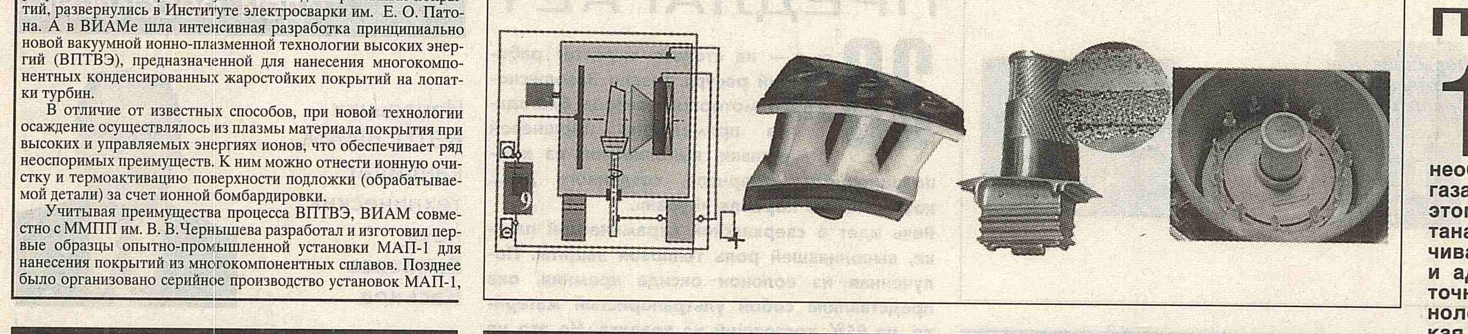
Поверхность упрочняется в «облаке» плазмы

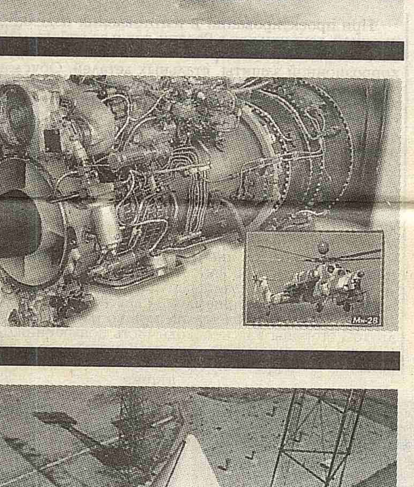
Начальник лаборатории, доктор технических наук **Сергей Мубояджян**

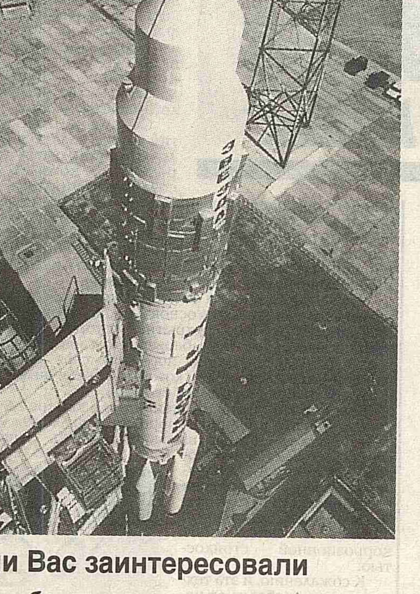
МАТЕРИАЛЫ и ВЫСОКИЕ ВиАм ТЕХНОЛОГИИ



ПРЕДЛАГАЕТ

1 рабочий цикл нужен для того, чтобы защитить лопатки турбин от окисления путем нанесения ионно–плазменных жаростойких и износостойких покрытий. Особенно необходима такая защита при перекачке газа с большим содержанием серы. Поэтому для нанесения покрытия разработана установка МАП–1, которая обеспечивает высокую плотность, пластичность и адгезию покрытий. А также высокую точность осаждения. Оборудование, технологию и сами покрытия отличает низкая стоимость по сравнению с западными аналогами, наносимыми с помощью электронно–лучевого метода. ВИАМ выпускает оборудование для нанесения ионно–плазменных покрытий и оказывает услуги по разработке и нанесению различных покрытий на детали ГТУ.





Если Вас заинтересовали разработки, выполненные специалистами ФГУП «ВИАМ», обращайтесь по адресу: 107005, Москва, ул. Радио, 17 Тел.: (095) 261–86–77, 267–82–36 Факс: (095) 267–86–09 E–mail: admin@viam.ru

Надежность начинается с устранения дефектов

Начальник сектора, кандидат технических наук **Виктор Мурашов**

За последние годы прогресс авиационно–космической и других отраслей техники привел к значительному повышению важнейших параметров летательных аппаратов — увеличению их надежности и долговечности, улучшению весовых показателей, снижению материалоемкости.

Огромную роль в этом сыграли достижения в области материаловедения. Особенно — значительный рост объемов применения высокомодульных полимерных композиционных материалов — углепластиков, стеклопластиков, органопластиков и различных гибридных ПКМ.

Причиной тому — ряд преимуществ этого перспективного класса материалов. В частности, высокие значения прочностных характеристик при низкой плотности и высокой теплостойкости, относительная конструктивная простота деталей при значительном снижении массы, возможность получения комплекса конструкционных и специальных свойств, практически недостижимых в традиционных металлических и полимерных материалах.

Применение клеев для изготовления неразъемных соединений обеспечивает наилучшее распределение напряжений и малую скорость распространения трещин в конструкции, что также способствует повышению надежности изделий. Практически весь фюзеляж самолета Ил–96–300 является многослойной клееной конструкцией. Большое количество разнообразных сотовых элементов применено на этом и других самолетах. Так, площадь клееных конструкций на самолете Ан–72 составляет приблизительно 250 м², на Ил–86 и Ту–154М — 2350 м², на Ил–96 и Ан–124 — 3000 м², а на Ту–204 — 5730 м². В этой связи повышаются требования к контролю качества клееных конструкций. И, прежде всего, к их надежности.

Поскольку надежность деталей и агрегатов зависит не только от свойств материалов, но и от наличия в них скрытых дефектов, то вопрос их выявления приобрел особую значимость.

К числу наиболее часто встречающихся опасных дефектов неметаллических изделий и конструкций, выполненных с применением ПКМ, прежде всего относятся дефекты типа нарушения сплошности — например, расслоения, непроклеи, трещины, крупные воздушные или газовые раковины, инородные включения. Прочность в их зоне обычно равна или близка к нулю.

В России, в стране с развитым авиастроением, развитию неразрушающих методов контроля уделяется большое внимание. Повышение их чувствительности и эффективности позволяет повысить надежность изделий, что особенно важно для авиационной промышленности.

Для контроля деталей из ПКМ и клееных конструкций в условиях производства и эксплуатации применяются различные методы, основанные на взаимодействии с контролируемым объектом проникающих излучений или физических полей — акустических, радиационных, тепловых, оптических, электрических, радиоволновых и др.

Методы технической диагностики являются косвенными. Они основаны на установлении корреляционных связей между параметрами неразрушающего контроля (ПНК) и физико–механическими характеристиками ПКМ.

Наиболее информативными ПНК, определение которых не представляет особых сложностей, являются скорость и затухание ультразвуковых колебаний (УЗК) при прохождении акустических сигналов в объекте контроля (плита или лист из ПКМ, многослойная клееная конструкция и т. п.). Наряду с определением ПНК в направлении, перпендикулярном поверхности объекта контроля, целесообразно определение ПНК в плоскости конструкции.

Для получения мощных широкополосных ультразвуковых импульсов при неразрушающих испытаниях композитов представляется перспективным использование лазерного термооптического возбуждения ультразвука — оптико–акустического эффекта. Методики контроля ПКМ для диагностики свойств материалов разработаны в ВИАМ и применяются для практических целей. Можно сказать, что ВИАМ стал пионером в деле использования лазера для диагностики свойств материалов не только в авиационной промышленности, но и вообще в России.

С помощью методов технической диагностики, разработанных в ВИАМе, можно определить пористость, плотность и состав углепластиков, прочность при сдвиге и сжатии, степень полимеризации связующего в подформованных заготовках из углепластиков, предназначенных для изготовления интегральных конструкций. Разработанные технологические рекомендации и методические материалы находят применение при создании крупногабаритных конструкций типа консоли крыла, отсека фюзеляжа, силовых элементов, агрегатов управления и торможения самолета.

Внедрение неразрушающих методов контроля позволяет повысить надежность летательных аппаратов, эксплуатировать детали и агрегаты летательных аппаратов не по ресурсу, а по их техническому состоянию, определенному с помощью методов дефектоскопии и диагностики.

Полимерные композиты расширяют влияние

Начальник лаборатории **Александр Хрульков**

им различных свойств в нужном направлении полимерные композиционные материалы получили широкое распространение. Они используются для изготовления легких спортивных изделий и деталей самолетов, вертолетов, космических спутников и ракет.

При малой плотности и высокой усталостной прочности, превосходящей в 2—3 раза металлические сплавы, ПКМ получили применение в планерах таких современных российских пассажирских и транспортных самолетов, как Ил–96, Ту–204, Ту–214, Бе–200, Ан–124, Ан–70 и других, где они используются в качестве обшивочных материалов элементов управления крыльев и хвостового оперения, а также для упрочнения деталей внутреннего силового набора. За рубежом аналогичные материалы широко применяют в самолетах типа А300, А330, В–737, В–747, В–757, В–767 и других.

Полуфабрикатом для изготовления полимерного конструкционного материала является так называемый препрег — армирующий наполнитель, предварительно пропитанный раствором или расплавом связующего.

В зависимости от назначения применяются различные полимерные матрицы и наполнители. Так, препреги на основе фенольной смолы высокотехнологичны, а композиционный материал на их основе обладает негорючестью. Поэтому они нашли широкое применение при изготовлении интерьера пассажирских самолетов.

На основе эпоксидных смол разработаны углепластики, органопластики, стеклопластики и гибридные материалы, которые нашли применение не только в авиастроении, но и в автомобильной промышленности, на железнодорожном транспорте, в медицине, судостроении, силовых энергоустановках.

Бисмалеидные и полиимидные смолы имеют более высокую теплостойкость и применяются там, где рабочие температуры превышают 200°С.

Эксплуатационные свойства деталей и изделий из ПКМ во многом зависят от качества проведения процесса соединения полимерной матрицы и армирующего наполнителя. А именно — от соотношения количества нанесенного на наполнитель связующего, равномерности этого слоя, глубины проникновения связующего в наполнитель, степени полимеризации (отверждения) смолы в препреге.

Пропитка армирующих наполнителей раствором связующего осуществляется на специальных пропиточных установках УПСТ. Однако установки типа УПСТ–300 и УПСТ–1000 обладают рядом недостатков. В их числе — высокая энергоемкость процесса сушки, загрязнение атмосферного воздуха из–за выброса растворителей (в количестве около 40% по весу). Присутствие в препреге остаточного растворителя отрицательно сказывается на свойствах готового композита: повышается пористость, снижается температура стеклования полимерной матрицы, уменьшаются влагостойкость, прочность при циклических нагрузках.

Расплавный метод изготовления препрегов практически лишен указанных недостатков. Поэтому в ВИАМ успешно разрабатывается технология получения этим методом однонаправленных препрегов, армированных стеклянным, углеродным и органическим волокнами. А также смешенными, в частности — стеклоуглеродными.

В США, Франции и других странах полуфабрикаты (препреги) для ПКМ производятся централизованно специализированными фирмами, что позволяет обеспечить их стабильное и высокое качество. И удовлетворить потребности не только авиакосмического комплекса, но и других отраслей промышленности — машиностроения, строительства, производства медицинской техники и спортивно–технических товаров.

В ВИАМе и его филиалах существует база по производству различных препрегов, которая может обеспечить ими различных потребителей. При этом специалисты ВИАМа могут оказать необходимую помощь в организации подготовки и освоении производства деталей из ПКМ.

