное преимущество монокристаллических лопаток по сравнению с обычными поликристаллическими заключается в их значительно более высоком сопротивлении высокотемпературной ползучести. Оно обусловлено отсутствием в них границ зерен, поскольку лопатка представляет собой один единственный кристалл.

Для полной реализации свойств, присущих материалам с монокристаллической структурой, лопатки изготавливаются из специальных легированных жаропрочных никелевых сплавов с направленной кристаллизацией на различных иерархических уровнях, которые, в отличие от многокомпонентных систем, содержащих дисперсные, в основном, интерметаллидных зернах, включая такие тугоплавкие, как рений и рутений.

До недавнего времени, когда в основной технологии ГТД, в частности лопаток, разработка жаропрочных сплавов с оптимальными химическим составом представлялась трудным делом, требующего больших временных и финансовых затрат. Особенно это касается славов, легированных дорогостоящими рением и рутением. Поэтому создание в настоящее время методов компьютерного конструирования жаропрочных сплавов стали необходимым инструментом металловедов.

Создание авиационной техники нового поколения, обладающей возросшей на 40-60% всеобщей эффективностью, специалисты связывают с появлением более легких, прочных, жестких, стойких к разрушению и коррозии материалов. Проведенные исследования по этой проблеме свидетельствуют, что дальнейшее совершенствование и конструирование материалов с заданными свойствами во многом зависит от внедрения решений в сфере структуры и влияющих на нее способов и методов получения.

К сожалению, в нашей стране пока отсутствуют непрерывные карбидкремниевые волокна, используемые за рубежом в качестве основных для упрочнения керамики при создании композиционных материалов. Поэтому необходимость выполнения работ в области создания высокотемпературных керамических композиционных материалов обусловлена соображениями как экономической, так и технологической безопасности.

В ВИАМ работает широкий спектр работ по разработке керамических и стеклокерамических композиционных материалов. В отличие от традиционной керамики, они обладают комплексом таких ценных свойств, как высокая температура эксплуатации, низкая удельная масса (в 2-4 раза легче сталей и сплавов), химическая инертность, коррозионная стойкость, высокое сопротивление ползучести и росту трещин, высокие удельные механические характеристики.

Уникальная технология, основанная на "золь-гель" технике в сочетании с "горячим" формованием, позволила создать новый класс конструкционных стекло керамических композиционных материалов с приброчной температурой до 800°С, прочностью 800 МПа и плотностью менее 2 г/см^3.

Применение нетрадиционного подхода при конструировании каркаса позволило получить безопасной конструкцию из композиционной матрицы типа SiC- SiC на рабочие температуры 1500-1600°С, плотность менее 3 г/см^3, прочность до 200 МПа. Создание регулируемой и управляемой прочности, жаропрочность и сопротивление малоцикловой усталости ВЖ171 и ВЖ172 на основе ВЖ175 превосходят отечественные и зарубежные материалы. Существующие технологии позволяют Дальнейшие его модификация — сплав ВЖ175У — предназначен для работы при температурах до 800°С.

Высокопрочный сварливаемый сплав ВЖ172 упрочняется фазой на основе Ni3(Nb,Ti,Al) и также имеет мелкое зерно 20-40 мкм. Структура стабилизирована за счет оптимального легирования. Сплав сохраняет работоспособность до 900°С и значительно превосходит мировые аналоги по комплексу свойств. Например, по сравнению с наиболее распространенным сплавом Inco718 у ВЖ172 на 200°С выше работа длительной прочности, а по прочности — почти в 1,5 раза. Сплав ВЖ171 по характеристикам и на 13-55% — жаропрочнее, а интервал температур 600-700°С.

Сплав ВЖ171 — принципиально новый по своему назначению материал. Он создан для применения в самых горячих зонах камеры сгорания двигателя, в том числе — для жаровой трубы камеры сгорания. В отличие от гомогенных и других сплавов, он упрочняется частицами интерметаллидов, которые сильно влияют до температуры плавления.

