

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНОЙ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ, СТАРЕНИЯ И БИОПОВРЕЖДЕНИЙ





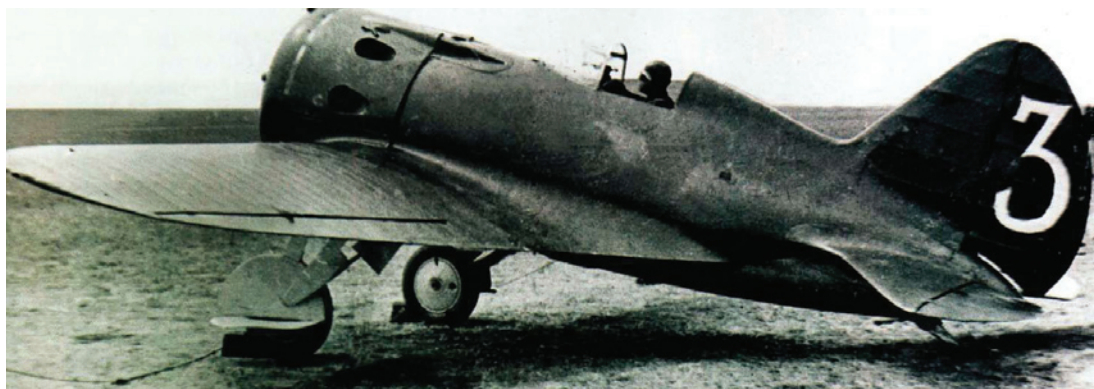
Научное направление «Функциональные материалы, коррозия и защита металлов» развивается в ВИАМ с 1932 года — с момента организации института, когда это направление было сосредоточено в трех отделах: «Химико-технологическом», «Общего материаловедения» и «Авиалеса». В состав «Химико-технологического» отдела входили лаборатории: «Лаки и краски», «Текстильные материалы», «Химия резин», «Клеи» и «Пластические массы».

В годы Великой Отечественной войны вся деревянная авиационная техника имела обшивку из тканей, пропитанных аэролаком (первое покрытие), который обеспечивал натяжение ткани, а затем покрывался нитроцеллюлозными эмалями, разработанными в лаборатории «Лакокрасочные материалы и покрытия». В конце 50-х — нача-

ле 60-х годов в лаборатории были разработаны фторсополимерные радиопрозрачные влагозащитные и эрозионностойкие эмали с термостойкостью 250°C для защиты антенных обтекателей самолета МиГ-25. Эти эмали до настоящего времени не имеют аналогов в мире и применяются на сверхзвуковых самолетах семейства «Су» и «МиГ». В конце 60-х — начале 70-х годов в лаборатории были разработаны топливостойкие эпоксидные грунтовки ЭП-0214 и ЭП-0215 для замены тиоколовых герметиков в кессон-баках самолетов. Грунтовки и в настоящее время применяются для защиты кессон-баков всех российских пассажирских и военных самолетов.

В лаборатории «Текстильные и теплозвукоизоляционные материалы» разрабатывались хлопчатобумажные и льняные ткани для полотняной обшивки самолетов и для оклеивания фанерной

Истребитель И-16 с полотняной обшивкой крыла и элементов управления с многослойным покрытием авиационным лаком (1939 г.)



обшивки всей авиационной техники времен Великой Отечественной войны. В 1970–1975-е годы, выполняя постановление Правительства «О повышении безопасности полетов», в лаборатории создана большая номенклатура пожаробезопасных текстильных декоративно-отделочных материалов (ткани, ковры, ленты и др.) и организовано их производство, что позволило выпускать пассажирские самолеты, удовлетворяющие международным нормам по пожаробезопасности. К мировым достижениям лаборатории следует отнести разработку в 1977–1985 годах термостойких фетров, а также жгутовых и щеточных термических уплотнений теплозащиты МКС «Буран».

В лаборатории «Герметизирующие и теплозащитные материалы» разработаны первые в стране тиоколовые (1955 г.) и кремнийорганические (1978 г.) герметики с теплостойкостью до 400°C, а также

эрозионностойкие теплозащитные материалы со стекловолокнистыми и углеродными армирующими наполнителями для головных частей, боковых поверхностей и раструбов двигателей ракет различных типов.

В последующие годы, с учетом возрастающих требований к авиационной и ракетно-космической технике, в институте создавались новые лаборатории по разработке функциональных материалов.

В конце 50-х — начале 60-х годов в лаборатории «Термопласты» разрабатывались органические стекла Э-2 и СО-200 с теплостойкостью до 220°C для самолетов МиГ-25, которые и до настоящего времени не имеют аналогов в мире. Эти же стекла были применены на самолетах МиГ-31 и Ту-160. В 1970–1975-е годы в связи с постановлением Правительства «О повышении безопасности полетов», в лаборатории создана большая номенклатура пожаробезопасных термопластичных декоративно-

Истребитель МиГ-25



отделочных материалов (алюмопласт, декоративные пленки, литые термопласты и другие материалы) и организовано их производство, что позволило выпускать пассажирские самолеты, удовлетворяющие международным нормам по пожаробезопасности.

В 1959 году организована лаборатория «Клеи и технология склеивания». При создании ВИАМ клеи не являлись самостоятельным объектом исследования, так как в основном использовались клеи естественного происхождения (альбуминовые и казеиновые), которые выпускались другими отраслями промышленности. Они в основном использовались при производстве фанеры и изготовлении элементов конструкции самолетов из древесины и дельта-древесины, однако эти клеи оказались неводостойкими и негрибостойкими. В связи с этим в ВИАМ был разработан первый фенолформальдегидный клей ВИАМ-БЗ, лишенный этих недостатков.

Работа лаборатории «Клеи и клеевые препреги» по созданию высокопрочных пленочных клеев, освоению их производства и внедрению в авиационную технику удостоена Государственной премии Российской Федерации. К достижениям лаборатории на уровне мировых стандартов следует также отнести разработку теплоустойчивого эластичного кремнийорганического клея для крепления теплозащитных плиток на внешнюю поверхность МКС «Буран».

В 1966 году была организована лаборатория «Многофункциональные радиотехнические материалы и покрытия».

Разработанные лабораторией радиопоглощающие материалы и технологии их изготовления использованы в самолетах и ракетах различного типа, находящихся на вооружении страны.

С началом использования металлов в самолетостроении неизбежно возникла проблема их

Космический корабль «Буран»



коррозии, требующая незамедлительного решения. В 1927 году по инициативе молодого инженера Г.В. Акимова (в последующем известного ученого в области физической химии и коррозии металлов, члена-корреспондента АН СССР) в ОИАМ ЦАГИ была создана первая в СССР лаборатория, занимавшаяся исследованиями коррозионной стойкости авиационных сплавов. При создании ВИАМ коррозионная лаборатория вошла в состав отдела «Общее материаловедение».

К особо значимым достижениям лаборатории «Коррозия и защита металлов» следует отнести создание высококремнистых сталей для баков ракет, работающих на жидком топливе, а также разработку технологии комплексной антикоррозионной защиты изделий авиационной и ракетной техники, работающих во всеклиматических условиях.

Важным направлением являлись также исследования по защите авиационной древесины и фанеры от воздействия плесневых грибов. В связи с этим при создании ВИАМ в составе отдела «Авиалес» была организована микробиологическая лаборатория. В тот период лаборатория занималась защитой авиационной древесины и фанеры от воздействия плесневых грибов путем антисептирования.

С конца 80-х годов и по настоящее время микробиологическая группа входит в состав лаборатории «Исследование неметаллических материалов на климатическую, микробиологическую стойкость и пожаробезопасность».

В годы Великой Отечественной войны лаборатория решила проблему антисептической защиты от микробиологического поражения древесины, тканевых обшивок и казеинового клея, используемых на самолетах того периода.

В 80-е годы в лаборатории была решена проблема защиты от микробиологических поражений материалов кессон-баков самолетов Ил-76 (1983 г.) и Ил-86 (1985 г.).

Дальнейшие исследования в институте по научному направлению «Функциональные материалы и системы комплексной защиты от коррозии, старения и биоповреждений» проводятся по 17-ти комплексным проблемам в соответствии с программой «Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года», одобренной на заседании научно-технического совета Военно-промышленной комиссии при Правительстве Российской Федерации (Протокол № ВПК (НТС)-27пр от 02.12.2011 г.).



Пассажирский самолет SSJ-100

ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ПОКРЫТИЯ

В ВИАМ разработано более 150 рецептур нитроцеллюлозных, акриловых, эпоксидных, перхлорвиниловых, кремнийорганических и фторсополимерных шпатлевок, грунтовок, лаков, эмалей, которые находят применение для окраски изделий различного назначения. Создано производство, оснащенное современным оборудованием, с объемом производства до 40 т/год, обеспечивающий

Фронтовой бомбардировщик Су-34



потребность предприятий авиационной, оборонной и судостроительной отраслей в функциональных лакокрасочных материалах.

Фторполиуретановая эмаль ВЭ-69 может эксплуатироваться в интервале температур от -60 до $+120^{\circ}\text{C}$. Рекомендуется для антикоррозионной защиты конструкций из алюминиевых, магниевых сплавов и сталей, а также для защиты от атмосферных воздействий полимерных композиционных материалов в транспортном машиностроении, химической, авиационной промышленности, судостроении и строительстве.

Эмаль ВЭ-69 обеспечивает высокую атмосферостойкость (до 20 лет), стойкость к маслам, топливам, агрессивным жидкостям, а также грибостойкость. Превосходит полиуретановые эмали УР-1161 и AERODUR C21/100UVR (Голландия):

- по стойкости к царапанию после воздействия агрессивных факторов — на 15–20%;
- по атмосферостойкости — в 3 раза;
- по грибостойкости — в 3 раза.

Фторполиуретановая эмаль ВЭ-69К может эксплуатироваться в интервале температур от -60 до +135°C. Рекомендуется в системах лакокрасочных покрытий для окраски авиационной и специальной техники, наземных объектов, требующих маскировки, а также в автотранспортной технике.

Эмаль ВЭ-69К обеспечивает требуемые специальные спектральные характеристики в диапазоне длин волн 400–1100 нм, высокую атмосферостойкость (до 20 лет), стойкость к маслам, топливам, агрессивным жидкостям, а также грибостойкость. Превосходит эмали АК-5178М и AERODUR HFA 132 (Голландия):

- по стойкости к царапанию после воздействия агрессивных факторов — на 15–20%;
- по атмосферостойкости — в 3 раза;
- по стабильности специальных спектральных характеристик в диапазоне длин волн 400–1100 нм.