Против обледенений на крышах и на крыле

Начальник лаборатории, кандидат технических наук **Елена Муханова**

мыслимо без разработки и применения новых полимерных композиционных материалов (ПКМ) с повышенными физико-механическими характеристиками и теплостойкостью. В отличие от материалов, применяемых в других отраслях, к авиационным ПКМ предъявляются очень жесткие требования по плотности, долговечности, экологическому совершенству.

В лаборатории полимерных связующих ВИАМ за более чем 40-летний период ее существования разработано свыше 20 составов. На их основе создана целая гамма стеклотекстолитов, угле- и органопластиков, гибридных материалов, клеев, герметиков, теплозащитных материалов.

В настоящее время ведутся исследования с целью создания нового класса полимерных связующих. Одновременно ВИАМ осуществляет наработку опытно-промышленных партий полимерных связующих для заводов-изготовителей авиационной техники. При этом используется классическая система управления качеством, благодаря которой за все время существования производственной базы (а это — более 20 лет) не поступило ни одной рекламации.

Еще одно из направлений, традиционно развивающихся в ВИАМе, связано с разработкой и исследованием противообледенительных жидкостей для предотвращения наземного обледенения воздушных судов. Уже разработаны противообледенительные жидкости серии «Арктика» — «Арктика», «Арктика-200», «Арктика-400», «Арктика ДГ», «Арктика ОС-2», относящиеся к I и II типу по классификации Ассоциации Европейских Авиалиний (АЕА).

В 2004 году предполагается завершить разработку жидкости нового поколения, обладающей более высокой эффективностью. Использование в ее рецептуре нетоксичных компонентов и поверхностно-активных веществ с повышенной биоразлагаемостью (по сравнению с жидкостями, используемыми для этих целей в настоящее время) обещает значительно улучшить токсикологическую и экологическую обстановку при производстве и на аэродромах.

Плодотворно развивается и научное направление, связанное с жидкостями для гидравлических систем отечественных летательных аппаратов. В частности, для перспективных самолетов нового поколения ВИАМом совместно с ГНИИХТЭОС и ВНИИ НП разработаны жидкости на рабочие температуры 250—300°С. А для самолетов Ил-86, Ил-96, Ту-204, Ту-334, Ил-114 совместно с ВНИИ НП разработана и внедрена пожаробезопасная жидкость НГЖ-5у на основе эфиров фосфорной кислоты.

Думается, определенный интерес представляет и участие специалистов ВИАМа в решении проблем хозяйства Москвы. В частности, знания, накопленные при создании плиточной теплозащиты «Бурана», позволили разработать и запатентовать антиадгезионные покрытия. Они предназначены для пищевой промышленности с целью предотвращения прилипания заготовок теста и их пригорания в процессе выпечки хлеба.

Покрытие позволяет многократно (380—390 съемов) эксплуатировать хлебные формы при температуре 270—280°С. По этому параметру оно в 1,5 раза превосходит отечественные и зарубежные аналоги. И обеспечивает существенное снижение затрат электроэнергии и труда.

В ближайшем будущем специалисты ВИАМа намерены решить и другую, не менее важную для столицы, задачу: речь идет о предотвращении образования наледи и сосулек на крышах домов в зимний период, что позволит снизить травматизм москвичей и обеспечит сохранность их имущества (автотранспорта) за счет исключения случаев его порчи в результате падения с крыш льдообразований.

Объединив науку и опытное производство

Начальник лаборатории, доктор технических наук **Станислав Солнцев**

В ВИАМе создан и действует научно–производственный комплекс, состоящий из научно–исследовательской лаборатории и опытно–производственного участка. Его появление продиктовано потребностями сегодняшнего дня. Опытно-производственный участок по изготовлению и поставке шликеров защитных технологических и жаростойких покрытий организован для обеспечения все возрастающих потребностей предприятий авиакосмической, оборонной, машиностроительной и других отраслей промышленности. Ввод участка в эксплуатацию позволил заменить устаревшее оборудование на более современное и производительное.

Защитные технологические покрытия предназначены для уменьшения повреждаемости сталей и сплавов от окисления, обезуглероживания, газонасыщения. И выступают в роли высокотемпературных смазок и теплоизоляционных слоев при термомеханической обработке заготовок и деталей.

Проблема защиты поверхности металлических заготовок от окисления весьма актуальна в производстве изделий из жаропрочных никелевых, высокопрочных титановых сплавов, коррозионностойких и среднелегированных сталей. Отсутствие специальной защиты от окисления снижает надежность работы деталей из металла, вызывает необходимость удалять дефектные слои механической обработкой, травлением в кислоте и другими методами.

Важная роль принадлежит защитным покрытиям в технологических процессах, где необходим высокотемпературный нагрев — таких, как прокатка, ковка, закалка и отжиг, изотермическая штамповка, штамповка с использованием эффекта сверхпластичности, при раскатке дисков, горячей штамповке деталей и заготовок из тонких листов. А также при горячей обработке давлением крупногабаритных и сверхтяжелых заготовок.

С учетом всех вышеупомянутых проблем, в ВИАМе была разработана высокопроизводительная, ресурсосберегающая технология изготовления защитных технологических покрытий с жаростойкими и высокотемпературными смазочными и специальными свойствами.

Это — жаростойкие эмалевые покрытия, предназначенные для защиты жаропрочных никелевых, железоникелевых сплавов и коррозионностойких сталей от высокотемпературной газовой коррозии и увеличения ресурса эксплуатации деталей ГТД. Они разработаны для обширной номенклатуры деталей и узлов горячего тракта ГТД — камер сгорания, форсажной камеры, жаровых труб. И представляют собой гетерогенную многокомпонентную силикатную систему, основой которой является стеклообразующая фритта.

Преимуществом жаростойких эмалей является возможность быстрой и простой корректировки свойств за счет изменения количественных соотношений между стеклофазами и тугоплавкими окислами. Эффективность защитного действия эмалевых покрытий обеспечивается прочностью сцепления с поверхностью сплава, жаростойкостью и термостойкостью в скоростных газовых потоках при температурах 900—1100°С длительно и 1200°С — кратковременно.

Для защиты обширной номенклатуры деталей из жаропрочных сплавов в ВИАМе разработана целая серия жаростойких покрытий. Все они являются высокоресурсными, позволяют увеличить срок эксплуатации деталей в 1,5—2 раза.

Создание опытно–производственного участка по изготовлению шликеров защитных технологических и жаростойких покрытий из отечественного сырья позволило увеличить возможность их выпуска до 40 т в год, вместо 2–х т в 2001 году. А также повысить производительность труда, обеспечить экологическую безопасность, улучшить культуру производства.

В последние годы в ВИАМе разработано новое поколение высокопрочных, легких стеклокерамических композиционных материалов для изготовления из них перспективных изделий для авиационных двигательных установок и гиперзвуковых летательных аппаратов 5–го и 6–го поколений.

Высокие рабочие температуры формообразования позволяют создать новый класс высокотемпературных композиционных материалов с повышенной температуроустойчивостью в окислительной среде. Комплекс свойств, который обеспечивают высокие эксплуатационные характеристики изделий, может быть гарантированно обеспечен только при использовании современного прессового оборудования с высокими рабочими температурами.

ОАО «Научно–исследовательский институт Стали»

Извещает акционеров, что годовое общее собрание акционеров состоится в конференц-зале института 23 мая 2003 года, по адресу: г. Москва, ул. Дубининская, д. 81–А. Начало собрания в 10.00. Регистрация участников с 8.30 до 9.45.

Информация по вопросам повестки дня собрания по тел. (095) 485–66–01.

АКБ «ФИНПРОМБАНК» (ОАО)

Настоящим Акционерный Коммерческий Банк «Финансово–Промышленный Банк» (Открытое Акционерное Общество), номер лицензии на осуществление банковских операций 2157, уведомляет кредиторов Банка об изменении фактического местонахождения АКБ «ФИНПРОМБАНК» (ОАО), в связи с переездом из помещений, находящихся по адресу: 107140, г. Москва, ул. Верхняя Красносельская, д. 15, стр. 1, в здание, расположенное по адресу: **107045, г. Москва, Последний пер., д. 24.**

Новый почтовый адрес АКБ «ФИНПРОМБАНК» (ОАО): 107045, г. Москва, Последний пер., д. 24.

Контактные телефоны АКБ «ФИНПРОМБАНК» (ОАО) по новому адресу: **(095) 730–03–33, 730–14–46, факс (095) 730–14–50.**

ОАО «Троицкий станкостроительный завод» т. (35163) 2–02–54 т/ф 2–12–43, 2–00–35 e–mail: market@tstz.ru www.tstz.ru

СТАНКИ электроэрозионные, электрохимические изготовление, ремонт, модернизация

инженерная газета Главный редактор Д. ПИПКО Наш адрес: 107031, Москва, Кузнецкий мост, 21/5 Телефон для справок 203-90-37 Индекс: 50052 Номер сверстан в ООО «ОИД «Медиа-Пресса» 21.04.2003 Отпечатано в ООО «ОИД «Медиа-Пресса» Заказ 12576.

ИНДУСТРИЯ 2003 АПРЕЛЬ № 10 (1189)

инженерная газета газета выходит с 1990 г.

4-й Международный форум «Высокие технологии XXI века»

МАТЕРИАЛЫ и ВЫСОКИЕ ВиАм ТЕХНОЛОГИИ

Председатель оргкомитета форума «Высокие технологии XXI века» мэр Москвы **Юрий Лужков**

От имени правительства Москвы сердечно приветствую участников и гостей 4-го Международного форума «Высокие технологии XXI века».

Прошедшие в 2000—2002 годах международные форумы, в работе которых приняли активное участие предприятия и организации оборонно-промышленного комплекса России, Российская академия наук, фирмы и компании Белоруссии, Украины, Молдовы, Литвы, представители отечественных и зарубежных деловых кругов, вызвали большой интерес.

Эффективное использование интеллектуального и научно-технического потенциала высокотехнологичного комплекса России, увеличение его вклада в развитие экономики страны — одна из важнейших задач сегодняшнего дня.

Участие в форуме предприятий многих промышленных регионов России, стран СНГ будет способствовать развитию межрегиональных и межгосударственных экономических связей, внедрению в реальный сектор экономики наиболее перспективных проектов и разработок, привлечению в российское высокотехнологичное производство инвесторов.

Желаю всем вам успешной, плодотворной работы и результативных итогов.

Оборонный комплекс в центре внимания

Председатель Комитета города Москвы по развитию оборонно-промышленного комплекса **Франтишек Ковриго**

Проводимый в четвертый раз форум «Высокие технологии» — наглядное свидетельство того большого внимания, которое правительство Москвы уделяет оборонному комплексу столицы. Начав с вынужденной поддержки московских оборонных предприятий в трудном 1990 году, оно сегодня пришло к Московской программе поддержки оборонных предприятий, которая реализуется как совокупность мер, направленных на осуществление приоритетных проектов выпуска конкретной продукции или оказания услуг на взаимовыгодной основе. Участниками этой программы в настоящее время являются 96 предприятий.

Эта поддержка в значительной степени содействовала позитивным результатам работы оборонной промышленности города в 2002 году. По его итогам при общих темпах роста физического объема производства промышленной продукции 114%, темп роста в оборонно-промышленном комплексе составил более 120%. Это — выше средних показателей по «оборонке» всей России. А рост налоговых платежей в бюджет города составил 140%, что является наилучшим результатом в машиностроительной отрасли города.

Тем не менее негативные последствия предыдущих лет продолжают оказывать влияние на производственную и социальную жизнь наших предприятий. В частности, некоторые из них до сих пор имеют просроченную задолженность перед городским бюджетом и территориальным дорожным фондом. Кроме того, задержки с авансированием работ по линии Минобороны России нередко приводят к росту числа предприятий, имеющих задолженность по заработной плате. Руководствуясь поручением мэра Москвы Ю.М.Лужкова, наш Комитет держит на постоянном контроле вопрос своевременной выплаты зарплаты, содействует предприятиям в изыскании средств на погашение других задолженностей, видя в них реальную опасность.