Рабочая температура ВЖ171 составляет 1250° С, что выше на 100-150° С по сравнению с материалов. При температурах до 1100° С жаропрочность выше в 3-4 раза. Изготовленные детали слава обладает высокой технологичностью — прекрасно свариваются, штампуются, гнутся, вытягиваются, формуется, сваривается. После этого проводится химическая обработка, в результате которой по всей толщине листа формируется сплошная пленка, которая не дает, к сожалению, ни чистоты, ни наноразмеров. Теперь деталь готова к применению и выдерживает эксплуатационные нагрузки до температуры всего на 100°С ниже температуры плавления.

Сейчас осуществляется опробование сплавов ВЖ171, ВЖ172, ВЖ175 в условиях производства. Но уже можно сказать, что разработан ряд деформируемых сплавов разного назначения, обладающих уникальными свойствами. Их применение способно обеспечить конкурентоспособность перспективных отечественных двигателей на мировом рынке.

Почти 95% материалов, применяемых в отечественной авиации созданы учеными и специалистами Всероссийского научно-исследовательского института авиационных материалов (ВИАМ).

XI Международный салон «Двигатели-2010» и Научно-технический конгресс по двигателестроению

Москва, ВВЦ 14—17 апреля

Делать правильно с первого раза

Главный научный сотрудник, д.т.н., профессор Николай Петрушин

матричной фазы, способствуют образованию дополнительного количества интерметаллидных начинаются. И, следовательно, упрочнению слава.

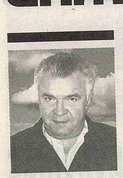
Наиболее ответственными деталями ГТД являются лопатки газовой турбины. Именно они определяют максимальную температуру рабочего газа на входе в турбину и, следовательно, удельную мощность, экономичность и ресурс газотурбинных двигателей. Известно также, что дальнейшее повышение рабочей температуры газа (до 2000-2200 °К в перспективных двигателях) может быть достигнуто только за счет применения в газовой турбине монокристаллических лопаток из жаропрочных никелевых сплавов нового поколения.

Основное преимущество монокристаллических лопаток по сравнению с обычными поликристаллическими заключается в их значительно более высоком сопротивлении высокотемпературной ползучести. Оно обусловлено отсутствием в них границ зерен, поскольку лопатка представляет собой один единственный кристалл.

Для полной реализации свойств, присущих материалам с монокристаллической структурой, лопатки изготавливаются из специальных легированных жаропрочных никелевых сплавов с направленной кристаллизацией на различных иерархических уровнях, которые, в отличие от многокомпонентных систем, содержащих дисперсные, в основном, интерметаллидных зернах, включая такие тугоплавкие, как рений и рутений.

До недавнего времени, когда в основ

Будущее – композитные лопатки



Ведущий инженер **Владимир Кочетов**

Анализ показывает, что лопатки вентиляторов перспективных авиационных двигателей требуют перехода на качественно новый уровень конструктивно-технологических решений. Одна из проблем, возникшая при создании вентилятора нового типа, заключается в необходимости существенно увеличить его диаметр при одновременном сокращении числа ступеней, что резко повысит требования к жесткости материалов.

Известно, что одна из важнейших характеристик материалов — модуль упругости, который практически не увеличился при легировании металлов. А удельные значения модуля упругости практически одинаковы для всех конструкционных материалов. Это означает, что использующие сегодня традиционные материалы уже не могут в должной степени соответствовать возрастающим требованиям не по прочности, но по жесткости.

Складывается критическая ситуация: рост размеров лопаток должен сопровождаться снижением их массы и повышением всего комплекса эксплуатационных характеристик выбираемых для их изготовления материалов.

Один из эффективных путей решения проблемы — разработка составных (интегрированных) конструкций, ориентированных на применение композиционных материалов. В частности, волокнистых композитов (КМ), аккумулирующих сверхвысокую прочность и жесткость некоторых видов волокон. В сочетании с наиболее эффективными металлическими сплавами это позволяет конструировать высокопрочные, высокомодульные или обладающие иными специальными свойствами материалы.

В ЦИАМ совместно с ВИАМ разработана составная пустотелая конструкция широкохордной лопатки вентилятора с применением боралюминиевого волокнистого металлического композиционного материала (МКМ). Это решение позволяет повысить жесткость конструкции на 50% по сравнению с лопатками вентилятора, которые используют зарубежные двигателестроительные компании, повысить весовую эффективность на 50-55% по сравнению титановым сплавам, полыми лопатками и на 35% — по сравнению с титановыми полыми лопатками.