Полиуретановая эрозионно-стойкая эмаль ВЭ-62 может эксплуатироваться длительно в атмосферных условиях при повышенной



Лопастей винтов на экспозиции
в ГЦКИ ВИАМ им.Г.В. Акимова
(г. Геленджик)

запыленности и температурах от -60 до +100°C. Рекомендуется для защиты лопастей винтовентиляторных силовых установок и вертолетов от воздействия факторов внешней среды. Обеспечивает устойчивость к действию знакопеременных динамических нагрузок. Превосходит эмаль ЭП-140 по атмосферостойкости в 4 раза и по эрозионной стойкости — в 5 раз.

Полиакриловая водоразбавляемая эмаль ВЭ-67 имеет температуру эксплуатации от -60 до +80°C. Рекомендуется для окраски интерьера пассажирских транспортных средств, имеет высокие адгезию к различным подложкам (бетон, ПКМ, металлические поверхности), грибостойкость, эластичность, пожаробезопасность:

- трудногорающая — остаточное горение 0 с;
- тепловыделение 25 кВт/м²;
- дымообразование 24 (слабодымящая).



Истребитель МиГ-29

Экологически безопасна: не содержит органических растворителей. Превосходит водоразбавляемые материалы по сроку хранения, который практически неограничен, в том числе при отрицательных температурах.

Теплоотражающее покрытие – эмаль ВЭ-72 может эксплуатироваться при температурах от -60 до +100°C. Рекомендуется в качестве покрытия для надувных конструкций, защитных и спасательных средств (трапы самолетов гражданской авиации, пло-

ты, дирижабли, надувные ангары, теплоотражающие экраны, щиты для пожарных), состоящих из герметичного эластичного тканевого материала. Обеспечивает работоспособность тканевой основы надувных конструкций, защитных и спасательных средств. Превосходит аналоги по стойкости к воздействию теплового потока в 10 раз (покрытие остается без изменений в течение >30 мин).

Восстановлено производство **эмали КО-5189**, которая рекомендуется для обеспечения термо-

Образцы с покрытием эмалью ВЭ-67
различных цветов



Надувной спасательный
трап





Тяжелый авианесущий крейсер
«Адмирал Кузнецов»

эрозионной и климатической стойкости неметаллических материалов, работающих при температурах до 750°C. Обеспечивает защиту теплозащитных плит из кремнийорганического асбопластика АК-9Ф при прямом воздействии струи ГТД с температурой до 750°C с суммарной продолжительностью 100 ч. Не имеет аналогов в мире.

Антикоррозионные сварочные составы (пасты) ПСП и КСП представляют собой двухкомпонентные системы, состоящие из пасты и отвердителя, смешиваемых перед применением.

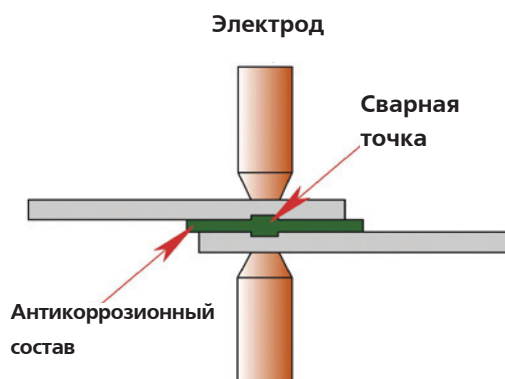


Схема проведения сварки (ТЭС)
при соединении внахлест

Рекомендуются для нанесения на свариваемые поверхности алюминиевых сплавов и сталей в изделиях, испытывающих длительные циклические нагрузки. Обеспечивают коррозионную стойкость сварного «нахлеста» различных металлов и сплавов. Их использование обеспечивает более, чем в 10 раз повышение коррозионной стойкости по сравнению с незащищенным металлом, а также при защите грунтовкой ФЛ-086 после экспозиции на климатических станциях и в камере солевого тумана (КСТ). При применении составов ПСП и КСП возможно

Самолет-амфибия Бе-200



нанесение гальванопокрытий на сварные элементы конструкций.

Грунтовка ЭП-0215М полуматовая рекомендуется для окрашивания внешней и внутренней поверхности самолетов в системах ЛКП.

Обеспечивает:

- стабильную когезионную прочность (балл 1) в системах с эпоксидными, акриловыми и полиуретановыми эмалями;
- снижение трудоемкости (не требуется операция зачистки перед нанесением внешнего покрытия);
- высокие физико-механические и защитные свойства, стойкость в агрессивных средах на уровне свойств серийной грунтовки ЭП-0215.

Превосходит грунтовку ЭП-0215 более высокими малярными и технологическими свойствами (отсутствие шагрени, оспин, кратерообразования).

Истребитель Т-50



Стратегические направления развития проводятся в соответствии с программой «Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года», одобренной на заседании научно-технического совета Военно-промышленной комиссии при Правительстве Российской Федерации (Протокол № ВПК (НТС)-27пр от 02.12.2011 г.) и предусматривают:

- Разработку составов и технологий изготовления полимерных лакокрасочных материалов для защиты металлических материалов и ПКМ от коррозии и воздействия окружающей среды, в том числе соединений «металл–углепластик».
- Создание ультрагидрофобных, экологически безопасных, самодиагностирующихся и самозалечивающихся ЛКП, которые обеспечат повышение защитных, эксплуатационных свойств и атмосферостойкости покрытий в 1,5–2 раза, повышение надежности эксплуатации конструкций с заданным ресурсом, снижение затрат на ремонт, повышение конкурентоспособности отечественных изделий, импортозамещение.
- Создание материалов для снижения заметности летальных аппаратов.



Вертолет Ми-28Н

ГЕРМЕТИЗИРУЮЩИЕ И ТЕПЛОЗАЩИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

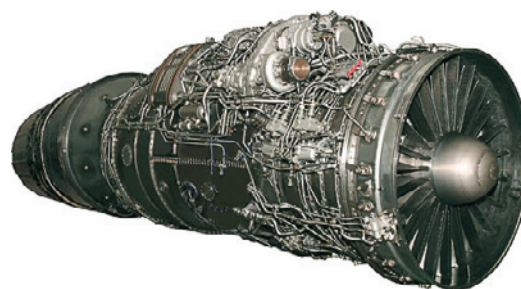
В ВИАМ разработано значительное количество эластомерных герметизирующих материалов, огне- и теплозащитных материалов, которые находят широкое применение в современной отечественной промышленности. Ведутся работы как по усовершенствованию существующих материалов, так и по разработке новых, отвечающих всем современным тенденциям машиностроения. Созданная технологическая производственная база позволяет оперативно отвечать на потребности промышленности и производить разработанные материалы на базе ВИАМ.

Ленточные герметизирующие материалы ВГМ-Л,

ВГМ-Л-1 предназначены для герметизации воздушных, топливных, масляных отсеков и баков различной конфигурации с нерегламентируемыми зазорами сопрягаемых поверхностей, в узлах с болтовыми, клепочными соединениями. Рабочая температура от -60 до $+130^{\circ}\text{C}$.

Огнезащитные материалы ВЗО-9, ВЗО-9Х предназначены для несущих конструктивных элементов в изделиях воздушного и наземного транспорта, строительных сооружений, кабелей, проти-

Авиационный двигатель АЛ-31Ф



вопожарных перегородок, любых деревянных конструкций, объектов и оборудования химической и нефтегазовой промышленности, в ракетной технике. Материалы работоспособны при воздействии теплового потока с температурой до 1100°C.

Ремонтно-пригодный теплозащитный материал ВШ-РС-1 рекомендуется для защиты теплонагруженных узлов изделий, выравнивания поверхностей и заполнения зазоров, а также для ремонта теплозащитных покрытий типа ВШ (ВШ-4, ВШ-27Ф) в полевых условиях. **Формоустойчивый теплоаккумулирующий материал ВТА-55М** предназначен для использования в качестве теплосъемного покрытия для тепловой защиты приборов и оборудования летательных аппаратов, может эксплуатироваться в различных климатических

зонах. Обладает энергоемкостью 170 кДж/кг. Рабочий интервал температур от -60 до +170°C.

Компаунд ВИКСИНТ КТМ предназначен для герметизации и электроизоляции приборных устройств, особенно содержащих тепловыделяющие элементы; для заливки изделий, содержащих узкие зазоры (не менее 1 мм) и работающих в воздушной среде в интервале температур от -70 до +250°C.

Полисульфидный герметик ВИТЭФ-1Б предназначен для поверхностной и внутришовной герметизации заклепочных, сварных и болтовых соединений авиационных конструкций и приборов, в воздушной среде и в топливе типа ТС-1. Герметик может эксплуатироваться при температуре от -60 до +130°C и кратковременно до +150°C,

Бортовой самописец — «черный ящик»



Печатные платы



обладает высокой грибо-стойкостью.

Превосходит герметики PR-1422 и PR-1425 фирмы «PPG Aerospace»:

- по грибостойкости — в 3 раза;
- обладает собственной адгезией к ПКМ.

Стратегические направления развития проводятся в соответствии с программой «Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года», одобренной на заседании научно-технического совета Военно-промышленной комиссии при Правительстве Российской Федерации (Протокол № ВПК (НТС)-27пр от 02.12.2011 г.) и предусматривают:

- Создание комплекса влагозащитных, пожаробезопасных, слабодымящих огне- и теплозащитных материалов двойного назначения (эластичные покрытия, огнезащитные пеноматериалы, теплозащитные пресс-материалы и шпатлевки), работающих в условиях воздействия высокотемпературных потоков, а также теплоаккумулирующих материалов, предназначенных для защиты приборов от многократных перегревов.

- Создание новых эластомерных и уплотнительных материалов с повышенными эксплуатационными свойствами и выявление новых качеств, расширяющих их традиционное применение (электропроводящие, антифрикционные, магнитные и другие свойства).

ДЕКОРАТИВНЫЕ, АКУСТИЧЕСКИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТЕКСТИЛЬНЫЕ И ТЕРМОПЛАСТИЧНЫЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В области функциональных термопластичных материалов разработано более 100 рецептур литьевых, экструзионных, пленочных, порошковых и тканепленочных материалов, которые нашли применение при изготовлении деталей декоративно-конструкционного, теплоизоляционного, звуко- и

Детали краскораспылителя
из литьевых термопластов





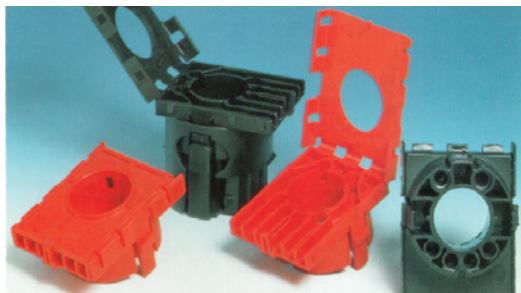
Линия для получения литьевых композиций на участке производства термопластов

вибропоглощающего, электроизоляционного и др. назначения в различных отраслях промышленности. Создано производство, оснащенное современным технологическим и испытательным оборудованием, которое позволяет не только обеспечить выпуск опытных партий разрабатываемых функциональных материалов на основе термопластов, но и изготавливать по заявкам потребителей изделия из них.