По мнению руководителей Минпромнауки РФ, до 40% всех оборонных предприятий России из-за долгов перед бюджетами всех уровней и другими кредиторами могут быть в любое время подвержены процедуре банкротства.

Такой подход для Москвы неприемлем. Поэтому руководством города принято решение об организации совместно с заинтересованными федеральными органами власти постоянного мониторинга экономического положения крупных и оборонных предприятий. Эта мера должна помочь в оперативном режиме отслеживать форс-мажорные события,— такие, как, например, угроза необоснованного банкротства оборонных предприятий или ситуации, связанные со сменой владельцев. И тут же принимать необходимые меры.

Одна из стоящих перед нами задач — повышение эффективности управления государственным имуществом. В частности, совместно с Департаментом имущества города Москвы комитетом проведена работа с федеральными органами исполнительной власти по передаче находящихся в федеральной собственности акций АО «НПО «Химавтоматика» и АО «Тушинский машиностроительный завод» в собственность Москвы. Готовится к передаче и пакет акций АО «НПО Молния».

Примером консолидации федерально-региональных усилий по реформированию и поддержке предприятий ОПК может служить передача городу 38% акций АО «Тушинский машиностроительный завод», ранее закрепленных за государством.

Все началось с того, что в 1992 году при поддержке правительства Москвы завод был сориентирован на выпуск продукции, необходимой городскому хозяйству, — городских автобусов. Тогда это позволило сохранить кадровый потенциал и технологическую культуру производства.

За минувшие годы АО «ТМЗ» поставило городу более 2400 автобусов «Икарус» и 750 — «ЛиАЗ-5256». Для этого были созданы специальные производства по изготовлению ряда деталей, узлов, агрегатов и окончательной сборке. На 2003—2004 годы городской заказ определен в размере 1300 автобусов (без учета троллейбусов и трамвайной техники). И сегодня уже готовится программа дальнейшего преобразования не только предприятия, но и всей тушинской промплощадки.

Большое внимание Москва уделяет созданию условий для сохранения и скорейшего восполнения дефицита в кадрах оборонной промышленности. С 2001 года реализуется подпрограмма «Кадры промышленности». В ней участвуют предприятия, крупнейшие вузы города, Академия труда, учрежденная нашим комитетом.

Реализация программы осуществляется по договорам с предприятиями. В первую очередь через научно-производственные центры, созданные на таких предприятиях, как завод «Салют», «Центр имени Хруничева», «Московский институт теплотехники», «ВНИИметмаш». Их работа в тесном взаимодействии с ведущими вузами города позволяет консолидировать средства предприятий и городского бюджета на доплатах студентам и молодым специалистам.

Не остаются без внимания правительства Москвы и другие вопросы поддержки оборонно-промышленного потенциала города. Судя по предварительным данным, в результате осуществляемых в стране реформ из 460 московских предприятий почти 200 не войдут в ядро ОПК. Иными словами, возникнут вопросы о снятии с них гособоронзаказа и, следовательно, о необходимости определения их будущего. А это загруженность, поиск новых источников финансирования.

В этом плане важным является совместное финансирование Российской Федерацией и городом Москвой перспективных технологий и прорывных пилотных проектов, для чего намечено совместно разработать федерально-региональную программу.

Мы также считаем целесообразным расширить рамки Московской программы поддержки ОПК за счет предоставления предприятиям-участникам возможности «самореформирования» своих территорий на основе собственных и привлеченных средств, придав предприятиям статус «инвестора». При этом в качестве дополнительной льготы для стимулирования процесса реорганизации избыточных территорий и строительства рассмотреть возможность снижения доли города в строящихся объектах.

В заключение хочу выразить уверенность, что период невзгод пройден. И московские предприятия ОПК выполнят задачи по обеспечению безопасности России.

Медицина «примеряет» титановые сплавы

Начальник лаборатории, кандидат технических наук **Надежда Ночовная**

При слове «титан» большинство из нас представляет себе если не древнегреческое могучее божество или большой агрегат для нагрева воды, то уж совершенно точно стремительный «Су» или взмывающую вверх ракету. И лишь очень немногие знают, насколько прочно этот металл с мифологическим именем вошел в нашу повседневную жизнь.

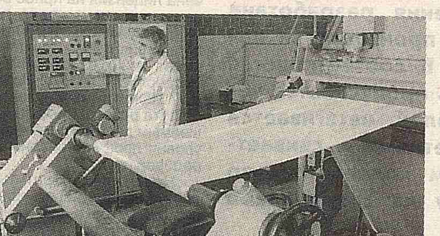
Еще в 90–х годах прошлого столетия титан и его сплавы считались стратегическим материалом. И их применение в народном хозяйстве было строго ограничено. Сегодня же титан все активнее продолжает внедряться в нашу повседневную жизнь. Это уже не только привычная ракета на ВВЦ или статуя Гагарина на Ленинском проспекте, но и новомодные титановые корпуса часов, браслеты и даже кольца. И все же самым необходимым титан становится в медицине.

У титана есть поистине уникальное свойство — бионейтральность. Однако сегодня оно покупается дорогой ценой поскольку используемые в настоящее время титановые сплавы созданы для изделий оборонной техники. И поэтому наделены широким набором специфических свойств.

Вместе с тем в большинстве областей гражданского применения требования к характеристикам материала существенно ниже. Так, например, дентальным и челюстно–лицевым имплантатам не нужна высокая жаропрочность или способность работать в криогенных средах. Зато для них важны биологическая совместимость, прочность при нормальных условиях, пластичность. И, безусловно, стоимость сплава и технологии получения изделий.

Отсюда и возникает необходимость в создании дешевых, высокотехнологичных титановых сплавов для медицины.

Предпосылки для решения этой задачи состоят в следующем. Как известно, кислород и азот также могут упрочнять сплав, как и алюминий. Но в отличие от последнего они ничего не стоят. И повышают прочностные свойства титана лишь при невысоких температурах. С другой стороны — содержание этих элементов в сплаве должно быть ограничено, поскольку при больших концентрациях они резко ухудшают пластические характеристики.



Кислород, азот и железо в достаточном количестве содержатся в низкосортной титановой губке. Именно она и оказалась наиболее дешевой и пригодной для получения нового сплава.

Этот сплав имеет практически такие же прочностные свойства, как и наиболее распространенный во всем мире. Но пластические свойства у него почти в 2 раза выше. По коррозионной стойкости и биологической совместимости новый сплав не уступает техническому титану. А по уровню прочности превосходит его в 2 раза. Сплав имеет прекрасные литейные свойства, легко деформируется при относительно низких температурах.

Все эти свойства существенно облегчают и удешевляют процесс получения деформируемых полуфабрикатов и мерных шихтовых заготовок, используемых при литье челюстно–лицевых имплантатов.

Необходимо заметить, что по уровню механических и коррозионных свойств новый сплав при нормальных условиях не уступает большинству традиционных. А по технологичности даже превосходит их. Если добавить, что он существенно дешевле своих аналогов, то можно ожидать, что новый сплав найдет широкое применение и в строительстве, в транспортном и химическом машиностроении, во многих других отраслях народного хозяйства.

Партнерство на «поле» инноваций

Первый заместитель генерального директора Росавиакосмоса **Валерий Воскобойников**

Малообоснованные утверждения, высказываемые в начале 90–х годов, что смена собственности и, в частности, уход государства из сферы управления автоматически улучшат и оздоровят все аспекты промышленной деятельности, не только не подтвердились, а, наоборот, явно показали свою несостоятельность. В первую очередь это касается инновационных процессов и инвестиционной деятельности.

Причина кроется не только в том, что Россия долгое время существовала в условиях планово–государственной экономики. Мировой опыт показывает, что в основном только крупным компаниям–собственникам, имеющим громадные ресурсы, удается в полной мере вести инвестиционную деятельность, осуществлять новые крупные проекты, одновременно затрачивая значительные средства на научно–исследовательские и опытно–конструкторские разработки.

В последние годы ситуация в России существенно изменилась. Государство и его органы, придавая большое значение развитию инновационных процессов, их роли в реформировании экономики, а также разработке новых прорывных технологий, существенно усилили свое участие в управлении, осуществлении и финансировании этой жизненно важной сферы.

Стоят задачи по совершенствованию механизмов взаимодействия организаций и предприятий научно–технической и производственной сферы, создания и развития объектов инновационной структуры, эффективного управления интеллектуальной собственностью. В этой связи особое значение приобретает использование научно–технического потенциала оборонного комплекса России, увеличение его вклада в развитие экономики.

Многие оборонные предприятия сохранили свои лидирующие позиции по основным направлениям наукоемкого производства и высоких технологий. В этом свете достижения авиационно–космического комплекса, наиболее передового в сфере высоких технологий, включающего в себя научно–технические достижения смежных отраслей, представляют особый интерес.

В связи с возрастающей сложностью изделий авиационной техники стремительно растет и значение используемых при ее создании высокоэффективных материалов и технологий. Они стержень реализации всех новых технических решений. Лидером в создании таких материалов в нашей стране является ФГУП «Всероссийский научно–исследовательский институт авиационных материалов». На его счету более 2000 разработок металлических и неметаллических материалов самого различного назначения — основа практически всех отечественных летательных аппаратов.

Деятельность ВИАМа — яркий пример целесообразности сочетания направленной государственной поддержки инновационных процессов с непосредственным вкладом самого предприятия в создание и реализацию новых материалов и технологий. С одной стороны, создание научно–технического задела по авиационным материалам и металлургии осуществляется в рамках заданий федеральных целевых программ. Вместе с тем руководство института придает большое значение сотрудничеству со многими предприятиями страны и крупными иностранными фирмами.

Масштаб и эффективность этих работ предопределяют существенное привлечение дополнительных финансовых средств, которые не проедаются, а вкладываются в развитие материально–технической базы ВИАМа, создание уникальной научно–исследовательской и испытательной инфраструктуры, что позволяет институту решать задачи по обеспечению будущих образцов техники современными материалами и технологиями.

В аспекте реализации своих научных достижений институтом предлагается на внешний рынок изготовление и поставка материалов, оборудования, передача современных технологий как в области металлургического производства, так и производства неметаллических материалов.

Широкий комплекс услуг предлагается и в сфере испытаний, исследований качества материалов: это экспертиза и арбитражные оценки причин разрушения материалов и деталей, неразрушающий контроль полуфабрикатов, материалов и конструкций, оценка климатической и микологической стойкости.

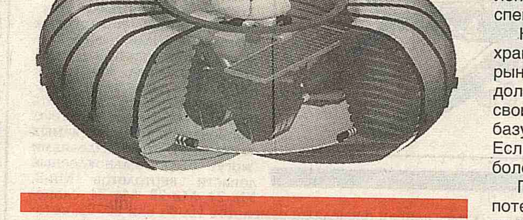
В ВИАМе хорошо понимают, что именно сочетание оборудованной в соответствии с сегодняшними требованиями материальной базы с опытом и эрудицией всего научного коллектива позволит использовать имеющийся научный задел и успешно решать те задачи по созданию новых материалов для авиационной техники новых поколений.

Безусловно, это задача не только ВИАМа, а всей страны. Необходимо обеспечить производство всех исходных компонентов, которые по различным причинам в стране не производятся или производятся в недостаточном количестве. Потребуется дальнейшее развитие малотоннажной химии с целью производства нужных олигомеров, связующих, наполнителей. Необходимы существенная модернизация и переоснащение производств спецметаллургии.

Выполнение этих мероприятий предусмотрено в рамках подпрограммы НТБ «Создание авиационно-космических материалов (АКМ)», в разработке которой приняло активное участие и ФГУП ВИАМ.