В итоге это обеспечит снижение вес диска в всей ступени в целом, управлять жесткостными характеристиками в различных направлениях, управлять частотными характеристиками при изменения профильной части. А также сократить число ступеней вентилятора, уменьшить шум и эмиссию, минимизировать перемещения периферийной части лопатки и, следовательно, рабочих зазоров, повысить ресурс в 2,5-3 раза, повысить экономичность на 20-30% при снижении производственных затрат и эксплуатационных расходов в 1,5-2,0 раза, существенно повысить КПД ТРДД и его экологичность.

Для освоения этой принципиально новой для двигателестроения конструкции в ВИАМ совместно с ЦИАМ поэтапно решаются задачи создания технологии конструкции. С целью оценки возможности изготовления предлагаемой конструкции, выявления особенностей технологии, а также начальных оценок стойкости разрушения, прочности и характеристик демпфирования, на начальном этапе работы изучены различные технологические приемы изготовления плоских панелей. Проведенные испытания показали высокие результаты и демпфирующие характеристики.

На следующем этапе была разработана технология и проведены испытания двухзамковых полых модельных лопаток составной конструкции, являющихся наиболее нагруженного элемента. Результаты испытаний подтвердили работоспособность конструкции в условиях статического и циклического нагружения, позволили уточнить характеристики элементов составной конструкции.

В настоящее время разработана технология изготовления модельных лопаток вентилятора с углом закрутки 18° для исследования работоспособности на окружных скоростях в условиях раскрутки на стенде. Создана технология изготовления панелей сложно-армированной кромки пера лопатки, отвечающая требованиям к конструкциям полноразмерной лопатки вентилятора.

Чтобы обеспечить появление полноразмерной лопатки уже в ближайшем будущем, параллельно ведутся работы по проектированию необходимых приспособлений и оснастки для ее формирования. Можно сказать, что разрабатываемая широкохордная лопатка вентилятора с применением волокнистого МКМ, создает научно-технический задел для технологического прорыва отечественного авиационного двигателестроения.

Органопластики – надежная защита

Начальник сектора, к.т.н. **Галина Железина**

Основными преимуществами органопластиков как конструкционных материалов являются низкая плотность, высокие характеристики прочности, ударной вязкости и демпфирования. Органопластики второго поколения на основе арамидного волокна "Русар" отличаются повышенными на 30-40% конструкционными и эксплуатационными характеристиками (по сравнению с органопластиками на основе волокна СВМ), устойчивы к горению, влаге и термовлажностному старению.

Органопластики мало чувствительны к различного рода повреждениям и сохраняют высокую прочность при ударах в случае локальных разрушений при ударных нагрузках воздействии различного типа и степени интенсивности (град, мелкие камни, создавение с птицами и др.).

Благодаря высокой устойчивости к ударным воздействиям детали из органопластиков способны выполнять функции защитных экранов. Так, использование органопластика Organ ef 4HT в конструкции корпуса вентилятора газотурбинных авиационных двигателей позволяет увеличить разрушающее давление лопаток вентилятора при попадании в двигатель птиц или инородных тел. И обеспечить тем самым надежную защиту планера и систем жизнеобеспечения самолета при возникновении нештатной ситуации.

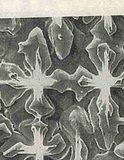
В настоящее время требования к ударной и баллистической стойкости элементов авиационных конструкций повышаются. Так, согласно нормам АП-23, корпус газотурбинного двигателя четвертого класса должен выдержать попадание в случае разрушения диска в корневом сечении. А перегородка кабины летного самолета должна противостоять проникновению в нее ударного оружия и осколков взрывных устройств.

Для создания эффективных защитных конструкций, которые предъявляются повышенные требования по ударной и баллистической стойкости, в ВИАМ разработана группа конструкционных органопластиков ВКО-21Б. Эти материалы состоят и себя высокую прочность и жесткость традиционных органопластиков с уникальной баллистической стойкостью арамидных тканей, которые используются во всем мире для изготовления "мягкой" бронежилетов.

Реализовать в полной мере баллистическую стойкость арамидной ткани в составе конструкционного органопластика удалось благодаря использованию термоотверждаемого связующего, обеспечивающего гарантию (регулируемую по толщине детали) распределение связующего в объеме композиции.