ЛИТЬЕВЫЕ ТЕРМОПЛАСТЫ

Полиамидная литьевая композиция Армамид ПАТМ-25-4АП может эксплуатироваться в интервале температур от -60 до $+80^{\circ}\text{C}$.

Корпусные детали из Армамида, изготовленные литьем под давлением



Рекомендуется для изготовления несилowych деталей декоративно-конструкционного назначения с повышенными пожаробезопасными характеристиками.

Превосходит полиамид ПА 610-Л:

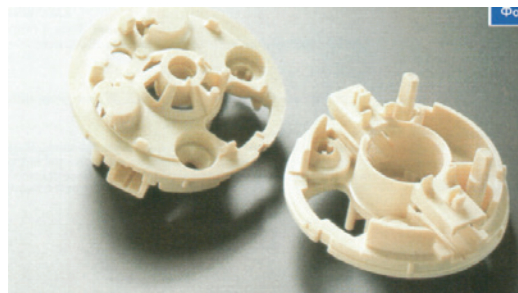
- по прочностным свойствам (при изгибе) — на 90%;
- пониженным дымообразованием — на 2 группы;
- пониженной продолжительностью остаточного горения — в 8 раз;
- меньшей усадкой при литье — в 3 раза.

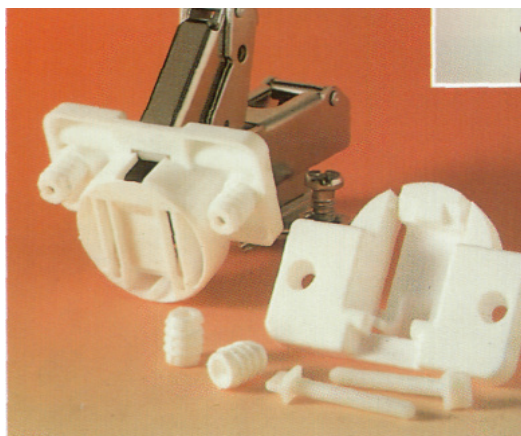
Литьевой модифицированный поликарбонат ПК-М-2 может эксплуатироваться в интервале температур от -60 до $+130^{\circ}\text{C}$. Рекомендуется для изготовления непрозрачных деталей конструкционного назначения интерьера (ручки пульта управления, корпуса, дверцы, планки приборов и т. п.).

Превосходит полиамид ПА 610-Л:

- по прочностным свойствам — на 10%;
- по водопоглощению — в 8 раз;

Детали электрической розетки из поликарбоната ПК-М-2





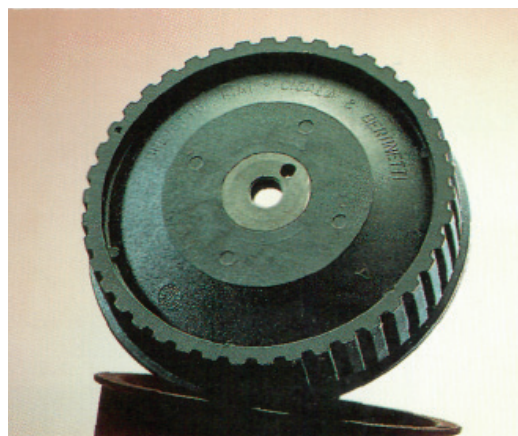
Крепежные детали из полисульфона
ПСФ-150

- пониженным дымообразованием — в 12 раз;
- максимальной температурой эксплуатации — на 50°C.

Полисульфоны марок ПСФ-150, ПСФ-150-1, ПСФ-180-1, ПС-КС, Полисарт-КС и ПСФ-150-Л-У25 могут эксплуатироваться в интервале температур от -60 до +150°C (160°C).

Полисульфоны серий ПСФФ и ПСФС рекомендуются для эксплуатации при температурах до 180–200°C. Полисульфоны могут применяться для изготовления слабонагруженных деталей конструкционного и электротехнического назначения (катушки, клеммные колодки, корпуса приборов, детали кресел, кронштейны и др.), а также высокоточных деталей конструкционного назначения (корпус, узлы приборов, в том числе гироскопических).

Превосходят полиамид ПА 12-Л и поликарбонат Дифлон ЛС:



Зубчатое колесо из полисульфона
ПСФ-150-Л-У25

- по прочностным свойствам — на 10%;
- повышенной стойкостью к топливам и маслам;
- повышенной огнестойкостью;
- повышенной температурой эксплуатации — на 50–100°C.

Литьевая пожаробезопасная композиция марки ВТП 1-Л может эксплуатироваться в интервале температур от -60 до +100°C. Рекомендуется для изготовления деталей конструкционного и декоративно-конструкционного назначения интерьера салона и кабины пилота пассажирских самолетов (панели обслуживания, кнопки, ручки, крышки, вентиляционные решетки, корпуса приборов и др.).

Превосходит полиамид ПА 610-Л:

- по прочностным свойствам — на 10%;
- по водопоглощению — в 10 раз;
- пониженным дымообразованием — в 12 раз;



Детали интерьера из термопластичных материалов (стены, перегородки и др.)
в пассажирских самолетах

- максимальной температурой эксплуатации — на 20°C.

Термопластичная пожаробезопасная композиция марки ВТП-5 может эксплуатироваться в интервале температур от -60 до +100°C. Рекомендуется для изготовления способами литья под давлением и экструзией деталей конструкционного, декоративно-конструкционного, а также электротехнического назначения. Превосходит полиамид ПА 12-Л:

- по прочностным свойствам — на 10%;
- по водопоглощению — в 6 раз;
- пониженным дымообразованием — в 12 раз;
- максимальной температурой эксплуатации — на 20°C.

ПОЛИМЕРНЫЕ ПОРОШКОВЫЕ КРАСКИ

Полимерные порошковые краски рекомендуются для защиты металлоизделий от корро-

зии и придания им функциональных свойств — антифрикционных, электроизоляционных, декоративных и т. д. Могут эксплуатироваться при температурах от -60 до +120°C (эпоксидные, эпоксиполиэфирные и акриловые краски) и до 200–250°C (эпоксикремнийорганические, фторопластовые и кремнийорганические краски).

Деталь КАМАЗа из КТМС
с порошковым покрытием



ТЕРМОПЛАСТИЧНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Композиционный термопластичный материал марки КТМС-1 может эксплуатироваться при температурах от -60 до $+80^{\circ}\text{C}$. Стеклопластик КТМС-1 рекомендуется для изготовления обшивок трехслойных сотовых панелей, стен, перегородок и других деталей интерьера пассажирских и транспортных самолетов.

Превосходит стеклопластик П515И:

- по прочностным свойствам — на 38–44%;
- пониженным дымообразованием — на одну группу.

Термопластичный стеклопластик марки КТМС-1П может эксплуатироваться в общеклиматических условиях при температурах от -60 до $+80^{\circ}\text{C}$. Рекомендуется для изготовления деталей интерьера (заполнитель и обшивки трехслойных панелей, де-

коративная облицовка, средне-нагруженные конструкции и др.), к которым предъявляются повышенные требования по пожаробезопасности, в том числе по тепловыделению. Превосходит стеклопластик КТМС-1 пониженным тепловыделением.

Термопластичный стеклопластик марки ВПС-38Т может эксплуатироваться в общеклиматических условиях при температурах от -60 до $+150^{\circ}\text{C}$. Рекомендуется для изготовления деталей интерьера, в том числе двойной кривизны, обшивок и ячеистого заполнителя трехслойных панелей и деталей радиотехнического назначения.

Превосходит стеклопластик КТМС-1П:

- по прочностным свойствам — на 23–38%;
- пониженным тепловыделением;
- пониженным дымообразованием — на одну группу;

Транспортные суда с обшивками корпуса из стеклопластика КТМС-1П



Ячеистый заполнитель для трехслойных панелей





Установка для формования
гофрированного и ячеистого
заполнителей, изготовленная ООО «НПП
ТУБОМАШ» (Россия)
по ТЗ ВИАМ

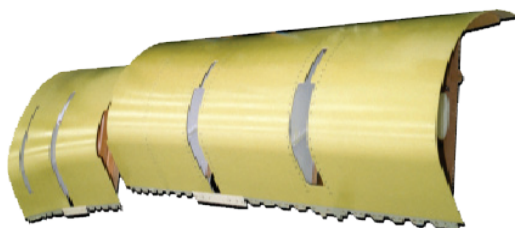
- более высокой областью рабочих температур — на 70°C.

Полимерный композиционный термопластичный углепластик марки КТМУ-1 может эксплуатироваться при температурах от -60 до +150°C. Рекомендуется для изготовления деталей планера группы Б (крышки люков, перегородки, каркас пола и т. д.) и приборных деталей.

Превосходит углепластик КМУ-7э на термореактивном связующем:

- по прочностным свойствам и удлинению в трансверсаль-

Лобовик из углепластика
КТМУ-1



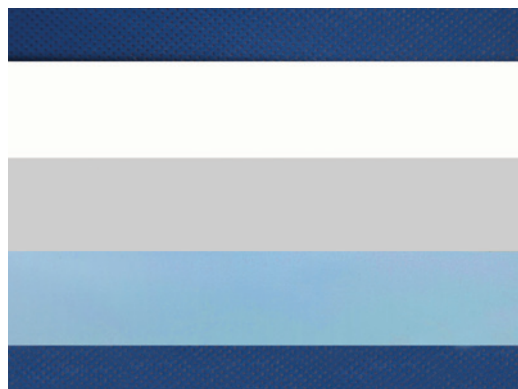
ном направлении — на 47 и 50% соответственно;

- повышенной остаточной прочностью после удара — на 28–37%;
- повышенной жизнеспособностью полуфабриката — в 8 раз;
- сокращенной продолжительностью формования — в 5 раз;
- способностью к повторной переработке, свариваемостью.