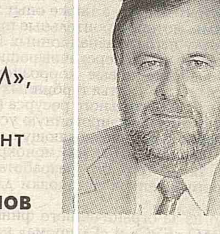
Москва, Красная Пресня 21–25 апреля 2003 г.

В четвертый раз предприятия «оборонки» и смежных отраслей собрались в Москве под флагом «Высоких технологий». Задуманный по инициативе правительства Москвы как смотр достижений столичного ОПК, Международный форум «Высокие технологии оборонного комплекса» вызвал большой интерес как у отечественных заказчиков продукции оборонно–промышленного комплекса, так и у потенциальных потребителей наукоемких разработок за рубежом. И, по сути, стал общероссийским и международным мероприятием. В Организационный комитет форума, возглавляемый мэром Москвы Ю.М.Лужковым, вошли руководители федеральных органов исполнительной и законодательной власти России, руководители регионов России, ведущие ученые — члены Российской академии наук, руководители предприятий и организаций оборонно–промышленного комплекса России, а также представители заинтересованных деловых кругов. Идея проведения в Москве Международного форума была поддержана Администрацией Президента и Правительством Российской Федерации. Анализ итогов форума показывает все возрастающий интерес российских и зарубежных потребителей к высокотехнологичной продукции, что формирует благоприятный инвестиционный климат и, как следствие, является значительным поддерживающим фактором отечественного товаропроизводителя. В связи с тенденцией расширения участия в форуме регионов России и предприятий СНГ, в том числе необоронного профиля, признано целесообразным впредь проводить его под названием «Высокие технологии XXI века», что более точно отражает его фактическую тематику. Но при этом ядром его участников по–прежнему будут предприятия ОПК. При организации и проведении мероприятий форума 2003 года особое внимание уделено активизации и укреплению межгосударственных и межрегиональных связей, консолидации и объединению интеллектуального потенциала России для развития отечественного производства, привлечению в российское



высокотехнологичное производство потенциальных инвесторов, а также вопросам внедрения в реальный сектор экономики России наиболее интересных и эффективных проектов и разработок. В ходе форума предполагается обсудить стратегию инновационного развития страны и сложившуюся систему взаимодействия государства, фундаментальной, отраслевой науки и корпоративного сектора, вопросы реструктуризации оборонно–промышленного комплекса. В рамках форума под руководством генеральных конструкторов и всемирно известных ученых пройдут тематические конференции и семинары. Состоится и презентация предприятий, их инвестиционных проектов и технологий по таким направлениям, как «Авиация и космонавтика», «Энергетика», «Экология», «Машиностроение и производственные технологии», «Химия», «Новые материалы», «Радиоэлектроника и связь», «Информационные технологии», «Медтехника и производство лекарственных препаратов», «Биотехнологии», «Лазерные технологии». Сводный раздел — сельское хозяйство, пищевая промышленность, строительство, электротехника, городское хозяйство. Необходимо также напомнить: форум предоставляет уникальную возможность предприятиям и разработчикам привлечь внимание потенциальных потребителей высокотехнологичной продукции, банков, финансовых и коммерческих структур к своим инвестиционным проектам, технологиям и коммерческим предложениям. Словом, форум должен стать настоящим праздником для научно–технической общественности Москвы и России.

Противопоставив знание сложности задач



Генеральный директор ФГУП «ВИАМ», член-корреспондент РАН **Евгений Каблов**

Если бы конструктор задумал создать идеальную деталь, он бы постарался «выстроить» материал строго по тем линиям, по которым на нее действуют основные нагрузки. И ровно в тех количествах, которые необходимы, чтобы эти нагрузки воспринять. Собственно, больше и не нужно. Все остальные затраты материала — не более, чем плата за наше незнание.

Эту «формулу успеха» уже взяли на вооружение многие создатели передовой техники. Сегодня становится нормой, когда материалы «конструируются» под конкретное изделие, а их структура — учитывает близкую к реальной картину нагружений.

Собственно, иначе и не должно быть. Самые смелые замыслы создателей «Бурана» так и остались бы на чертежных листах, если бы именно для него не была разработана стойкая и сверхлегкая тепловая защита. А новые композиционные материалы позволили создателям самолета «Беркут» из АВПК «Сухой» реализовать идею крыла с обратной стреловидностью.

Особенности обтекания этого крыла таковы, что встречный поток с огромной силой стремится скрутить его. Композиционные материалы, в силу своей природы и особой структуры, активно противостоят подобным нагрузка. Если же в расчете на них крыло пришлось бы делать из металла, то из–за его излишне тяжелой конструкции самолет едва ли поднялся в воздух.

И в том, и в другом случае успех обеспечили современные материалы, высокие свойства которых достигаются на молекулярном и даже атомарном уровне. К сожалению, понимание этого доступно далеко не всем. Отсюда — и то сопротивление, которое встречают попытки доказать, что судьбу рынков авиационной техники сегодня определяют глубокие фундаментальные и прикладные исследования, умение превратить их отвлеченные результаты в высокоэффективные технологии и изделия.

Это должны кожей чувствовать и в правительстве, и парламентарии. Это должен понимать каждый чиновник, который спешит с предложением «срезать» финансирование Академии наук. Или, втянув голову в плечи (было же поручение Президента!), упорно сопротивляющийся принятию целевой федеральной программы по материалам. Что стоит за этим? Уверенность в том, что в мутной неразберихе всеядных программ легче поймать «свою» рыбку? Или полное непонимание, что только в рамках конкретной программы с четкими целями и своим управлением можно объединить всех — от академиков до специалистов малых инновационных фирм.

Но сегодня даже этого мало. Если мы хотим сохранить или расширить свое присутствие на мировом рынке, то обязаны признать: материаловедение должно развиваться опережающими темпами. Само, своим предвидением, вне всяких заданий создавать базу знаний для прогресса конструкторской мысли. Если хотите — даже подталкивать конструкторов к более совершенным решениям.

При этом необходимо постоянно «сверять часы» с потенциальным заказчиком, пытаясь получить ответ на главный вопрос: в состоянии ли достигнутый уровень материаловедческих разработок и технологий обеспечить решение приоритетных задач авиационной и космической техники? И каковы эти приоритеты у покупателей как боевых, так и гражданских машин?

Какими бы не были ответы на эти вопросы, мы должны отдавать себе отчет в том, что в XXI веке требования к авиационным материалам будут неуклонно ужесточаться.

Наглядный пример — наша федеральная программа «Развитие гражданской авиационной техники России на 2002—2010 гг. и на период до 2015г«. Она предусматривает значительное повышение весовой эффективности, надежности и ресурса, резкое снижение затрат при производстве и эксплуатации.

В частности, в результате применения перспективных материалов в конструкциях планера самолетов и вертолетов должно быть достигнуто повышение коммерческого срока эксплуатации с 20 до 25–30 тыс. часов, ресурса — с 15—20 до 40 тыс. часов.

Соответственно, в конструкциях газотурбинных двигателей VI–го поколения должно быть обеспечено отношение тяги к массе на уровне 20:1, (вместо сегодняшнего 8:1), снижение расхода топлива с 0,6 до 0,4 кг на кг тяги в час.

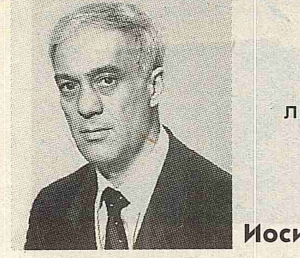
Как мы помним по событиям прошлого года, особое внимание должно быть уделено материалам, способным снижать уровень шума как в пассажирском салоне, так и вокруг самолета при взлете. Но тут надо понимать: требования по шуму с каждым годом будут становится все жестче. Помимо заботы о здоровье людей, за ними стоят и корыстные интересы: страны, чьи компании преуспели в создании малошумных двигателей, могут настаивать на введении ограничений, пытаясь таким образом закрыть конкурентам доступ на свои рынки воздушных перевозок. Это надо учитывать, к этому надо быть готовыми.

В XXI веке как военная, так и гражданская авиация намерены перейти к гиперзвуковым аппаратам. Должны появиться и многоразовые авиационно–космические системы (МАКС) различного назначения. Если учесть резкое увеличения тепловых нагрузок на детали внешнего контура планера, какие материалы для таких летательных аппаратов потребуется создать?

На все подобные вопросы мы должны быть готовы не только дать ответ, но и предложить эффективное решение. Именно с таким прицелом старается строить свою работу коллектив ВИАМа. А ее результаты, как мне кажется, говорят сами за себя.

Во всяком случае, сталкиваясь с новыми проблемами, мы и наши партнеры стремимся не просто уменьшить плату за незнание. Наш принцип — наступательный: сложностям задач должны быть противопоставлены результаты наших исследований и разработок, наши новые знания.

Лопатки турбин обновляют охлаждение



Начальник лаборатории, кандидат технических наук **Иосиф Демонис**

Выполняя комплексные научно-технические разработки, сотрудники ВИАМ не только создают новые литейные жаропрочные сплавы и разрабатывают промышленные технологии, но и участвуют в конструировании оборудования для литья лопаток ГТД.

Большинство технологических процессов для литья лопаток можно смело отнести к высоким технологиям, способным обеспечить существенное улучшение служебных характеристик. И тем обиднее, когда они не получают должной поддержки.

В свое время применение лопаток из жаропрочных сплавов с направленной и монокристаллической структурой, изготовленных по разработанной ВИАМом технологии, позволило повысить надежность и ресурс двигателей для таких самолетов, как Ил-86, МиГ-29, МиГ-31, Су-27, Су-30, Ту-204, Ил-96-300, Ан-70 и ряд других.

Это обстоятельство, а также опыт зарубежных фирм «вдохновили» моторостроительные предприятия России на разработку на базе авиационных ГТД стационарных энергетических и газоперекачивающих установок (ГТУ). ВИАМ разработал новые коррозионностойкие жаропрочные сплавы для литья турбинных лопаток ГТД и стационарных ГТУ длительного ресурса (50 000 час.), создал уникальную автоматизированную установку с компьютерным управлением, позволяющую получать крупнога[illegible]ческого газотурбостроения использовались монокристаллические охлаждаемые паром лопатки длиной 1 метр. Это позволило выйти на рекордные показатели: температура газа была поднята до 1430°С, а к.п.д. превысил 40%. Для сравнения: отечественная ГТД-110 имеет кпд 33% при температуре газа 1170°С.

Новейшей и перспективной разработкой ВИАМ является высокоградиентный технологический процесс литья монокристаллических лопаток с высокой степенью структурного совершенства и транспирационной (проникающей) системой охлаждения из суперважаропрочных высокорениевых сплавов. С ним связано немало надежд. В том числе — и на решение основной проблемы — создания авиационных ГТД нового поколения.

Речь идет о необходимости повышения температуры газа перед турбиной до 2200° К. До настоящего времени ни одной из передовых зарубежных моторостроительных фирм не удается решить столь фантастическую задачу. ВИАМ же нашел ключ к ней: это — комплексный подход, сочетающий разработку материала, технологии и конструкции.

В качестве «материала» было создано новое поколение монокристаллических литейных жаропрочных сплавов на никелевой основе с повышенным — до 9—12% — содержанием рения, что не удавалось осуществить другим материаловедам ни в России, ни за рубежом. Длительная сточасовая прочность этих сплавов при 1000°С на 20—40 МПа выше, чем у лучших жаропрочных аналогов, разработанных в США и Англии.

В качестве «технологии» предлагается высокоградиентная технология литья монокристаллических лопаток с высокой степенью структурного совершенства по схеме «затравка — геликоид».

В качестве «конструкции» — охлаждаемая лопатка с высокоэффективной транспирационной (проникающей) системой охлаждения.

Ведущие моторостроительные фирмы США и Великобритании активно разрабатывают принципиально новый транспирационный способ охлаждения высокотемпературных лопаток авиационных двигателей нового поколения. Основной его замысел — в создании дополнительных элементов системы охлаждения непосредственно в стенке лопатки.