Органопластик марки ВКО-21Б рекомендован для изготовления по другому заказу винта нового российского регионального самолета "Русский Сумер" для ... одного каждого метра 5,6 кг он выдерживает попадание в него ... бину пули калибра 44 Магнум с пулей массой 15,6 г и скоростью 436 м/с.

Уплотняя детали любой формы



Ведущий научный сотрудник, к.т.н. **Анатолий Щербаков**

Образование пор в металлических отливках, в том числе — и в турбинных лопатках — процесс неизбежный, обусловленный природой кристаллизации металла. Применение разработанной в ВИАМ технологии высокоградиентной направленной кристаллизации, обеспечивающей получение монокристаллической структуры лопаток, позволяет снизить долю литейных микропор до нитуских значений 0,007—0,01%.

Однако в процессе термической обработки отливок из новых высокожаропрочных сплавов объемная доля пор увеличивается в среднем в 2 раза, что приводит к снижению рисурсных характеристик получаемых лопаток: в структуре сплавов поры являются концентраторами напряжений, поэтому в большинстве случаев именно с них начинается зарождение трещин при циклических нагрузках.

Эффективный способ снижения количества или полного устранения пор — высокотемпературная газостатическая обработка (ВГО), называемая еще горячим изостатическим прессованием (ГИП). Процесс проводят в специальных установках — горячих изостатических прессах (газостатах). Суть обработки заключается в одновременном воздействии высокой температуры (для жаропрочных сплавов нового поколения свыше 1300° С) и огромных давлений (1500—2000 атм), создаваемых инертным газом — аргоном. При этом главной особенностью процесса является то, что воздействие прессующей среды позволяет уплотнить детали любой формы без изменения их геометрии.

В нашей стране газостатирование, первоначально применявшееся в основном для получения деталей методом горячей изостатической прессовки, находит все более широкое применение при производстве литых деталей турбин из жаропрочных сплавов и в том числе — и с монокристаллической структурой.

ВГО позволяет практически полностью залечить пористость в литейных сплавах, повысить усталостные характеристики, жаропрочность и механические свойства сплавов. Но этим перспективы применения газостатирования не ограничиваются: ВГО открывает возможность использования литейных сплавов свой ресурс турбинных лопаток, структура которых под длительным воздействием циклических нагрузок в условиях ползучести деградирует. И в ней образуются слоеутыщенные поры.

Трудность получения крупногабаритных монокристаллов, которые могут работать при высоких температурах и напряжениях, позволяет устранить ВГО. Но, к сожалению, технологическая обработка не всегда приводит к ожидаемому результату. Причина — в неоднородности свойств по объему отливки из-за неравномерной скорости кристаллизации, обусловленной особенности — монокристаллическая, такая технология позволяет снизить долю литейных микропор до минимальных значений 0,007—0,01%.

Однако в процессе термической обработки отливок из новых высокожаропрочных сплавов объемная доля пор увеличивается в среднем в 2 раза, что приводит к снижению рисурсных характеристик получаемых лопаток: в структуре сплавов поры являются концентраторами напряжений, поэтому в большинстве случаев именно с них начинается зарождение трещин при циклических нагрузках.

Особые требования в надежности узлов и деталей в газостатистике предполагают применение высокожаростойких литых сплавов повышенной чистоты. Более того, применение литейных алюминиевых сплавов является перспективным не только в самолето- и ракетостроении, но и в автомобильной промышленности, в других отраслях экономики. Из них могут быть изготовлены сложные тонкостенные отливки для деталей двигателей, головок блоков цилиндров, поршня, картера рулевого управления, картера сцепления, корпуса карбюратора, дроссель расходомера воздуха, корпуса масляного насоса.

Высокопрочные и жаропрочные литейные алюминиевые сплавы АЛ10 и ВАЛ14 применяются для отливки головок цилиндров агрегатного литья. Отливки из жаропрочных литейных алюминиевых сплавов ВАЛ10 и ВАЛ18, работающих при температурах 250-400° С, применяются для изготовления деталей, работающих вблизи двигателя, в системах воздуховодов.