ПЛЕНКИ И ТКАНЕПЛЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Многослойный защитно-декоративный материал марки «Полиплекс» может эксплуатироваться в интервале температур от -60 до +80°C. Материал полностью отвечает отечественным и международным нормам по пожаробезопасности: горючести, дымообразованию и тепловыделению; грибостоек и может применяться в контакте с алюминиевыми сплавами, не вызывая их коррозии. Предназначен для декори-

Образцы материала
марки «Полиплекс»





Надувной спасательный трап

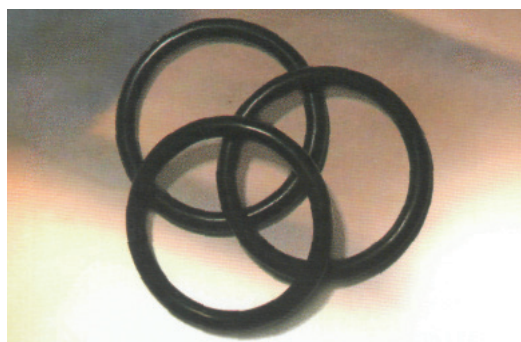
рования деталей из стеклопластиков и трехслойных панелей.

Тканепленочный материал может эксплуатироваться в интервале температур от -60 до $+80^{\circ}\text{C}$; отвечает требованиям стандарта TSO-C69c по физико-механическим, пожаробезопасным свойствам и газопроницаемости по водороду. Предназначен для изготовления надувной оболочки спасательных трапов пассажирских самолетов.

ТЕРМОЭЛАСТОПЛАСТЫ

Литьевой уплотнительный термоэластопласт с повышенной атмосферостойкостью марки

Уплотнительные кольца из термоэластопласта ВТЭП 1-Л



ВТЭП 1-Л может эксплуатироваться в общеклиматических условиях при температурах от -60 до $+80^{\circ}\text{C}$. Рекомендуется для замены резин при изготовлении деталей уплотнительного назначения. Обеспечивает пожаробезопасность, высокую атмосферостойкость и технологичность. Окрашивается в любые цвета.

Превосходит резину ИРП-1078 и термоэластопласт «Ритефлекс» (Германия):

- пониженной плотностью — на 23%;
- по прочностным свойствам — в ~2 раза;

Уплотнительные ленты из термоэластопласта ВТЭП 1-Л



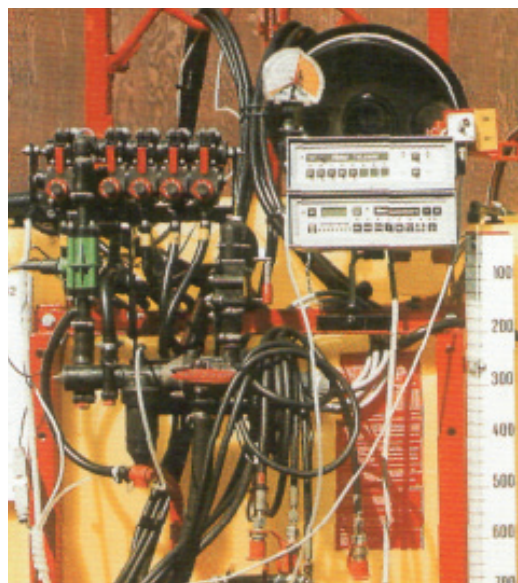
- по продолжительности остаточного горения — более чем в 5 раз (самозатухающий);
- по морозостойкости — на 20°C;
- расширенной цветовой гаммой;
- меньшей продолжительностью переработки в изделия — в 10–30 раз.

Термоэластопласт уплотнительный ударостойкий электроизоляционный марки ВТЭП 2-Л может эксплуатироваться в интервале температур от -60 до +100°C. Рекомендуется для замены резин при изготовлении деталей уплотнительного и электротехнического назначения. Обеспечивает пожаробезопасность, высокие электроизоляционные свойства и технологичность. Окрашивается в любые цвета.

Превосходит резину ИРП-1078 и термоэластопласт «Ритефлекс» (Германия):

- по деформативным свойствам — в 3 раза;

Гибкие шланги из термоэластопласта ВТЭП 2-Л



Гидросистема с уплотнительными манжетами из термоэластопласта с повышенной топливо- и маслостойкостью, выдерживающая давление до 50 МПа

- по продолжительности остаточного горения — более чем в 10 раз (самозатухающий);
- по грибостойкости — на 1–2 балла;
- по морозостойкости — на 20°C;
- расширенной цветовой гаммой;
- меньшей продолжительностью переработки в изделия — в 10–30 раз.

Фторсодержащий термоэластопласт марки ВТЭП 3-Л может эксплуатироваться в интервале температур от -60 до +120°C. Рекомендуется для замены резин при изготовлении уплотнителей, фиксаторов электропроводов, манжет и других деталей пневмо-, вакуум- и гидросистем. Обеспечивает повышенную стой-

кость к горюче-смазочным материалам (ГСМ), пожаробезопасность и технологичность. Окрашивается в любые цвета.

Превосходит резиновую смесь В-14 и термоэластопласт «Ритефлекс» (Германия):

- по прочностным свойствам — в 3 раза;
- по продолжительности остаточного горения — более чем в 10 раз (самозатухающий);
- по морозостойкости — на 15°C;
- по максимальной рабочей температуре — на 20°C;
- расширенной цветовой гаммой;
- меньшей продолжительностью переработки в изделия — в 10–30 раз.

Материал по комплексу свойств не имеет зарубежных аналогов.

ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

Звукопоглощающие материалы градиентной структуры марок ВТИ-7 и ВТИ-12 могут эксплуатироваться в интервале температур от -60 до +200 и +300°C соот-

Образец панели с материалом ВТИ-7



Материал
ВТИ-12

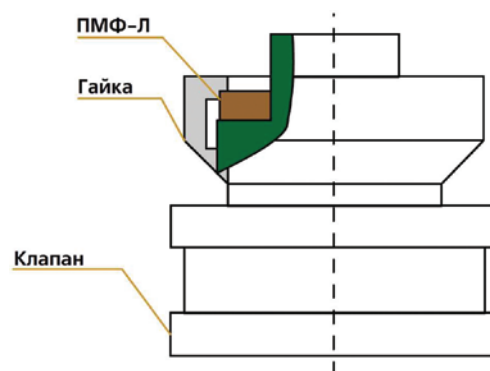
ветственно. Обладают коэффициентом звукопоглощения $\alpha=0,6-1,0$ при $-60\div+250^\circ\text{C}$ в диапазоне частот 1000–5000 Гц и звуковой эффективностью — не менее 5 дБ в диапазоне частот 800–10000 Гц. Разработаны для использования в составе звукопоглощающих конструкций (ЗПК) как разделительный слой между слоями многослойных ЗПК и как звукопоглощающий слой в 2–3-слойных ЗПК.

ВИБРОПОГЛОЩАЮЩИЕ И МНОГОСЛОЙНЫЕ УПЛОТНИ- ТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Вибропоглощающие материалы ВТП-1В и ВТП-2В могут эксплуатироваться в интервале температур от -60 до +80°C. Рекомендуются в качестве покрытия металлических конструкций, работающих в условиях повышенной виброакустической нагрузки, в транспортном машиностроении, судостроении, авиационной промышленности. Обеспечивают снижение уровня вибрации в



Кабина экипажа самолета с применением
вибропоглощающих материалов



Эскиз
пневмоклапана

2–3 раза, уменьшение шума в кабине и пассажирском салоне самолетов и других транспортных средств.

Превосходят вибропоглощающие покрытия СКЛГ-6020М и «Scotchfoam G-9052» (США):

- по минимальной отрицательной рабочей температуре — на 20°C;
- по ресурсу — в 2 раза.

Многослойные уплотнительные материалы ПМФ-Л и ВТП-2П могут эксплуатироваться в интервале температур от -60 до +150 и +250°C соответственно. Материал **ПМФ-Л** рекомендуется для уплотнительных элементов клапанов и защитных шайб, **ВТП-2П** — для уплотнительных прокладок фланцевых соединений пневмо-, гидро- и топливных агрегатов высокого давления в транспортном машиностроении, химической и авиационной промышленности, судостроении. Обеспечивают повышение в 2–3 раза ресурса уплотнительных

устройств пневмо-, гидро- и топливных агрегатов, работающих в условиях повышенных температур и давлений до 28 МПа и выше.

Превосходят фторопласт-4 и PTFE (США):

- по прочности при разрыве — в 4–5 раз;
- по стойкости к ползучести — в 8–10 раз.

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Теплоизоляционные материалы марок ВТИ-15 и ВТИ-18 могут эксплуатироваться в интервале температур от -60 до +250°C. Имеют меньшее влагопоглощение по

Материал ВТИ-15





Материал ВТИ-18



Авиадвигатель с теплоизоляцией из
пенополиимида

сравнению с импортными аналогами (материалы «Микролайт» и «Солимид») и теплопроводность в интервале температур $20\div 250^{\circ}\text{C}$: 0,046–0,065. Предназначены для теплоизоляции пневмо- и маслотрубопроводов, в том числе системы кондиционирования воздуха (СКВ).

ПЕНОПОЛИИМИДЫ

Трудногорающий эластичный пенополиимид марки ВПП-1 может эксплуатироваться в интервале температур от -60 до $+250^{\circ}\text{C}$. Пенополиимид ВПП-1, чистый или облицованный тонкой полиимидной пленкой, рекомендуется в качестве теплоизоляции пневмо-, масло- и гидросистем авиакосмической техники, в том числе трубопроводов сложной конфигурации, элементов системы кондиционирования воздуха (СКВ) летательных аппаратов.

Превосходит пенополиуретан ПУ-107:

- пониженной плотностью — в 2,1 раза;

- пониженной теплопроводностью — на 10%;
- по максимальной рабочей температуре — на 50°C ;
- на одну категорию горючести (самозатухающий).

Стратегические направления развития проводятся в соответствии с программой «Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года», одобренной на заседании научно-технического совета Военно-промышленной комиссии при Правительстве Российской Федерации (Протокол № ВПК (НТС)-27пр от 02.12.2011 г.) и предусматривают:

- разработку рецептур и технологий получения композиций, модифицированных наночастицами (углеродными трубками, наносиликатами и др.) для придания им функциональных свойств — электро- и теплопроводности, герметичности, снижения горючести и т. д.;

- разработку технологии фторирования термоэластопластов с целью повышения их химической стойкости, пожаробезопасности и теплостойкости;
- создание нового поколения вибро- и звукопоглощающих материалов.

ОПТИЧЕСКИЕ СТЕКЛА И МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ ПОКРЫТИЯ

Начиная с 40-х годов прошлого века ВИАМ возглавил работы по созданию органических стекол и промышленной технологии изготовления авиационного остекления. Из многочисленных марок органических стекол наиболее широкое применение в серийном производстве нашли оргстекла СО-120А, АО-120 (ориентированное по технологии, разработанной в ВИАМ). Совместно с ГосНИИОХТ, НИИ Полимеров и институтами РАН разработаны фторакрилатные стекла Э-2 и СО-200 с теплостойкостью $>200^{\circ}\text{C}$, не имеющие аналогов в мире. В настоящее время эти оргстекла сняты с производства по экономическим и экологическим причинам.