Специалистами ВИАМ и ЦИАМ были разработаны, запатентованы и изготовлены первые партии лопаток с оригинальными конструкциями проникающей системы охлаждения — за счет применения технологии составных стержней с керамическими мини-стержнями и тонкими полимерно-керамическими пластинами. Испытания их в ЦИАМ показали, что впервые удалось достичь коэффициента охлаждения на уровне 0,78—0,80, вместо существующего 0,55—0,60.

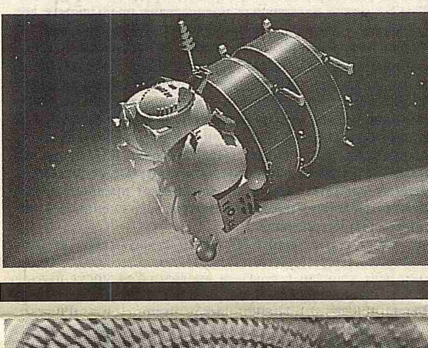
Все это позволяет сделать вывод, что комплекс материаловедческих, технологических и конструкторских разработок, выполненных специалистами ВИАМ, является достаточным научно-техническим заделом для создания авиационной турбины двигателей нового поколения с предельной температурой газа перед турбиной 2000—2200° К (вместо существующей 1700° К) и отношением тяги к массе 20:1 (вместо сегодняшних 8:1).

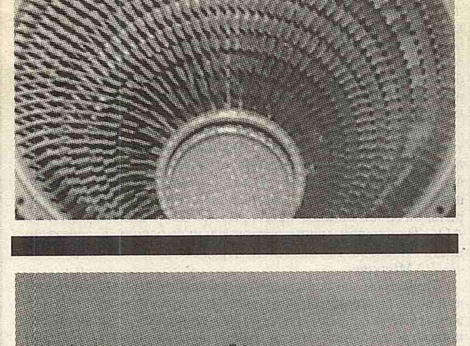
МАТЕРИАЛЫ и ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

ВИАМ ПРЕДЛАГАЕТ

1000 **мм — таких размеров в перспективе будут достигать крупногабаритные монокристаллические лопатки для энергетических и газоперекачивающих газотурбинных установок. А пока высокоградиентная технология литья или, образно говоря, выращивания кристалла позволяет получать такие лопатки с размерами до 600 мм.**

Для реализации этой технологии создан комплекс средств, включающий полностью автоматизированную установку вакуумной направленной кристаллизации УВИК-14, керамические форму и стержни. Комплекс обеспечивает выход годной продукции по монокристаллической структуре до 85—90%.

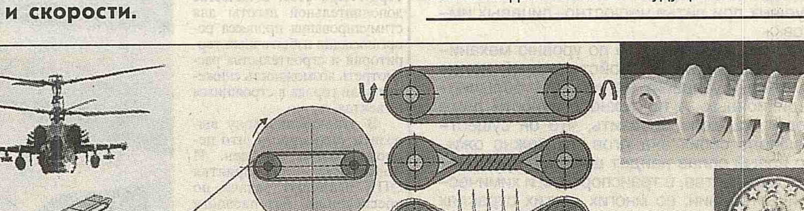




500 **час. — такой величины достигает трекин-эрозионная стойкость у новых подвесных изоляторов для контактных городских электросетей. Высокоэффективная технология их изготовления разработана на основе методов производства лопастей вертолетов. В соответствии с ней стеклянная нить пропускается через ванную со смолой, натягивается между роликами-петлями и свивается в жгут. А затем «одевается» во внешнюю оболочку из силиконовой резины.**

Для городских транспортных служб создан и универсальный компьютеризированный комплекс УДК-1, предназначенный для диагностики контактных троллейбусных и трамвайных сетей. Он позволяет выявлять трещины, утонения и эрозию, осуществлять привязку дефектов к контактной сети города, контролировать геометрию контактной сети троллейбусных и трамвайных линий.

Информация о состоянии сети поступает на экран монитора блока регистрации с учетом пройденного расстояния и скорости.



Чтобы молодые лица не стали редкостью

Заместитель генерального директора, доктор технических наук, профессор **Игорь Ковалев**

Одним из самых тяжелых моментов системного кризиса, затронувшего в последнее десятилетие нашу науку, большинство институтов и предприятий, стала потеря высококвалифицированных кадров. А главное — резкое сокращение работающей молодежи, молодых специалистов — инженеров, техников, рабочих.

Посещая предприятия, которые сумели найти свою «нишу» даже в условиях рыночной разрухи и выстоять, редко увидишь 35—45-летних сотрудников. А молодые специалисты стали вообще как редкие вкрапления золота.

В определенной мере в такой ситуации оказался и ВИАМ, который в 1996 году, как и многие научные организации, был на грани банкротства. Поэтому новая управленческая команда, разрабатывая программу преодоления кризисных явлений, не оставила без внимания и вопрос о кадрах.

Понимая его исключительную важность, руководство ВИАМ выбрало единственно верное решение — надо создать механизм привлечения молодых выпускников вузов, техникумов, училищ в наш институт. И не только создать, но и последовательно осуществлять этот процесс.

Что необходимо сделать для того, чтобы привлечь молодежь, поднять престиж инженерного творчества, научной деятельности, который заметно упал в прошедшее десятилетие? В числе факторов, влияющих на решение молодого человека о будущей профессиональной деятельности, значатся следующие: достойная заработная плата, интересная работа, возможность профессионального роста, доступность социальных услуг (медицинское обслуживание, отдых). Особый фактор — прохождение воинской службы.

Возьмем заработную плату. Для того, чтобы привлечь выпускников вузов, в ВИАМе были учреждены персональные надбавки, которые, зачастую, выше, чем у работающих сотрудников. А также именные стипендии аспирантам — сотрудникам института, назначаемые по решению ученого совета.

Для осуществления этих доплат в институте создан Фонд поддержки молодых специалистов. В минувшем году существенную поддержку нам оказало и правительство Москвы. В рамках реализации программы «Кадры промышленности» наши сотрудники, работающие не более трех лет, ежемесячно получают доплату к заработной плате в размере 2000 рублей.

Конечно, иногда это вызывало некоторую обиду у кадровых сотрудников. Но в целом все понимали — без молодежи мы развиваться не сможем.

А что со специалистами среднего звена — техниками, лаборантами, рабочими? Престиж этих специальностей упал в еще большей степени. Тут мы нашли интересный выход — в 2001 году организовали на нашем предприятии филиал Московского государственного вечернего металлургического института.

Форма обучения очень удобна и для ВИАМа, и для студентов. Днем они работают в институте по тем специальностям, которым обучаются в вечернем институте. А вечером, здесь же, в стенах ВИАМа, слушают лекции в специально оборудованных аудиториях или занимаются в лабораториях.

Молодые люди не тратят лишнего времени, имеют приличную зарплату, получают отсрочку от армии. И как результат: в 2001—2002 годах на должность лаборантов и техников было принято 60 человек. Все они учатся, повышают свое образование. Мы надеемся, что через пять лет они станут дипломированными инженерами, которые обучались не только по книгам, но и в реальных условиях производственной и исследовательской деятельности. Мы очень дорожим этим новшеством.

О профессиональном росте. Важнейшее направление нашей деятельности — подготовка кадров высшей квалификации. Эту работу надо было возродить, усилить. Для этого вновь создан и успешно работает диссертационный совет по присуждению ученых степеней кандидатов и докторов технических наук. За период с 1999 года было проведено 16 защит диссертаций (11 кандидатских и 5 докторских). В 1999 году была получена лицензия на право ведения общеобразовательной деятельности в сфере послевузовского образования.

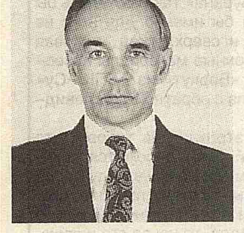
В результате предпринятых усилий положение с молодыми кадрами в институте улучшилось. Молодежь имеет возможность для роста, чувствует постоянную поддержку и заботу. Но интересно ли работать в ВИАМе? Можно ответить так: все 70 лет существования института работа в нем была чрезвычайно значима по решаемым целям и задачам. И всегда требовала высокого уровня профессионализма, адекватного состоянию передовой науки.

Необходимо обратиться еще к одному фактору, в определенной мере мешающему поступлению молодых специалистов в институт. Речь идет об отсрочке от призыва на военную службу — право на нее предоставлено только студентам, поступившим в институт на условиях полного рабочего дня. А как быть с другими высококвалифицированными специалистами среднего звена — лаборантами, техниками, рабочими? Кто, если не они, обеспечит работу на сложном, уникальном оборудовании? Ведь обучение работе на нем занимает от 6 до 15 месяцев, а стоимость — до 2000$.

Принимая во внимание, что многие работы, проводимые в ВИАМе, направлены на решение задач по совершенствованию специальной техники, руководство института обратилось в Минобороны России с просьбой о предоставлении отсрочки от призыва в армию всем категориям граждан. Мы надеемся на его положительное решение.

Итак, можно сказать: работать в ВИАМе — престижно, интересно. Есть условия для профессионального роста; руководство института принимает меры, чтобы оплата труда была достойной. Но самое главное — коллектив, сотрудники высшей квалификации, известные ученые, практики, с которыми всегда интересно работать. Мы обращаемся к выпускникам вузов и других учебных заведений: приходите к нам, не пожалеете! Когда мы вместе — будущее за нами!

Гарантия качества — ультравысокая чистота



Начальник сектора, доктор технических наук **Виктор Сидоров**

Теоретический анализ и экспериментальные исследования, проведенные в лабораториях ВИАМ, показывают, что качество литейных жаропрочных сплавов в значительной степени определяется технологией металлургических процессов выплавки и литья. При этом одним из важнейших требований к металлургии жаропрочных сплавов является высокая чистота металла по газам и вредным металлическим примесям.

Эти примеси попадают в металл как при исходной выплавке металла, так и в процессе отливки деталей. А их источником могут быть окружающая атмосфера, исходные шихтовые материалы, а также материал плавильных тиглей и литейных форм.

К газам, оказывающим вредное влияние на свойства жаропрочных сплавов, относятся, прежде всего, кислород и азот.

При повышенной концентрации кислорода в металле образуются неметаллические включения, в том числе — оксидные плены, являющиеся следствием окисления таких высокоактивных металлов, как алюминий, титан, гафний, ниобий и другие. Образующиеся оксидные неметаллические включения отрицательно влияют на надежность жаропрочных сплавов, являясь источником зарождения трещин при эксплуатации деталей.

Весьма нежелательным элементом в жаропрочных сплавах является и азот. В принципе, его растворимость в жидком никеле незначительна. Однако она возрастает с повышением концентрации легирующих элементов.

Отрицательное воздействие азота проявляется в нескольких направлениях. Во-первых, надежность жаропрочных сплавов может значительно снизиться при образовании хрупких нитридов и карбонитридов. Во-вторых, кристаллизацию никелевых сплавов с высокой концентрацией азота в отливках может сопровождать значительная микропористость, приводящая к снижению пластичности и длительной прочности.

Особенно важно обеспечить минимальное содержание газов, в том числе — и азота, в сплавах для получения монокристаллических отливок, поскольку, в случае образования неметаллических включений в виде нитридов и карбонитридов, они становятся центрами гетерогенного зарождения равноосных зерен в отливках, что существенно снижает их эксплуатационные характеристики.

Проблема обеспечения высокой чистоты металла при получении из него высококачественных отливок, в том числе — с монокристаллической структурой, стоит особенно остро в связи с необходимостью использования при плавке отходов. В том числе — самих моторостроительных заводов. Это связано с тем, что литейные отходы содержат повышенное количество вредных примесей и газов, которые попадают в них на различных стадиях получения отливок.

Однако использование отходов при производстве литейных жаропрочных сплавов обеспечивает возврат содержащихся в них всех легирующих металлов, что существенно снижает затраты со стороны потребителя готовой продукции и создает замкнутый металлургический цикл использования металла.