В ВИАМе разработан и паспортизован литейный алюминиевый сплав АЛ4МС системы алюминий-медь-магний с малыми добавками титана, циркония и кремния. При литье в кокиль он обеспечивает предел прочности 360-400 МПа, относительное удлинение 4-6%. Кроме того, сплав обладает хорошими литейными свойствами: жидкотекучесть — 370 мм, линейная усадка — 1%. У него нет склонности к образованию горячих трещин.

Высокие технологические характеристики дают возможность отливать детали из сплава АЛ4МС любым способом, в том числе — литьем по газифицируемым моделям (ЛГМ).

Этот метод литья стало возможным использовать в результате применения новых марок пенополистирола с пониженной температурой деструкции и малым содержанием остаточного С. К преимуществам метода относятся: точная модельной оснастки, возможность получения отливок с применением суперзернистых систем контроля и наблюдения, монотонная и системного программного обеспечения.

Исследование рентгеновских методов показало, что пористость в сварных швах и образцах, отлитых в песчаную форму и кокиль, практически одинакова (1,1 балл). Заготовки, полученные ЛГМ под атмосферным давлением, пористые (2-3 балл). Механические же свойства, несмотря на большую пористость, у литья в песчаные формы и методом ЛГМ практически одинаковы. Это объясняется меньшей величиной зерна.

Использование новых технологий позволяет повысить точность геометрических параметров (±10 мм на базе 2 мм при серийности 1 экз. и выше), получать внутренние полости толщиной до 0,6 мм и шероховатостью Rz 40 мкм при ресурсе 40-60 мм. Кроме того, обеспечено получение в металлах минимального количества вредных веществ.

Последние исследования, проведенные в ВИАМ, показывают особую эффективность процесса ВГО для обработки решек и решетчатой конструкции из жаропрочных сплавов последнего поколения. Высокая пластичность позволяет практически полностью устранить дефекты, возникающие в процессе термической обработки и при ползучести. Кроме того, за счет увеличивающейся до высоких давлениях инертности диффузионных процессов, значительно создается время подсуживаемой термической обработки, составляющее без ВГО 40—50 часов.

ВИАМ располагает необходимым технологическим и исследовательским оборудованием для проведения исследовательских работ в области ВГО и газостатической обработки серийных партий лопаток из жаропрочных сплавов и титанового литья.

Будущее алюминиевого литья

Начальник сектора, к.т.н. **Елена Гончаренко**

Новые рубежи привычных сталей

Начальник лаборатории, к.т.н. **Андрей Шалькевич**

Для валов газотурбинных двигателей в ВИАМе создана традиционно применялись и применяются стали марки ВНС-2 (аналог отечественного класса, работоспособное до 650°С). Для двигателей второго поколения, в частности, разрабатывались ВНС-9 (аналог ВНС-2), расчетная температура выросла составляет 450°С. Но уже рассматривается возможность использования сталей, работающих при 500°С. Для материалов, но более высокопрочных. Для этого концепция применения новых материалов остается прежней: обеспечение высокой эффективность, надежность, технологичность.

Повышение прочности материала валов при обеспечении характеристик надежности позволяет решить такую задачу, как повышение весовой эффективности, следствием чего являются, при прочих равных условиях, повышение эксплуатационных и экономических показателей двигателя.

Решение поставленную задачу, сотрудниками ВИАМ были разработаны безуглеродистые мартенситостареющие стали на основе технологии металлургического производства порошковых материалов из них. Это — стали марок ВКС170-ИД и ВКС180-ИД, имеющие прочность на 50-60% более высокую, чем у сталей, применяемых ранее. Наряду с высокими уровнями прочности они обладают высокой пластичностью, вязкостью разрушения, технологичностью и низкотехнологичностью.

Сталь ВКС170-ИД и ВКС180-ИД не относится к классу нержавеющих сталей. Но наяку-ёки обладают высокими значениями прочности и жаропрочности. Кроме того, в промышленности отсутствует литейное оборудование для получения крупногабаритных отливок с направленной структурой, каковыми являются лопатки турбины ГТД.

Для получения высокопрочности стали ВКС170-ИД и ВКС180-ИД, обеспечивающей высокие характеристики надежности, применяется двойная термообработка — высокотемпературная (аустенитизация) и низкотемпературная (старение).