Созданы новые оргстекла СО-120С и АО-120С и организовано их производство для повышения качества серийных оргстекол. Для замены оргстекла Э-2 и обе-



Современный истребитель-бомбардировщик Су-30

спечения остекления перспективных высокоскоростных самолетов разработаны новые теплостойкие оргстекла ВОС-1, ВОС-2 и ВОС-2АО и организовано их производство.

Созданы новые полировальная и шлифовальная пасты для оргстекла, организован участок по их изготовлению, разработаны технологии ремонта деталей остекления.

Участок изготовления полировочной пасты «ВИАМ-3»



Разработаны слоистые прозрачные тепло- и радиозащитные материалы на основе полимерных стекол и пленок с функциональными оптическими покрытиями.

Полиметилметакрилатные оргстекла СО-120С, АО-120С, АО-120ПД могут эксплуатироваться в интервале температур от -60 до +160°С. Предназначены для замены серийных оргстекол СО-120А, АО-120.

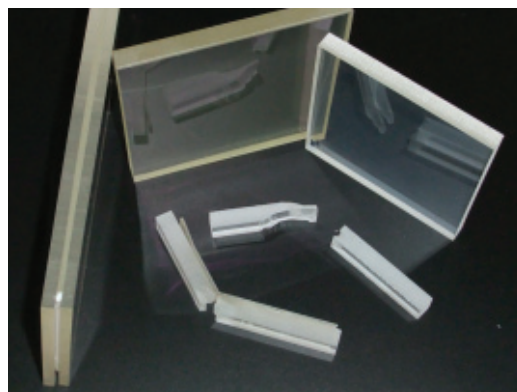
Оргстекла СО-120С, АО-120С имеют:

- высокую ударо- и трещиностойкость, светопропускание 90%;
- максимальную температуру эксплуатации при перепаде температур по толщине стекла — оргстекло СО-120С: 130/60°С, АО-120С: 160/60°С.

Превосходят серийные оргстекла СО-120 и АО-120:

- по «серебростойкости» в исходном состоянии и под действием напряжений — до 6,5 раз;
- под действием термоударов при 160°С — в 1,2–1,7 раза.

Оргстекло АО-120ПД предназначено для защиты от солнечного излучения, устранения «двоения» посадочных огней в ночное время. Превосходит неориентированное тонированное стекло СО-93 по прочности —



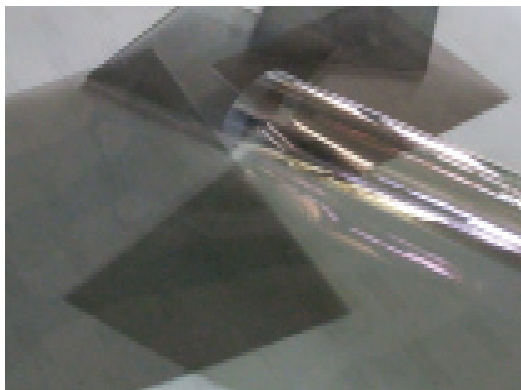
Слоистые тепло- и радиозащитные материалы на основе органических стекол

на 15%, ударной вязкости — в 3,5 раза.

Для оргстекол разработаны технологии и нормативная и технологическая документация на ориентационное упрочнение и формование деталей остекления.

Теплостойкие и термостабильные сополимерные акрилатные оргстекла ВОС-1, ВОС-2 и ВОС-2АО могут эксплуатироваться в интервале температур от -60 до +200°С. Предназначены для применения в остеклении перспективных самолетов (рабочая температура — до 200°С) и замены оргстекла Э-2 на эксплуатирующихся самолетах, для деталей остекления транспортного машиностроения, судостроения, защитных средств МЧС, на предприятиях энергетического комплекса, газонефтехимической промышленности и в строительстве.

Разработаны технологии и нормативная и технологическая



Ламинированные тепло- и радиозащитные материалы на основе ПК и ПЭТФ пленки

документация на ориентационное упрочнение и формование деталей остекления.

Превосходят серийные оргстекла СО-120, АО-120 и зарубежные ориентированные и неориентированные оргстекла Плексиглас GS 245:

- по термостабильности (230°C);
- повышенной «серебростойкости» по ацетону — не менее 20 мин (для серийного оргстекла АО-120 — не менее 3 мин);
- по максимальной температуре эксплуатации при перепаде температур по толщине стекла — ВОС-1: 160/80°C, ВОС-2 и ВОС-2АО: 200/80°C.

Материалы и технологии для ремонта деталей остекления. Предназначены для устранения микротрещин «серебра», царапин, восстановления оптических свойств деталей остекления при ремонте и эксплуатации:

- полировочная паста ВИАМ-3;
- шлифовальная паста М-20;

- технология механизированной обработки поверхности деталей остекления (ПИ 1.2.754–2006).

Превосходят ранее применявшиеся пасту ВИАМ-2, шлифовальные шкурки и абразивы, ручную технологию ремонта:

- снижение трудоемкости ремонта — в 2–5 раз;
- замена ручного труда механизированной обработкой;
- продление срока эксплуатации деталей остекления.

Слоистые прозрачные тепло- и радиозащитные материалы на основе полимерных стекол и пленок с функциональными оптическими покрытиями. Предназначены для ослабления потоков теплового и радиоизлучения материалами остекления. Интегральный коэффициент пропускания видимого света: 70–75%.

Методы получения: вакуумное магнетронное нанесение покрытий, ламинирование, вакуумное прессование, заливка с последующей полимеризацией.

Превосходят серийные оргстекла без покрытий:

- ослабление теплового потока солнечного излучения — в 2–2,5 раза;
- ослабление радиоизлучения — в 40–100 раз.

Стратегические направления развития проводятся в соответствии с программой «Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года», одобренной на заседании научно-технического совета Военно-промышленной комиссии при Правительстве Российской Федерации (Протокол № ВПК (НТС)-27пр от 02.12.2011 г.) и предусматривают:

- разработку комплекса материалов остекления на основе акрилатных, поликарбонатных полимерных стекол, слоистых и гетерогенных материалов с заданными оптико-физическими и функциональными свойствами, высокой надежностью и климатической стойкостью для пассажирской и специальной авиационной техники;
- разработку слоистых материалов остекления и технологий их изготовления для комплексного снижения заметности ЛА в видимом, ИК и радиодиапазонах спектра;
- создание и внедрение серийных технологий получения деталей авиационного остекления на основе новых прозрачных полимерных материалов и покрытий.

КЛЕИ И КЛЕЕВЫЕ ПРЕПРЕГИ

В ВИАМ разработано более ста марок клеящих материалов: высокопрочных эпоксидных и высокоэластичных фенолокаучуковых пленочных клеев конструкционного назначения, клеевых препрегов на основе эпоксидных связующих и стекло-, угленаполнителей, высокопрочных эпоксидных клеев холодного отверждения, элементоорганических и неорганических термостойких клеев, клеев для неметаллических материалов, самоклеящихся материалов. Разработаны технологии склеивания с применением этих материалов. Создан опытный участок по изготовлению клеев и клеевых препрегов, оснащенный лабораторной установкой, которая предназначена для отработки технологии изготовления новых марок препрегов и выпуска опытных партий мате-

Истребитель Т-50



риалов. Организовано производство клеевых препрегов шириной до 1000 мм на современной высокопроизводительной установке Coatema BL-2800 (Германия), изготовленной по ТЗ ВИАМ.

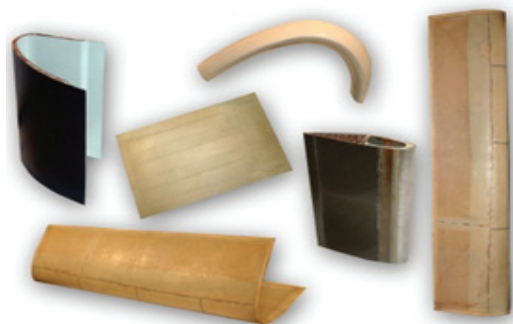
Эпоксидные высокопрочные пленочные клеи горячего отверждения ВК-36, ВК-51 и другие, различающиеся по прочностным и деформационным характеристикам, обеспечили создание силовых клеевых конструкций с высоким ресурсом, длительным сроком эксплуатации, надежностью и весовой эффективностью для различных типов современных изделий гражданской и военной авиационной и космической техники.

Фенолокаучуковые клеи горячего отверждения ВК-50 и другие характеризуются сочетанием высокой эластичности и прочности.

Применяются для изготовления акустически нагруженных агрегатов (лопастей несущих и рулевых винтов вертолетов и др.).

Клеи по некоторым характеристикам превосходят зарубежные аналоги.

Клеевые препреги марок КМКС и КМКУ на основе клеевых связующих и стекло-, угленаполнителей рекомендуются для изготовления деталей конструкцион-



Детали клеевых сотовых конструкций двойной кривизны из клеевых препрегов КМКС и КМКУ

ного назначения, в том числе сотовых конструкций, эксплуатирующихся при температурах от -60 до $+80-175^{\circ}\text{C}$.

Отличительная особенность клеевых препрегов — обеспечивают реализацию высокоэффективной технологии сборки высоконагруженных клеевых сотовых (слоистых) и интегральных конструкций одинарной и двойной кривизны, в процессе которой формирование обшивки и приклеивание ее к сотовому заполнителю происходит за одну технологическую операцию.

Обеспечивают повышение герметичности конструкций из ПКМ — в 10 раз; трещиностойкости — на 40–50%; прочности при межслоевом сдвиге — на 20–35%.

Эпоксидный клей ВК-67М холодного отверждения рекомендуется для заполнения зазоров от 0,3 до 0,5 мм между склеиваемыми поверхностями из алюминиевых сплавов, углеродистой стали, ПКМ (стекло- и углепластиков);

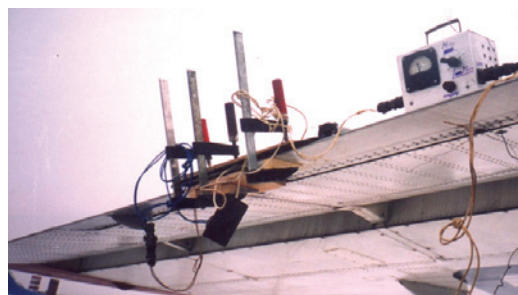
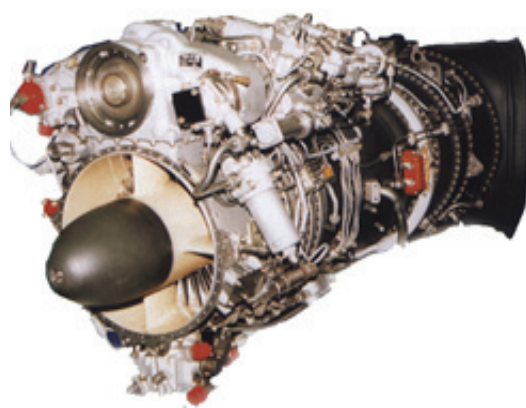
рекомендован для использования в качестве конструкционного клея. Работоспособен в интервале температур от -60 до $+125^{\circ}\text{C}$ длительно (1000 ч), при температуре 150°C — кратко временно. Устойчив к воздействию воды, агрессивных и климатических факторов. Грибо- и тропикостоек.