Удаление газов из металла происходит преимущественно при вакуумной индукционной плавке (ВИП). В этом процессе важную роль играет реакция взаимодействия углерода с кислородом, растворенным в металле либо находящимся в виде оксидных неметаллических включений. Поскольку продуктами раскисления углеродом являются монооксид и диоксид углерода, почти нерастворимые в металле, они покидают зону реакции.

Одним из способов повышения эффективности удаления кислорода и азота из никелевых сплавов является повышение температуры расплава. В частности, при повышении температуры расплава, содержащего углерод, с 1500—1550 до 1600°С концентрацию кислорода можно снизить в 2 раза.

В жаропрочных литейных сплавах углерод традиционно является важным легирующим элементом, повышающим их жаропрочность. И снижающим в металле содержание кислорода и, частично, азота. Однако в монокристаллических безуглеродистых сплавах углерод — уже вредная примесь, которой должно быть как можно меньше. Так, повышение содержания углерода с 0,008 до 0,02% понижает долговечность сплавов в 1,5—2 раза.

Примеси цветных металлов даже в весьма малых количествах (стотысячные доли процента) также резко снижают характеристики жаропрочности никелевых сплавов. При этом наиболее вредным является висмут. Затем следуют теллур, таллий, селен, свинец, серебро.

Экспериментально установлено, что при плавке в вакууме снижение примесей цветных металлов с высокой упругостью пара может происходить только до определенной концентрации. Дальнейшее снижение количества примесей достигается применением при плавке более чистых шихтовых материалов, в которых концентрацию этих примесей можно понизить на стадии их получения. Поэтому вопросы чистоты шихтовых материалов, применяемых при плавке литейных жаропрочных сплавов, приобретают особо важное значение.

В результате проведенных в ВИАМе работ определены основные параметры выплавки литейных жаропрочных сплавов, в том числе — сплавов последнего поколения — безуглеродистых и ренийсодержащих для монокристаллического литья, обеспечивая в готовом металле минимальное содержание вредных примесей.

Клей как средство объединения свойств

Начальник лаборатории, кандидат технических наук **Любовь Аниховская**

Будущее, бесспорно, за клеевыми соединениями. Такой прогноз позволяют сделать их преимущества — как используемые, так и ожидаемые.

Так, применение клеев конструкционного назначения позволяет соединять детали практически из любых материалов, отличающихся по природе и физико-механическим характеристикам. Благодаря этому удалось разработать новые типы конструкций авиакосмической техники с качественно новыми служебными характеристиками. Равномерное распределение напряжений в склеиваемых элементах конструкций при приложении эксплуатационных нагрузок, а также возможность варьировать деформационную способность клеевого слоя за счет применения клеев с разным модулем упругости явились решающим фактором в достижении качественного повышения ресурса работы конструкций при существенном снижении их веса.

ФГУП «ВИАМ» является головным предприятием авиационной отрасли по разработке и поставкам клеев и материалов на их основе. Все клееные конструкции, применяемые в авиакосмической технике, созданы с использованием клеев, разработанных в его стенах.

Применение высокопрочных клеев обеспечивает создание конструкций с высоким ресурсом и надежностью в эксплуатации. При этом клеевые соединения обладают высокой длительной прочностью, вибростойкостью, стойкостью к распространению усталостных трещин, к воздействию климатических факторов и агрессивных сред. Такое разнообразие свойств позволяет разработчику выбирать клеи строго в зависимости от требований, предъявляемых к изделию. Этими изделиями могут быть цельноклееные лопасти вертолетов Ми-8, Ми-24, Ми-28, Ми-34, слоистые панели фюзеляжа самолетов Ил-86 или Ил-96, сотовые конструкции элементов механизации крыла и хвостового оперения самолетов Ан-124 и Ту-204.

На базе клеев конструкционного назначения разработан новый класс материалов — композиционные материалы клеевые (КМКС и КМКУ). Основным их преимуществом является возможность изготовления за одну технологическую операцию высоконагруженных сотовых конструкций из стекло- (КМКС) и углепластиков (КМКУ). В том числе — радиотехнического назначения с одинарной и сложной кривизной.

Уникальная возможность варьировать структуру и свойства клеевых препрегов позволили создать слоистые алюмополимерные композиционные материалы — СИАЛы. Они представляют собой листовой алюмостеклопластик, состоящий из чередующихся тонких листов конструкционных алюминиевых сплавов и внутренних слоев клеевого препрега, армированного стекловолокном с различной структурой.

По сравнению с алюминиевыми сплавами, СИАЛы обладают повышенной статической прочностью (в 1,5—2 раза), чрезвычайно низкой скоростью роста усталостных трещин (в 10—20 раз ниже), пониженной плотностью (на 10—17%), большим сопротивлением малоцикловой усталости (более чем в 1,5—2 раза). В зависимости от расположения высокопрочных и высокомодульных стекловолокон в слое стеклопластика, прочность у них может достигать 1200 МПа, что в 2,5 раза выше, чем у алюминиевого сплава. Рекомендуемые области применения этих материалов — слоистые панели фюзеляжа, перегородки в грузовых отсеках, грузовые контейнеры, панели пола и т. д. Применение СИАЛов обеспечит надежность и увеличение ресурса работы конструкций.

В больших объемах клеи применяются для изготовления резин-металлических деталей. В основном речь идет о склеивании сырых резин с металлами в процессе вулканизации и склеивании вулканизованных резин с металлами или резино-тканевыми материалами. Область применения этой технологии — обрезиненные детали лопасти, кронштейны, противовесы, арматура мягких баков в конструкции всех современных образцов авиационной техники.

В последнее время специалистами ВИАМ разработаны новые клеи взамен снятых с производства из-за отсутствия на территории России сырьевой базы или по соображениям экологической безопасности.

Сегодня, когда особое внимание уделяется охране окружающей среды, особого внимания заслуживают разработанные ВИАМ пленочные клеи с постоянной липкостью. Они выпускаются в виде односторонних и двухсторонних лент на различных основах (бумаге, пене, нетканом материале). И используются для крепления ковровых покрытий, декоративно-отделочных пленок, теплозвукоизоляции, временного ремонта обшивок панели.

Высокой технологичностью отличаются также переносные слои липкости (без основы). Они используются для дублирования тканей, бумаги, картона между собой и для приклеивания их к металлу, пластикам и дереву. А также для изготовления липких этикеток, декоративных противошумных материалов, для технологической сборки сыпучих тканей.

Все разработанные ВИАМ клеи и материалы на их основе успешно применяются на предприятиях авиакосмического комплекса.

Защитные покрытия повышают ресурс

Начальник УНТЦ ВИАМ **Вячеслав Ильин**

Проблема повышения работоспособности, надежности материалов и изделий в условиях возрастающих нагрузок, воздействия коррозионно-активных сред, высоких температур, давлений и других эксплуатационных факторов продолжает быть актуальной для изделий авиационной техники. Один из путей ее решения ВИАМ видит в создании покрытий разного функционального назначения, способных существенно улучшить физико-химические свойства поверхности. И тем самым увеличить срок службы деталей и изделий в целом.

Один из таких перспективных способов повышения долговечности деталей, узлов и агрегатов авиационной техники связан с нанесением карбидохромовых покрытий методом термического разложения металлоорганических соединений в вакууме. Он позволяет получать покрытия с целым комплексом свойств.

Другим направлением является применение нанопорошков (кластера) в составе добавок к электролитам при формировании защитных покрытий из гальванических сплавов и многослойных систем, создаваемых импульсными токовыми режимами осаждения.

Каковы же принципиальные отличия названных выше покрытий от традиционных? Если взять карбидохромовые покрытия, то их уникальность состоит в том, что они не реагируют ни с минеральными, ни с органическими кислотами, выдерживают температуры до 1000°С, за счет высокой микротвердости (до 2000 кг/мм²) обладают повышенной износостойкостью. При толщинах покрытия более 5—6 мкм покрытие становится беспористым, оно полностью повторяет рельеф покрываемой поверхности и способно осаждаться даже в тонких глухих отверстиях.

Перечисленные свойства карбидохромовых покрытий позволяют применять их не только в ответственных деталях самолетостроения, но и в инструментальном производстве (режущий инструмент, пресс-формы), в химической промышленности (шнеки, фильеры, крыльчатки насосов), в машиностроении и медицине.

Карбидохромовые покрытия могут наноситься практически на любой материал, выдерживающий температуру 420—450°С, при которой в реакционной камере происходит его осаждение. Этим материалом могут быть самые разнообразные стали, алюминиевые и титановые сплавы, медь, стекло, керамика.

Установки, на которых производится нанесение пиролитических карбидохромовых покрытий, могут быть спроектированы, изготовлены и введены в эксплуатацию у заказчика под конкретную номенклатуру его деталей. Благодаря тому, что осаждение покрытия ведется в вакууме, а продукты распада металлоорганического соединения конденсируются в азотной ловушке, процесс пиролитического хромирования является экологически чистым.

Особо следует остановиться на получении гальванических покрытий, формируемых импульсными токовыми режимами из электролитов, содержащих нанопорошки (кластеры). Введение в электролиты хромирования и никелирования необходимого количества этих добавок уже само по себе значительно улучшает свойства получаемых покрытий, значительно снижается их пористость. А при толщинах покрытия более 20 мкм поры в покрытии вообще отсутствуют.

Существенно увеличиваются значения микротвердости. Эта характеристика для кластерного хромового покрытия составляет 1400 кг/мм², а для кластерного никелевого покрытия — 800—900 кг/мм². Иными словами, кластерное никелевое покрытие по своей микротвердости сопоставимо со стандартным хромовым. Одновременно с этим более чем в 1,5 раза снижается коэффициент трения кластерных покрытий при сухом трении и повышается износостойкость покрытий.

Получение кластерных покрытий, формируемых импульсными токовыми режимами, — новое направление в создании функциональных покрытий на основе сплавов и многослойных систем. Применение импульсных режимов дает неоспоримые преимущества перед стационарными. В их числе — простое управление процентным содержанием металлов в покрытии, осаждение сплавов, обладающих противоречивыми свойствами (например, высокой микротвердостью и пластичностью), возможность получения слоистых покрытий из двух и более металлов.

Работы ВИАМ в области так называемой «кластерной гальваники» позволили создать и оптимизировать технологии кластерного хромирования и никелирования, гальванического осаждения сплавов никель–кобальт, никель–медь, цинк–никель, формирование которых происходит при нестационарных токовых режимах.

Эффективность этих технологий подтверждена их внедрением на таких крупнейших предприятиях, как АО «Авиастар–СП» (Ульяновск), АО «ЭМК–Атоммаш» (Волгодонск), АО «ОКБ Сухого» (Москва), АО «Самарские горизонты» (Самара). Здесь применение разработанных покрытий позволило многократно повысить ресурс деталей, узлов и изделий.

Наследие «Бурана» растет в цене

Начальник научно-исследовательского отделения, доктор технических наук **Борис Щетанов**

На фоне недавней трагедии с шаттлом «Колумбия» не будет преувеличением сказать, что успех полета многоразового орбитального корабля «Буран» во многом был обеспечен легкой и надежной высокотемпературной теплозащитой. Ее плитки, по сути, представляли собой жесткий пространственный каркас из особо чистых кварцевых волокон, которые занимают всего 7% объема. А на остальные 93% он состоит из пор.

Поэтому материал легкий — он примерно в 7 раз легче воды. А из-за пор, заполненных воздухом, который, как известно, плохой проводник тепла, у него низкий коэффициент теплопроводности.

Чтобы материал стал достаточно прочным, его волокна в местах их контакта нужно было как бы склеить. Для этого были разработаны специальное связующее и соответствующая технология.

Высокие характеристики этого материала сделали возможным его применение в различных отраслях промышленности. В частности, как прекрасный теплоизолятор он позволяет при футеровке электропечей снизить потребляемую электроэнергию на 30—40%, уменьшить вес печей в 3—5 раз, увеличить объем рабочего пространства в 1,5 раза, снизить габариты печей и занимаемую ими площадь в 2 раза.

Правда, материал ТЗМК на базе кварцевых волокон способен длительно работать только при 1000°С. Стремление уйти от этого ограничения привело к использованию материала на основе волокон оксида алюминия. Обладающие более высокими эксплуатационными температурами (1500—1700°С), они были созданы практически одновременно с кварцевыми волокнами — в период разработки теплозащиты «Бурана».

На этой основе в ВИАМе была разработана электропечь, футерованная материалом ТЗМК-1700. На ее примере можно сделать вывод, что в случае использования волокнистой теплоизоляции даже печь с большим (на 45%) рабочим объемом имеет весьма существенный выигрыш по занимаемой площади (в 2 раза), по весу (в 4,5 раза), по площади пода (в 1,5 раза), по времени выхода на режим при максимальной температуре (в 4 раза). Сама же максимально достигаемая температура при этом на 150°С выше.

По программе «АнтиСПИД» разработано и налажено производство лабораторных (с «бурановской» теплоизоляцией) электромикропечей для стерилизации хирургических инструментов. В Курчатовском институте теплозащитный материал ТЗМК-1700 используется в качестве высокотемпературной теплоизоляции в плазменных технологических устройствах для конверсии природных углеводородов с целью создания бортового источника водорода для транспортных средств.

В автомобильной промышленности разработанные ВИАМом материалы нашли применение при армировании поршней дизельных двигателей, в качестве фильтров очистки выхлопных газов от сажевых частиц, как расходные материалы в технологии получения лент и вкладышей.

Как показали испытания двигателей КамАЗ, достигаемое при этом снижение теплопроводности днища поршня (на 25%) позволяет поднять температуру в камере сгорания на 100°С и, как следствие, повысить мощность двигателя, снизить количество вредных выбросов, уменьшить расход топлива.

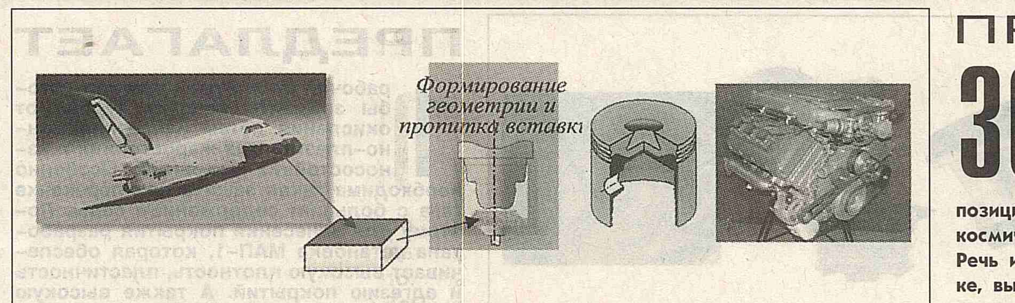
НПО «Автопромматериалы» на базе материала ТЗМК-25 (плотность 0,25 г/см³) была разработана конструкция фильтра для очистки выхлопных газов дизельного двигателя «Икарус» от сажевых частиц. При этом был также предложен метод регенерации (очистки) фильтра от задержанной сажи. Принцип его прост: при накоплении сажи в фильтре выше критического уровня при 1000—1100°С происходит ее выгорание, и плитка «очищается» от сажевых частиц.

Если волокна нанести на керамическую подложку — например, на одноканальные трубки, то они будут играть роль волокнистой керамической мембраны. Именно так действует фильтрационная установка «Кристаллофильтр-М» для очистки бытовых и промышленных стоков, воды на мойке автомашин и ливневых стоков.

Приведенные примеры наглядно показывают, что наследие «Бурана» обещает еще много эффективных сфер применения.

МАТЕРИАЛЫ и ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

ВИАМ ПРЕДЛАГАЕТ



30% **— на столько вырастет рабочий ресурс дизеля Заволжского моторного завода благодаря применению поршневой вставки, выполненной из композиционного материала, созданного для... космического корабля «Буран».**

Речь идет о сверхлегкой керамической плитке, выполнявшей роль тепловой защиты. Полученная из волокон оксида кремния, она представляла собой ультрапористый материал, на 95% состоящий из воздуха. Но это не помешало ей выдерживать на внешней стороне температуры нагрева до 1300 градусов.

Чтобы улучшить прочностные характеристики плитки, была разработана технология, благодаря которой волокна как бы сваривались между собой в точках контакта. И образовывали своего рода пространственный каркас. Это позволило, в частности, осуществлять под давлением «пропитку» или заполнение пор материала алюминиевым расплавом. Именно таким способом и были получены керамические вставки для поршней автомобильного двигателя.

Применение металлокерамических вставок обеспечивает повышение рабочих температур в камере сгорания на 100°. И, как следствие, рост мощности и кпд двигателя, снижение содержания вредных веществ в выхлопных газах и экономию топлива. За счет уменьшения массы поршня снижаются нагрузки и увеличивается износостойкость.

30 **лет — на столько дольше простоит мост или любое другое бетонное сооружение, если в качестве средства внешнего армирования применить углепластик. Тонкая прослойка композита «через клей» воспринимает нагрузки. И обеспечивает восстановление несущей способности железобетонных конструкций, имеющих дефекты и коррозионные повреждения арматуры.**

При определенных условиях усиление углепластиком старых мостов может повысить их грузоподъемность и намного увеличить срок службы. При этом реабилитационное восстановление может быть произведено без вывода мостов и путепроводов из эксплуатации.

Когда нет производства, идеи бессильны

Начальник ВЭТЦ ВИАМ, кандидат технических наук **Вячеслав Каськов**

Атомные бортовые источники питания и металлооптические зеркала, гироскопы, тормоза, крепежные детали, приборы рентгенофазового анализа и медицинская аппаратура — для них и многих других изделий необходимы бериллий и его сплавы.

В России накоплен значительный научно-технический потенциал по физике и технологии бериллия. Однако его широкое применение как конструкционного материала в атомной, аэрокосмической и военной технике в настоящее время сдерживается отсутствием у нас производства металлического бериллия марок Б-1 и Б-2, которые раньше поставлял Усть-Каменогорский комбинат, ныне принадлежащий Казахстану.

Разработанная в этой связи Минатомом программа направлена на решение только частичной задачи. И игнорирует принципиальный вопрос о производстве бериллия на Читинском горно-обогатительном комбинате. Пока же отсутствие производственной базы привело к дефициту и высоким ценам на такие материалы, как бериллиевые бронзы, медно- и алюминиевые лигатуры, конструкционные сорта бериллия марок ТГП и ДГП.

Поданная же в правительство программа, объединяющая интересы всех ведомств по развитию и финансированию металлургических производств стратегических материалов (в том числе и бериллия), до сих пор не утверждена. Это обстоятельство может в корне обесценить все выполненные у нас исследования и разработки.

В России действуют несколько научных центров по изучению и внедрению бериллия в народное хозяйство. Это ВНИИ им. академика А.А.Бочвара, НПО «Композит», ЦНИИ КМ «Прометей». Полным металлургическим циклом — от выплавки и обработки давлением до получения готовых изделий — располагает сегодня и Воскресенский экспериментально-технологический центр по специальным материалам (ВЭТЦ) ВИАМ. Его производственная база позволяет выплавлять в год до 20 т Cu–10%-ного Be до 10 т Al–5%-ного Be лигатуры, выпускать бериллиевую фольгу и изделия из нее, паяные рентгеновские бериллиевые «окна», припои.

Выполненные нашим Центром работы позволили применить бериллий в ряде уникальных изделий современной техники. В частности, тормозные диски из бериллия (в качестве силового каркаса) с углеродными накладками для системы «Буран» позволили снизить массу тормозов по сравнению со стальными в 2,5 раза. И одновременно увеличить срок работы гидравлических систем.

Правда, это применение бериллия стало возможным только после того, как была разработана уникальная система защиты, предотвращающая вредные выбросы аэрозолей бериллия при нагревании дисков.

Другая область применения — гироузлы из бериллия для гироскопов. По сравнению с аналогами из стали равного кинетического момента они позволяют повысить точность системы на порядок, значительно сократить время готовности и повысить гарантийный ресурс системы. Это повышение точности обеспечили разработанные в ВЭТЦ ВИАМ технологии.

При изготовлении металлооптических элементов крупногабаритных зеркал (диаметр до 1200 мм) специалистами ВЭТЦ ВИАМ была разработана технология получения облегчающих отверстий в корпусе, воплощенная в виде специальных программ для координатных станков с подбором режимов резания и защитой от коррозии в условиях, приближенных к космосу.

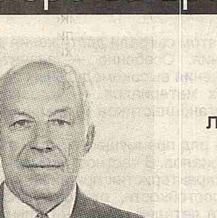
Бериллий обладает высокой проницаемостью для рентгеновских лучей — она у него в 17 раз больше, чем у алюминия. Поэтому он незаменим для устройств, пропускающих рентгеновское излучение и электронные пучки. И используется в качестве «окон» рентгеновских трубок, входных «окон» детекторов частиц, пропорциональных счетчиков и в других областях.

Разработанные в нашем Центре технологии получения бериллиевых фольг (толщина 0,1—0,2 мм, длина до 200 мм) позволили организовать серийный выпуск изделий, которые российские предприятия используют в приборах для медицины (флюорография, томографы), таможенных служб, промышленности (счетчики, приборы рентгенофазового анализа, контроль сварных швов).

В год Центр выпускает около 5 тыс. шт. различных вакуумплотных изделий из бериллия. В настоящее время создана линия по изготовлению паяных изделий (рентгеновские «окна») с применением систем защиты от коррозии при высоких температурах.

Однако главная задача на XXI век — применение перспективных алюминиево-бериллиевых сплавов с повышенными характеристиками в аэрокосмической отрасли остается под вопросом. Причина все та же — отсутствие промышленной базы для получения дешевого металлического бериллия. Между тем можно с уверенностью заявить, что без применения сплавов типа АБМ ракетно-космические изделия не смогут достичь высокого уровня технического совершенства.

Испытательный центр в споре за время



Начальник лаборатории, доктор технических наук **Михаил Бронфин**

К средневековым алхимикам в наши дни отношение чаще всего высокомерно — как к шарлатанам. И, по-моему, зря. Это были в основном люди, тратившие свои силы и деньги на многолетние упорные и почти всегда бесплодные усилия в надежде расширить свои знания настолько, чтобы достичь практических целей — например, научиться превращать ртуть в золото.

В чем можно было позавидовать этим предтечам современных ученых, так это в том, что они располагали неограниченным временем (конечно, жизни) для своих неторопливых поисков. Сегодня же все обстоит иначе. Научно-технический прогресс, если мы хотим в нем активно участвовать, а не быть только пассивными копировщиками того, что придумают наши конкуренты, диктует ученым и специалистам неуклонное требование — необходимые результаты должны быть достигнуты в предельно сжатые сроки.

Фактор времени играет определяющую роль и в тех случаях, когда производство лихорадит из-за нестабильного качества продукции, сроки поставки которой уже на носу. А также, если эта продукция в эксплуатации ведет себя ненадежно и не хочет «выдавать» обещанные параметры.

Когда нужно быстро разобраться в причинах подобных неприятностей, самые знающие специалисты будут бессильны, если их не снабдить современными приборами и аппаратурой.

Прийти на помощь в подобных и многих других ситуациях — в этом и состоит основная задача Испытательного центра ВИАМа.

Сегодня в его состав входят восемь лабораторий, оснащенных самым современным оборудованием, которое позволяет быстро получать объективные результаты с необходимой точностью.