Превосходит существующие клеи холодного отверждения (ВК-9, ВК-27) по уровню прочности клеевых соединений при повышенных температурах.

Клеи холодного отверждения позволяют выполнять ремонт деталей из ПКМ в полевых условиях.

Термостойкие клеи рекомендованы для применения в двигателестроении, в изделиях спецтехники, в народном хозяйстве. Обеспечивают работоспособность клеевых соединений при температу-

Термостойкие клеи в конструкции двигателя



Ремонт клеевых конструкций
в полевых условиях

рах 300 – 400°C (длительно) и до 1600°C (кратко временно).

Обладают рядом уникальных свойств. Карборансодержащие клеи **ВК-20, ВК-20М** и другие длительно работоспособны при температурах до 400°C . Однокомпонентные низковязкие клеи **ВК-26 и ВК-26М**, работоспособные при температурах 250 и 300°C соответственно, обеспечили создание конструкций приборной спецтехники и магнитопроводов. Клей-герметик **Эластосил 137-175М** обеспечил крепление плиточной и другой теплозащиты в конструкции МКС «Буран». Клеи **ВК-58, ВКП-26Ц** и **ВКП-88Ц** обеспечивают работоспособность датчиковой аппаратуры при температурах 200 , 800 и 1400°C соответственно.

КЛЕИ ДЛЯ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Клеевая система — клей ВКР-86 с подслоем — используется для склеивания кремнийорганической резины СИЛ-35 с органическим стеклом СО-120А.



Клеевая система (клей ВКР-86 с подслоем) в составе системы CP-130 самолета Як-130

Обеспечивает функционирование:

- системы CP-130, предназначенной для разрушения остекления фонаря кабины самолета Як-130 при аварийном покидании (ОАО «ОКБ им. А.С. Яковлева»);
- системы UR-52 в составе вертолетов Ка-52 (ОАО «Камов»).

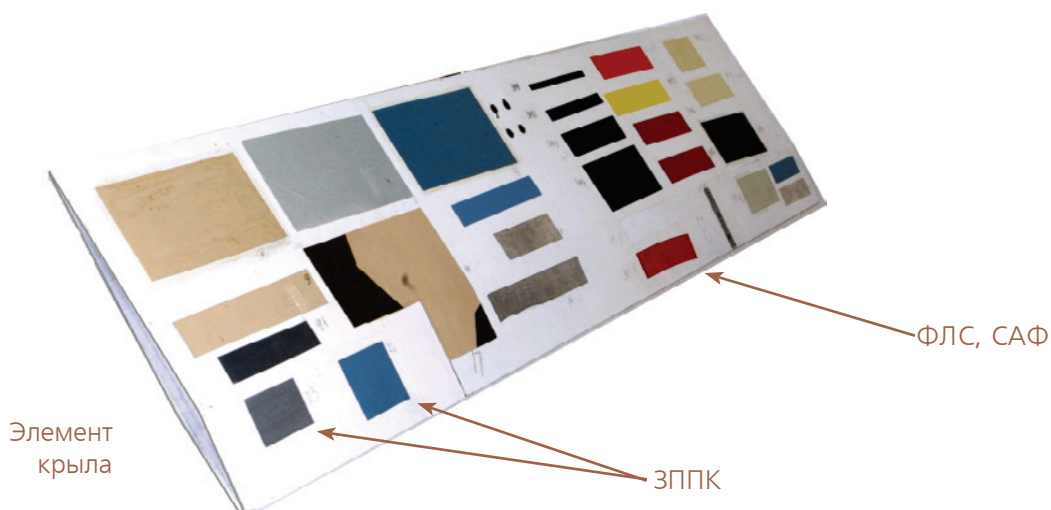
Разработаны **самоклеющиеся материалы** для временного оперативного ремонта внеш-

ней поверхности планера **марок ЗППК, ВСМТ, ВСМФ-1** (на различных подложках — алюминиевой, тканевой). Проведены испытания **ЗППК** при 3000 ч налета и 400 посадок на Ил-96-300 в Европе, Юго-Восточной Азии, Северной и Южной Америке; более 1500 ч налета на Ан-124 в Индии, Африке и Европе. Изменений в ЗППК не выявлено.

Обеспечивают: снижение трудоемкости ремонтных работ, в том

Вертолет Ка-52





числе в полевых условиях; отсутствие токсических веществ и растворителей; экологически чистую технологию использования.

Стратегические направления развития проводятся в соответствии с программой «Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года», одобренной на заседании научно-технического совета Военно-промышленной комиссии при Правительстве Российской Федерации (Протокол № ВПК (НТС)-27пр от 02.12.2011 г.) и предусматривают:

- Исследование в клеящих системах новых полимеров, разработанных в институтах РАН и полученных с использованием методов направленного синтеза полимерных соединений (тепло-, термостойких, экологически чистых на водной основе, обратимых жидкокристаллических, соз-

данных по принципу «зеленой химии»), модификаторов и наполнителей, в том числе наномодифицированных.

- Исследование зависимости «состав—структура—свойства» с использованием методов спектроскопии, термического анализа и др., а также принципов математического и компьютерного моделирования.
- Разработку клеящих систем нового поколения, предназначенных для создания клееных конструкций: теплозащитных, гибридных, слоистых металлополимерных; для использования в конструкции термо-, вибро-, пьезодатчиков, тензорезисторов, работоспособных при температурах до +1600°C при воздействии жесточенных эксплуатационных условий (температурных, деформационных, климатических).



Пассажирский самолет MC-21

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ И ПОКРЫТИЯ

В ВИАМ разработаны радиотехнические материалы различного типа и назначения, которые используются для решения вопросов электромагнитной совместимости бортового оборудования и его защиты от несанкционированного воздействия электромагнитного излучения.

Радиопоглощающие покрытия изготавливаются на основе полимерных связующих и поглощающих наполнителей (углеродные и науглероженные волокна, магнитные порошки и т. п.). Для достижения наилучших радиотехнических свойств применяются многокомпонентные системы — например, эластомеры, наполненные диэлектрическим и поглощающим наполни-

телями. Радиопоглощающие покрытия могут наноситься на изделия или их элементы как в процессе изготовления, так и в период эксплуатации (т. е. использоваться при доработке уже имеющегося парка) — это покрытия **ВРМ-6, ВРМ-7, ВРП-18, ВРП-25, ВРП-17**:

- коэффициент отражения на резонансной частоте — до -20 дБ;
- толщина — от 1 до 10 мм;
- удельная плотность — от 0,8 до 4 г/см³.

Конструкционные радиопоглощающие материалы представляют собой композиционные структуры и могут нести силовые нагрузки, поэтому основными преимуществами таких материалов являются: возможность замены ими металлических несущих конструкций изделий (в ряде случаев со снижением массы детали) и снятие жестких ограничений



Пассажирский самолет Ил-96

на толщину (путем углубления поглощающего слоя внутрь конструкции). К преимуществам конструкционных радиопоглощающих материалов следует отнести их эффективность в широкой полосе частот и возможность создания «толстых» материалов (до 100 мм и более), стойких к внешним механическим воздействиям — материалы **ВРМ-10 и ВРМ-11:**

- коэффициент отражения в широкой полосе частот (например, от 1 до 30 ГГц) — до -20 дБ;

- рабочий диапазон температур — до 120°C;
- удельная плотность: 1,5–2 г/см³.

Экранирующие радиопоглощающие материалы рекомендуются для устранения отражений от внутренних отсеков, защищенных радиопрозрачными элементами от внешних воздействий (например, антенных отсеков или внутренних поверхностей кабин), а также для безэховых камер. В связи с этим предъявляемые к ним требова-

Самолет-амфибия Бе-200



ния по физико-механическим свойствам существенно ниже, и такие материалы можно конструировать по принципу градиентных радиопоглощающих материалов с плавным согласованием входного слоя. В качестве экранирующих материалов применяются материалы диэлектрического типа, представляющие собой матрицу с волокнистым наполнителем, листовые вспененные материалы или материалы на искусственных пенах, в том числе с использованием стеклянных микросфер. Материалы наносятся непосредственно на объекте по лакокрасочной технологии или изготавливаются методом прессования и потом наклеиваются (**ВРМ-1, ВРМ-3, ВРМ-4**).

Уровень свойств таких материалов:

- коэффициент отражения — от -10 до -40 дБ;



Вертолет Ми-38

- удельная плотность — от 0,03 до 0,8 г/см³.

Для ослабления поверхностных волн применяются **материалы диэлектрического и магнитного типа**. Предпочтение обычно отдается материалам магнитного типа, имеющим более широкую частотную характеристику, больший коэффициент затухания поверхностной волны по заданному уровню, значительно меньшую толщину и лучшую анизотропию свойств.

Самолет-амфибия А-40



Уровень свойств материалов
ВРП-21, ВРП-23 и др.:

- коэффициент поверхностного затухания (на длину волны в см): $-0,1 \div -0,6$ дБ;
- удельная плотность — от 1,5 до 3,7 г/см³.

Реализация: Разработанные материалы применяются в системах средств связи.

Стратегические направления развития проводятся в соответствии с программой «Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года», одобренной на заседании научно-технического совета Военно-промышленной комиссии при Правительстве Российской Федерации (Протокол № ВПК (НТС)-27пр от 02.12.2011 г.) и предусматривают разработку составов и технологий изготовления полимерных композиционных материалов на базе наполнителей, созданных по нанотехнологиям, с целью создания гаммы радиопоглощающих материалов с высокими радиотехническими характеристиками, защитными и эксплуатационными свойствами, повышенной надежностью эксплуатации и конкурентоспособностью.

КОРРОЗИЯ И ЗАЩИТА МЕТАЛЛОВ

В ВИАМ разработаны научные и практические основы комплексной системы защиты от коррозии авиационной техники, включающие более 150 технологий формирования защитных металлических, неметаллических неорганических и конверсионных покрытий, а также их ремонта. Разработаны технологии функционального назначения:

- подготовка поверхности деталей под склеивание;
- нанесение твердых износостойких покрытий;
- размерное травление алюминиевых, титановых, жаропрочных сплавов и сталей;
- химическая полировка сплавов и сталей;
- декоративное окрашивание алюминиевых и титановых сплавов.