Структурные и фазовые аномалии в сплавах на различных основах, самые тонкие детали микрорельефа поверхностей разрушения могут быть, например, выявлены с помощью оптических и электронных (растрового и просвечивающего) микроскопов. Последние обеспечивают увеличение до нескольких сотен тысяч раз и пространственное разрешение до 2 ангстрем. При этом даже на уровне оптической металлографии все изображения подвергаются компьютерной обработке.

Разработчики сплавов не могут обойтись без тщательного контроля химического состава материла на разных стадиях поиска и технологического передела. Средства, подключаемые для этого Испытательным центром, весьма эффективны и разнообразны.

Так, например, если речь идет о малых примесях, то действующий в Центре атомно-абсорбционный спектрофотометр способен измерить их концентрацию вплоть до 10^{-5} % мас.

Это лишь один из примеров тех технологий, которые помогают в споре за время. Помимо проникновения в самые тонкие структуры материалов, Центр располагает мощной компьютеризированной базой для проведения механических испытаний. Она позволяет, в частности, осуществлять циклическое нагружение металлических и неметаллических образцов по сложной контролируемой программе в широком диапазоне температур и уровней приложенной нагрузки. При этом диапазон частот — от 0,1 до100 Гц, интервал температур — от –196 до +1200°С. Длительность испытаний на ползучесть и длительную прочность может быть доведена до 10 000 часов, на многоцикловую усталость — до 10^9, а на малоцикловую при «жестком» и «мягком» нагружении — до 10^6 циклов.

Не нужно много распространяться на тему, насколько важна для авиации пожарная безопасность. А значит — и испытания материалов интерьера самолета на горючесть, дымо- и тепловыделения.

Агрессивное воздействие внешней среды на материалы также не исчерпывается только коррозией, высокотемпературным окислением или такими климатическими факторами, как температура и влажность. Ряд материалов, особенно неметаллических, подвергается непрерывной атаке со стороны далеко не безобидных и прожорливых микроорганизмов. Особое внимание должно быть уделено и проблеме биологической защиты авиационного топлива от грибков, продукты жизнедеятельности которых могут закупорить топливные фильтры двигателей и привести к их отказу.

Таков далеко не полный арсенал средств и возможностей, которые могут быть реализованы в Испытательном центре. В этом наши гости всегда могут убедиться лично.

С прицелом на охрану окружающей среды

Начальник лаборатории, кандидат технических наук **Светлана Каримова**

При проектировании и изготовлении изделий авиационной техники как в России, так и за рубежом кадмиевое покрытие рассматривается как основной вид антикоррозионной защиты стальных деталей. Обусловлено это уникальным сочетанием высоких защитных свойств кадмия в большинстве коррозионно-активных сред с его служебными характеристиками — низким коэффициентом трения, высокой пластичностью, хорошей свинчиваемостью, способностью к пайке.

Однако к концу 70-х годов XX века было установлено, что соединения кадмия чрезвычайно опасны для биосферы. Причем, помимо непосредственного токсического воздействия на живые и растительные организмы, кадмий представляет существенную опасность и для человека. При попадании в организм он вызывает поражение почек и печени, анемию, деформации в скелете, изменения в составе крови.

Все эти данные заставляют исследователей всерьез заняться поисками приемлемой альтернативы процессу кадмирования. Проблему эту можно рассматривать и с другой стороны как необходимость повышения защитных свойств цинкового покрытия, имеющего много нареканий по коррозионной стойкости в условиях эксплуатации.

Новый этап исследований начался с формулирования требований к будущему покрытию. В соответствии с ними в ВИАМе были разработаны комбинированные системы на основе цинка в сочетании с новым модифицированным фосфатным покрытием. Их высокие защитные свойства обеспечивает введение в электролит специальных добавок, инициирующих легирование оловом.

Осаждение этих покрытий осуществляется из щелочного цинкатного электролита с комплексными соединениями олова, обладающего высокой рассеивающей способностью, что делает электролит пригодным для обработки деталей в массовом производстве. В том числе и деталей сложной конфигурации. Новая технология дает покрытия, по защитным свойствам приближающиеся к кадмиевым и значительно превосходящие цинковые.

Что касается защиты от коррозии деталей из алюминиевых сплавов, то здесь основным способом пока остается анодно-окисное покрытие, которое состоит из очень тонкого, плотного барьерного слоя и пористого верхнего. Для уплотнения пористого слоя используют раствор бихромата калия, который обеспечивает очень высокий уровень защитных свойств.

При испытании такого покрытия в камере солевого тумана первые признаки коррозии появляются спустя 90—100 дней. Столь высокий уровень защитных свойств особенно необходим для изделий, эксплуатирующихся в жестких климатических условиях. А также для алюминиевых сплавов с пониженной коррозионной стойкостью.

К сожалению, и эта технология не свободна от недостатков. Согласно ей, детали из алюминиевых сплавов должны обрабатываться в ваннах с бихроматом калия. При отсутствии дорогостоящих очистных сооружений здесь существует постоянная угроза попадания токсичных хромовых солей с воздухом и водой в окружающую среду.

В этой связи представляет несомненный интерес разработка новых составов для уплотнения анодно-окисного покрытия, которые не содержали бы хромовые соли, не оказывали вредное воздействие на окружающую природу и человека. Но при этом обеспечивали бы защитные свойства на уровне покрытий, полученных по серийной технологии.

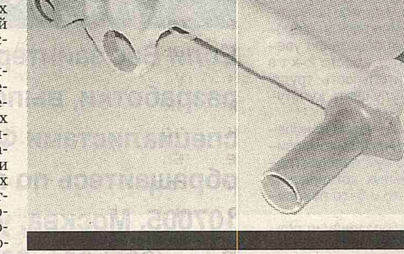
В настоящее время такой раствор разработан в ВИАМе. Он содержит ингибитор коррозии алюминия растительного происхождения, который к тому же обладает антисептическими свойствами. А также имеет небольшие добавки ингибитора коррозии меди, что важно для алюминиевых сплавов, ее содержащих.

Результаты испытаний анодно-окисных покрытий, уплотненных в запатентованном растворе, показали, что они обладают стабильно высокими защитными свойствами, сохраняют устойчивую желто-коричневую окраску. Более того, нахождение в предлагаемом растворе способствует выявлению металлургических дефектов. И может одновременно использоваться для обеззараживания стоков.

Еще одно направление исследований — покрытие для алюминиевых сплавов, рекомендуемое при изготовлении клеевых соединений и создании металлополимерных материалов.

В настоящее время в ВИАМе разработана технология нанесения анодно-окисного покрытия из комбинированного электролита. Она обеспечивает стабильную прочность клеевых соединений и высокие защитные свойства. При этом покрытие легко окрашивается, а усталостные характеристики алюминиевых сплавов снижаются не более чем на 10%.

Таким образом, новые покрытия и технологии их нанесения, не снижая требований к служебным свойствам, позволяют существенно улучшить экологическую ситуацию в условиях производства и окружающей среды.



В самолетах XXI века стали останутся

Начальник лаборатории, кандидат технических наук **Андрей Шалькевич**

Для создания новой авиационной техники требуются материалы, обладающие высокой весовой эффективностью. Казалось бы, где здесь место для «тяжелых» сталей? Однако практика показала, что у сталей немало достоинств, делающих их незаменимыми для высоконагруженных узлов планера и агрегатов. Главное из них — возможность уменьшения абсолютных габаритов деталей за счет существенно более высокой прочности сталей по сравнению с алюминиевыми или титановыми сплавами.

Сегодня в авиационной технике применяются стали различных классов. И работы по их совершенствованию продолжаются. В частности, завершены исследования, обеспечивающие создание новой стали сверхвысокой прочности ВКС-12 (2100—2300 МПа). Она имеет уникально высокую и удельную прочность, равную 28,6 км, тогда как у прежнего «лидера» она составляла 22,5 км.

Дальнейшее повышение прочности с обеспечением необходимой надежности возможно только при использовании другого принципа упрочнения — дисперсионного твердения безуглеродистого мартенсита. Реализуя этот механизм легирования, в ВИАМе были созданы мартенситностареющие стали ВКС-210, ВКС-240, ВКС-200 с прочностью до 2600 МПа.

Создание новых видов авиационной и ракетной техники потребовало изыскания материалов, сохраняющих работоспособность в условиях воздействия криогенного топлива. Такими материалами оказались полученные в ВИАМе мартенситностареющие безуглеродистые коррозионностойкие стали ВНС-25, ВНС-49, ВНС-59 с уровнем прочности до 1400 МПа и с высокой вязкостью при низких — до –253°С — температурах и отсутствием выделения охрупчивающих фаз при замедленном охлаждении во время технологических операций.

При разработке сверхзвуковых фронтовых истребителей конструкторам необходимо было решить вопрос о преодолении «теплового барьера». В частности, нужны были высокотехнологичные материалы, способные в расчете на рабочие температуры 280—300°С заменить алюминиевые сплавы. Для этих целей в ВИАМе были разработаны высокопрочные коррозионностойкие стали мартенситного и переходного классов.

Поскольку конструктивно в этих самолетах фюзеляж и центральная секция крыла были запроектированы в виде герметичных, несущих нагрузку кессон-баков, требовалось, чтобы примененные стали имели хорошую свариваемость без последующей термической обработки и обеспечивали минимальное изменение размеров и формы при сварочном нагреве. «В ответ» в ВИАМе была разработана сталь ВНС-2, а позже — сталь ЭП817 с требуемыми механическими и технологическими свойствами, а также надежностью и долговечностью во всех климатических условиях эксплуатации.

Для изготовления таких более нагруженных деталей и узлов самолета, как рамы, шасси, лонжероны, механизмы поворота крыла, была разработана коррозионностойкая сталь ВНС-5 с прочностью до 1500—1600 МПа. Она также получила применение в высоконагруженных болтах с резьбой, накатываемой в упрочненном состоянии, что позволило повысить их сопротивление повторным нагрузкам и соответственно ресурс крепежных соединений.

На основе проведенных в последние годы исследований за счет отработки системы легирования и совершенствования технологии выплавки разработаны новые стали ВНС-43 и ВНС-65 с существенно более высоким комплексом механических свойств. При этом хорошо свариваемая ВНС-65, имея самую высокую прочность — 1800 МПа — в семействе сталей переходного класса, обладает уникально высокой вязкостью и сопротивлением коррозии под напряжением. Применение этой стали в новых изделиях позволит существенно снизить вес деталей и обеспечит их надежную работу в течение длительного времени эксплуатации.

Конструкционные и коррозионностойкие стали широко применяются для изготовления износостойких деталей редукторов и агрегатов. Для этого, как правило, требуется значительная модификация состава существующих сталей или разработка принципиально нового.

В частности, для тяжелонагруженных крупномодульных шестерен редукторов в ВИАМе разработана сталь ВКС-7, обеспечивающая после химико-термической обработки высокую твердость поверхности детали, глубину рабочего слоя до 2,5 мм, отсутствие карбидных сеток в цементованном слое и высокую контактную долговечность при рабочих температурах до 250°С.

Для редукторов газотурбинных двигателей и лопастей важным параметром материала шестерен является теплопрочность — способность материала не «разупрочняться» при повышении температуры, которое может происходить при высоких напряжениях в зоне пятна контакта зубьев шестерни, а также в аварийных ситуациях типа отсутствия масла в редукторе.

Решая эту задачу, сотрудниками ВИАМа была разработана сталь ВКС-10, обеспечивающая сохранение твердости упрочненного слоя при длительном нагреве до 350°С и кратковременном — до 2 часов — при температуре 550°С.

Задача особой сложности — материалы для систем управления, где требуются мелкомодульные шестерни. Здесь использование цементации практически неприемлемо из-за сквозного насыщения мелкого зуба углеродом и возникновения хрупкости. Поэтому в ВИАМе разработана новая объемноупрочняемая сталь 07Х16Н6М, которая обеспечивает твердость всего сечения детали без использования процессов химико-термической обработки.