Внедрение разработок позволило значительно увеличить календарный срок эксплуатации самолетов до 35–40 лет при сохранении высокого уровня надежности.

Технологии нанесения защитных покрытий с пониженным вредным воздействием на окружающую среду, которые обеспечивают исключение вредных компонентов (солей хрома, кадмия, циа-



Образцы алюминиевого сплава с анодно-оксидным покрытием и последующим окрашиванием путем наполнения покрытия различными красителями

на и др.) при сохранении высокого уровня служебных характеристик:

- Модифицированное цинковое покрытие для замены кадмия и технология его нанесения на стальные детали.
- Цинкование, кадмирование, меднение и серебрение в электролитах, не содержащих цианидов.
- Электрохимическое уплотнение анодно-оксидных покрытий на алюминиевых сплавах, позволяющее исключить хроматы.
- Технология подготовки поверхности алюминиевых сплавов в комбинированном растворе, не содержащем хроматов, обеспечивающая более высокие и стабильные свойства клеевых соединений и металлополимерных композиционных материалов.
- Фосфатирование магниевых сплавов в электролите, не содержащем хроматов.
- Фосфатирование титановых сплавов, в том числе местное, для обеспечения адгезии ЛКП.
- Химически стойкие функциональные покрытия для деталей из магниевых и алюминиевых сплавов, полученные методом микродугового оксидирования, обладающие высокой износостойкостью и микротвердостью на уровне 10000–15000 МПа.
- Токопроводящие защитные неметаллические неорганические покрытия для алюминиевых сплавов, обеспечивающие стабильность

контактного электросопротивления изделий.

- Химическое оксидирование алюминиевых сплавов с повышенными защитными свойствами.

ВИАМ изготавливает и поставляет:

- Пасты марок ВПТ-1(1И), ВПС-К и ВИП-А — для удаления продуктов коррозии сталей и алюминиевых сплавов.
- Пасту марки ВПО-А — для местного оксидирования и восстановления покрытий локальным методом на деталях из алюминиевых сплавов.
- Пасту марки ВПФ-Т, обеспечивающую местное фосфатирование титановых сплавов для повышения адгезии ЛКП.

Технология удаления жароустойчивых многокомпонентных алюминийсодержащих покрытий с лопаток ГТД, в том числе после эксплуатационной наработки.

Технологии удаления продуктов коррозии со стальных, алюминиевых и магниевых деталей в условиях эксплуатации и ремонта. Технологии позволяют обрабатывать наклонные, вертикальные поверхности и потолок. На деталях из сталей наряду с удалением продуктов коррозии формируется фосфатное покрытие, обеспечивающее повышение защитных свойств и адгезии



Фрагмент поверхности обшивки фюзеляжа из сплава Д16-Т до и после обработки пастой ВИП-А



Фрагмент поверхности обшивки фюзеляжа из стали 1Х18Н10Т со стрингером до и после обработки пастой ВПТ-1



Участок поверхности обшивки фюзеляжа из алюминиевого сплава Д16-Т до и после обработки пастой ВПО-А по технологии местного химического оксидирования

Рабочая лопатка турбины ГТД до и после удаления алюминийсодержащего покрытия в специальном растворе



ЛКП. На деталях из алюминиевых сплавов происходит одновременное торможение расслаивающей и межкристаллитной коррозии.

При участии специалистов ВИАМ проведена реставрация скульптурной композиции В.И. Мухиной и Б.М. Иофана «Рабочий и колхозница», включающая анализ состояния скульптуры, составление электронной базы данных, выдачу рекомендаций по замене фрагментов. Выполнены работы по удалению продуктов коррозии с помощью пасты ВПТ-1 и применению дополнительных средств защиты с ингибированием составов для обработки стальной оболочки.

Технологии местного химического оксидирования алюминиевых сплавов, в том числе с применением пасты ВПО-А, позволяют обрабатывать поверхности различного размера и конфигурации, обеспечивая повышение защитных свойств и адгезии ЛКП при изготовлении и ремонте авиационной техники.

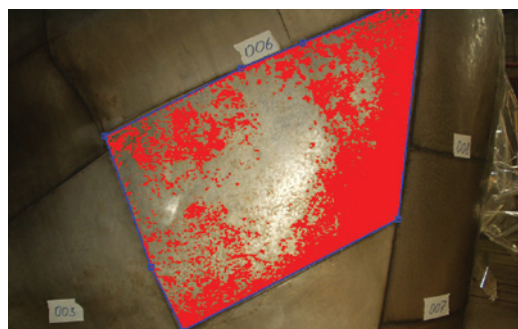
Хромирование титановых сплавов без термодиффузионного отжига обеспечивает нанесение покрытия на тонкостенные детали без изменения их геометрии.

Кластерное хромирование и никелирование стальных деталей из электролитов с макро- и микрочастицами карбидов и оксидов



Скульптурная композиция «Рабочий и колхозница» до восстановления

Фрагмент листа оболочки скульптуры «Рабочий и колхозница» до и после обработки пастой ВПТ-1





Втулки узлов трения из титановых сплавов с нанесенным
пиролитическим карбидохромовым покрытием

металлов позволяют получать беспористые износостойкие покрытия с высокими трибологическими и антикоррозионными свойствами.

Пиролитическое хромирование с формированием карбидохромовых покрытий на деталях из титановых сплавов и сталей методом термического разложения металлоорганических соединений в вакууме позволяет формировать покрытие с повышенной твердостью – до 20000 МПа.

Технологии размерного химического травления (фрезерование)

Гидроцилиндр из титанового сплава BT6C после специального хромирования, не требующего термодиффузионного отжига



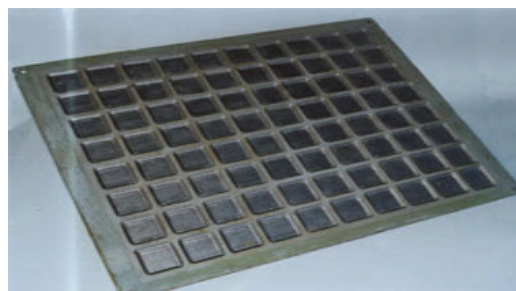
сталей и сплавов для создания облегченных равнопрочных конструкций обеспечивают высокое качество поверхности, пониженную шероховатость ($R_z \leq 2,5$), высокую скорость травления: ≥ 2 мм/ч.

Цветное анодное оксидирование титановых сплавов.

Декоративное окрашивание алюминия.

Стратегические направления развития проводятся в соответствии с программой «Стратегические направления развития материалов и технологий их пере-

Сложнопрофилированная панель из титанового сплава BT20, изготовленная методом химического фрезерования в специальном растворе





Штоки гидросистемы, фильера, пресс-форма, пружинозагрузатель с хромированными и никелированными покрытиями, полученными из электролитов с макро- и микрочастицами карбидов и оксидов металлов

работки на период до 2030 года», одобренной на заседании научно-технического совета Военно-промышленной комиссии при Правительстве Российской Федерации (Протокол № ВПК (НТС)-27пр от 02.12.2011 г.) и предусматривают:

- Разработку экологически безопасных плазменных электролитических и электрофоретических наногетероструктурированных покрытий — для легких сплавов (алюминиевых, магниевых, титановых) с повышенными защитными и функциональными свойствами.
- Разработку шликерных, газодинамических и комбинированных покрытий для деталей из углеродистых сталей, в том числе высокопрочных с повышенными защитными и триботехническими характери-

стиками — для увеличения ресурса деталей пар трения.

- Моделирование и прогнозирование коррозионной стойкости материалов при воздействии атмосферных условий и эксплуатационных нагрузок.
- Разработку оптимизированной подготовки поверхности для создания высокомодульного (модуль упругости — 160 ГПа) металлополимерного слоистого материала на базе титановой матрицы и клеевых препрегов, армированных стеклянными и углеродными наполнителями.
- Гармонизацию и актуализацию отечественных и международных стандартов в области проведения коррозионных испытаний.

Детали рукоятки переключения передач автомобиля из сплава ВТ6, полученные методом анодного оксидирования



МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ СТОЙКОСТЬ АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Проблема микробиологических повреждений материалов на сегодняшний день очень актуальна. Микроорганизмы наносят существенный вред, развиваясь на различных типах материалов и в топливе. Для изучения микробиологической стойкости различных классов материалов существуют ускоренные лабораторные и длительные натурные методы испытаний. Более пяти лет существует сотрудничество с Биологическим факультетом и «Экоцентром» МГУ в области изучения микроорганизмов-биодеструкторов и их влияния на материалы. В ВИАМ в настоящее время проводятся ускоренные испытания материалов и топлив, а также натурные испытания на микробиологической площадке в условиях теплого влажного климата. Проводятся обследования эксплуатирующейся авиационной техники. Разрабатываются новые способы защиты материалов от микробиологических повреждений. ФГУП «ВИАМ» имеет постоянно обновляющийся банк микроорганизмов-биодеструкторов, насчитывающий более 200 штаммов, которые выделяются при натурных



Проведение ускоренных лабораторных испытаний в биологическом термостате

испытаниях материалов в различных климатических зонах и при обследовании АТ.

Ускоренные лабораторные испытания материалов проводятся по российским и международным стандартам.

В зависимости от метода оценки испытания длятся 28 сут – визуальная оценка по степени развития плесневых грибов, или 84 сут – оценка по изменению характерных показателей. Испытания проводятся при температуре $29 \pm 2^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха более 90% в эксикаторах или в камере тепла и влаги. После испытаний образцы материалов осматривают невооруженным глазом и под микроскопом и оценивают грибостойкость по интенсивности развития грибов в соответствии с шестибальной шкалой (ГОСТ 9.048).

Натурные испытания позволяют выделять микрофлору и выявлять активные виды мик-



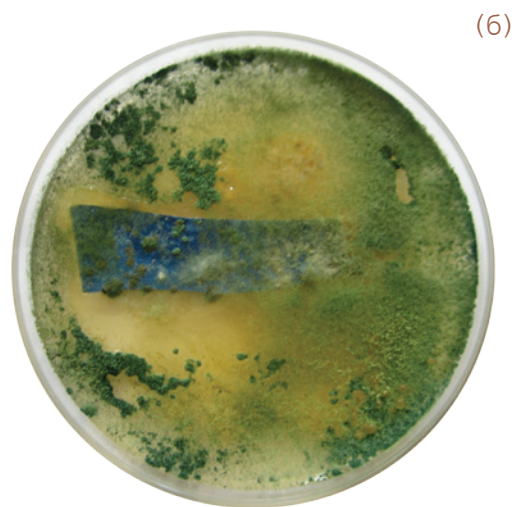
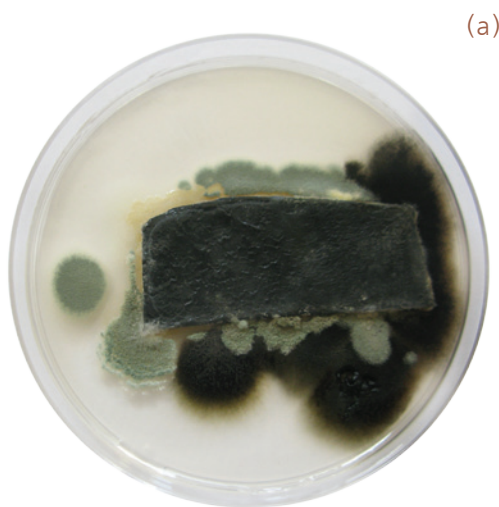
Натурные испытания на стенде
микологической площадки

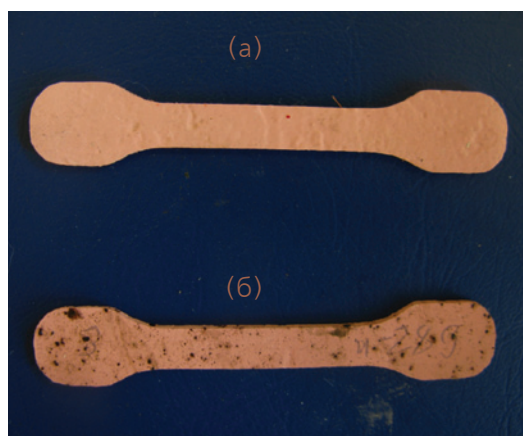
роорганизмов-биодеструкторов, которые могут использоваться при проведении ускоренных испытаний. При проведении лабораторных исследований нельзя учесть влияние всех климатических факторов, воздействующих на материалы при эксплуатации, поэтому необходимо проводить исследования в природных условиях, где происходит естественное заражение материалов микроорганизмами. В 2006 году в районе г. Сочи в юго-восточной части

тисосамшитовой рощи была организована микологическая площадка (ГНИП РАН), на которой в настоящее время проводятся испытания в соответствии с разработанным ВИАМ ГОСТ 9.053 «ЕСЗКС. Материалы неметаллические и изделия с их применением. Метод испытаний на микробиологическую стойкость в природных условиях в атмосфере».

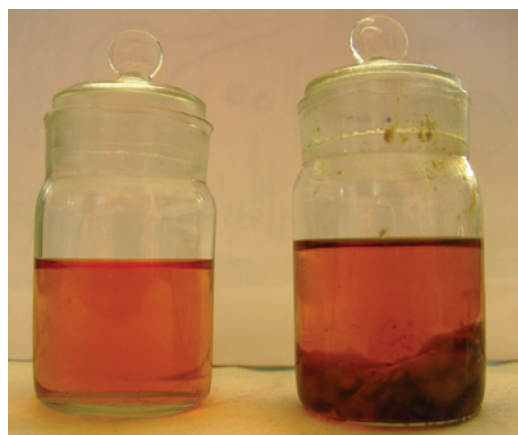
Обследование авиационной техники. За последнее время стоит отметить случаи сильного поражения комплекта спасательных трапов самолетов марки Ту-204. В ходе нарушения режима эксплуатации отдельные фрагменты трапов и контейнеров для трапов сильно заросли плесневыми грибами. Особенно сильно были поражены войлок и прорезиненная ткань. В ВИАМ была проведена

Выделение микрофлоры с образцов резины (а) и хлопчатобумажной ткани (б)





Образцы герметика
антисептированного (а)
и незащищенного (б)



Топливо с разработанной
биоцидной присадкой для защиты
от биоповреждений (слева) и без
присадки, пораженное грибами (справа)

работа по определению и устранению грибковой плесени, а также дезинфекция комплекта спасательных трапов.

Исследование микробиологической стойкости топлив. Проводятся анализы проб топлива с эксплуатирующейся авиационной техники. Ведутся испытания на грибостойкость авиационного топлива и других

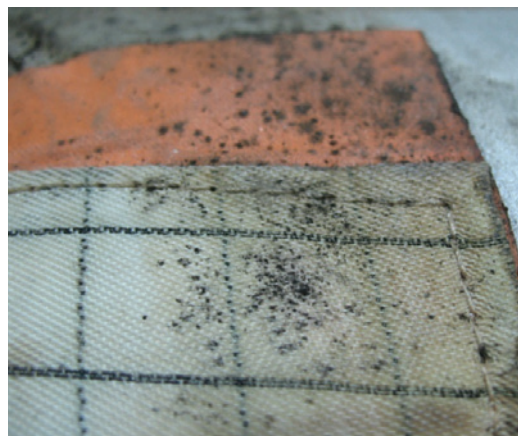
нефтепродуктов. Разрабатываются способы защиты нефтепродуктов от микробиологических повреждений.

По результатам проведенных исследований по оценке фунгицидной активности химических препаратов составлен **«Справочник химических соединений для защиты неметаллических соединений и топлив от**

Контейнер для хранения комплекта
спасательных трапов самолета Ту-204,
пораженный микроорганизмами



Фрагмент трапа из
прорезиненной ткани,
пораженный микроорганизмами



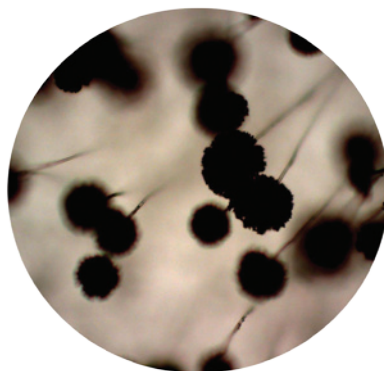
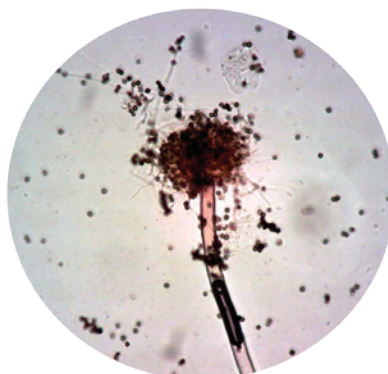
микробиологического поражения».

Стратегические направления развития проводятся в соответствии с программой «Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года», одобренной на заседании научно-технического совета Военно-промышленной комиссии при Правительстве Российской Федерации (Протокол № ВПК (НТС)-27пр от 02.12.2011 г.) и предусматривают:

- Расширение испытаний на биологическую стойкость в различных климатических зонах — организация микробиологических площадок и биологических полигонов в типовых зонах земного шара.
- Исследование видового состава микроорганизмов-биодеструкторов, поражающих материалы в различных климатических зонах: выделение новых штаммов и пополнение коллекции тест-культур активными микроорганизмами.
- Организацию испытаний на воздействие грызунов, насекомых и других биовредителей в природных условиях.
- Создание участков по испытанию материалов на стойкость к воздействию мор-

ских факторов, в том числе «биообрастателей» (водорослей, моллюсков).

- Защиту от биологического поражения материалов в условиях различных климатических зон с помощью экологически чистых биоцидных покрытий и добавок.



Внешний вид плесневых грибов-биодеструкторов

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ВИАМ ПО ТЕХНОЛОГИЯМ, УСКОРЕННЫМ МЕТОДАМ ИСПЫТАНИЙ, ИЗУЧЕНИЮ КЛИМАТИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТИ МАТЕРИАЛОВ

- Проведение ускоренных испытаний коррозионной стойкости металлических материалов, деталей, защитных свойств покрытий в атмосфере с контролируемой влажностью и температурой, а также в различных эксплуатационных средах, в том числе содержащих сернистый газ, аммиак, ионы хлора и т. п.
- Проведение испытаний коррозионной активности масел, топлив, смазок, рабочих и технологических жидкостей, неметаллических и композиционных (металлических и полимерных) материалов.
- Проведение работ по продлению календарных сроков службы материалов в составе изделий на основе анализа свойств материалов в процессе эксплуатации.
- Проведение работ по прогнозированию сроков службы материалов и изделий с учетом конкретных климатических условий их эксплуатации.
- Разработка рекомендаций по комплексной противокоррозионной защите материалов, узлов и конструкций от воздействия климатических факторов.
- Создание базы данных по климатической стойкости материалов различных классов и средств защиты.
- Разработка покрытий со специальными свойствами и технологий их нанесения применительно к конкретным деталям, агрегатам, изделиям по требованию заказчика.
- Услуги по нанесению покрытий различного назначения на детали из металлических материалов, в том числе широкой гаммы декоративных покрытий.
- Технологическое сопровождение производства и отработка технологий по нанесению всех видов покрытий.
- Проведение сертификационных испытаний в соответствии с требованиями ГОСТ 15150, ГОСТ 16350 и ИСО/МЭК 17025–2000.

ВИАМ ПРЕДЛАГАЕТ СОТРУДНИЧЕСТВО:

- По разработке новых и усовершенствовани существующих функциональных материалов и способов повышения эффективности антикоррозионной защиты и биостойкости.
- По оформлению всего комплекса нормативно-технической документации: паспортов, ТУ, технологических инструкций на производство и применение, в том числе и на импортные материалы.
- По проведению испытаний в соответствии с российскими и международными стандартами.
- По проведению климатических испытаний в крупнейшем и наиболее оснащенном в России Геленджикском центре климатических испытаний им. Г.В. Акимова.
- В части поставки функциональных материалов различного назначения.
- По продаже лицензий на разработанные материалы и технологические процессы.
- В части арбитражных исследований.

Скульптурная композиция
«Рабочий и колхозница»
после реставрации (2009 г.)





ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНОЙ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ, СТАРЕНИЯ И БИОПОВРЕЖДЕНИЙ

**Под общей редакцией академика РАН Е.Н. Каблова
Ответственный за выпуск буклета к.т.н. Л.В. Чурсова**

Составители:

д.т.н. Э.К. Кондрашов	к.т.н. Г.Н. Петрова
д.т.н. А.П. Петрова	к.т.н. Л.В. Семенова
к.т.н. С.А. Каримова	А.В. Беляев
к.т.н. Н.Ф. Лукина	О.А. Елисеев
к.т.н. И.В. Мекалина	А.В. Полякова

Редакционная группа:

Е.А. Аграфенина
М.С. Закржевская
Н.В. Савельева
И.С. Туманова

Оформление:

А.В. Андросенко
Л.Б. Ковтун
А.П. Кучеровский
А.К. Кривушин
Э.Х. Намазова
Д.С. Трушин
Е.А. Цилин

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов»

105005, Москва, ул. Радио, 17
телефон: (499) 263-86-46, факс: (499) 267-86-09,
e-mail: admin@viam.ru