

КОМПОЗИТНЫЙ МИР

#4 (113) 2025



ISSN 2222-5439



КОМПОЗИТ
ИЗДЕЛИЯ



Полный ассортимент
мультиаксиальных тканей



Где купить



Мультиаксиальные стеклоткани

VITRULAN

- Скорость инфузии выше конкурентов на 15%
- Улучшенная драпируемость, укладывается в самые сложные матрицы
- Полная пропитка смолой и никаких сухих ниток
- Высокая прочность за счет полной пропитки

Остались
сухие нити

Снижен
физ.мех.

Требуется
больше
слоёв



Все нити
пропитаны
смолой

Увеличен
физ.мех

Требуется
меньше
слоёв

КОНКУРЕНТ

VITRULAN



Три двигателя индустрии композитов: как изменится рынок к 2035 году

Проекты, представленные на JEC World 2026 в номинациях премии Innovation Awards, — это не просто технические новинки. Это наглядное свидетельство фундаментальных перемен в отрасли. Если раньше композиты ассоциировались с дорогими нишевыми продуктами для аэрокосмической или спортивной индустрии, то сегодня они уверенно завоевывают массовый рынок, двигаясь в трех ключевых направлениях: цифровизация производства, тотальная экологичность и конкуренция с традиционными материалами по стоимости и скорости. На основе анализа финалистов и рыночных данных можно выделить ключевые тренды, формирующие индустрию на ближайшие десять лет.

1. Интеллект и скорость: производство становится цифровым. Современные проекты, будь то фюзеляжная панель, собранная сваркой без единой заплеки, или высокоскоростной процесс укладки волокон, сделали ставку на максимальную автоматизацию. Это не просто роботизация ручного труда. Речь идет о создании цифровых двойников всего процесса — от проектирования оптимизированной структуры (как в ребристой панели фюзеляжа) до контроля качества в реальном времени с помощью датчиков, встроенных в оснастку для лопастей ветрогенераторов. Цель: радикальное сокращение времени цикла и человеческого фактора. Процессы, которые раньше занимали часы, укладываются в минуты, что важно для массового производства, например, в автопроме.
2. «Зеленый» императив: не просто мода. Забота об экологии перестала быть маркетинговым лозунгом и превратилась в жесткое технологическое требование. Переработка термореактивных крышек багажника (IDI Composites) и извлечение углеродного волокна из отходов (Angeloni Group) создают экономику замкнутого цикла. А использование льна в кузове кабины поезда (EcoTrain) и биоциклического углеродного волокна в теннисных ракетках HEAD — прямой ответ на запрос рынка. Ожидается, что уже к 2031 году объем рынка «зеленых» композитов превысит 150 млрд долларов.
3. «Материал-система»: от компонента к комплексному решению. Композиты перестали быть просто пассивным и прочным элементом конструкции, превращаясь в многофункциональную систему. Блестящие примеры этого — «кумный» винт CoPropel, который самостоятельно подстраивает шаг лопастей под текущую нагрузку для максимальной эффективности, или интегрированная мачта Carbo-Link для яхт, которая является одновременно силовой конструкцией и системой естественной вентиляции. Эта функциональная интеграция открывает двери для принципиально новых решений во многих отраслях.

Мир композитов стремительно движется в будущее, где материалы будут не только прочными и легкими, но и интеллектуальными, адаптивными и экологичными.

Читайте с пользой!

С уважением, Ольга Гладунова,
старший преподаватель кафедры НВКМ



Научно-популярный журнал
Композитный мир
#4 (113) 2025

Дисперсно- и непрерывнонаполненные композиты: стеклопластиксы, углекомпозиты, искусственный камень, конструкционные пластмассы, пресс-формы, матрицы, оснастка и т. д. — ТЕХНОЛОГИИ, РЕШЕНИЯ, ПРАКТИКА!

Регистрационное свидетельство ПИ № ФС 77-35049
Министерства РФ по делам печати,
телерадиовещания и средств массовых
коммуникаций от 20 января 2009 г.

ISSN — 2222-5439

Учредитель:

ООО «Издательский дом «Мир Композитов»
8 (921) 955-48-47
www.compositeworld.ru

Директор: Сергей Гладунов
gladunov@kompomir.ru

Главный редактор: Ольга Гладунова
o.gladunova@kompomir.ru

Вёрстка и дизайн:
design@compositeworld.ru

По вопросам сотрудничества:
info@kompomir.ru

По вопросам размещения рекламы:
o.gladunova@kompomir.ru

Номер подписан в печать 19.12.2025

Отпечатано в типографии «Премиум Пресс»
Общий тираж 4000 экз.
(печатная + электронная версия)
Цена свободная

Научные консультанты:

Ольга Владимировна Асташкина, к.т.н., доцент,
профессор кафедры Наноструктурных,
волокнистых и композиционных материалов
им. А. И. Меоса Санкт-Петербургского
Государственного Университета Промышленных
технологий и дизайна;

Андрей Юрьевич Кузнецов — к.т.н.,
доцент кафедры Наноструктурных,
волокнистых и композиционных материалов
им. А.И. Меоса Санкт-Петербургского
Государственного Университета Промышленных
технологий и дизайна.

* За содержание рекламных объявлений
редакция ответственности не несет.

При перепечатке материалов ссылка
на журнал «Композитный Мир» обязательна.

Мнение редакции может не совпадать
с мнениями авторов.



Новости 6

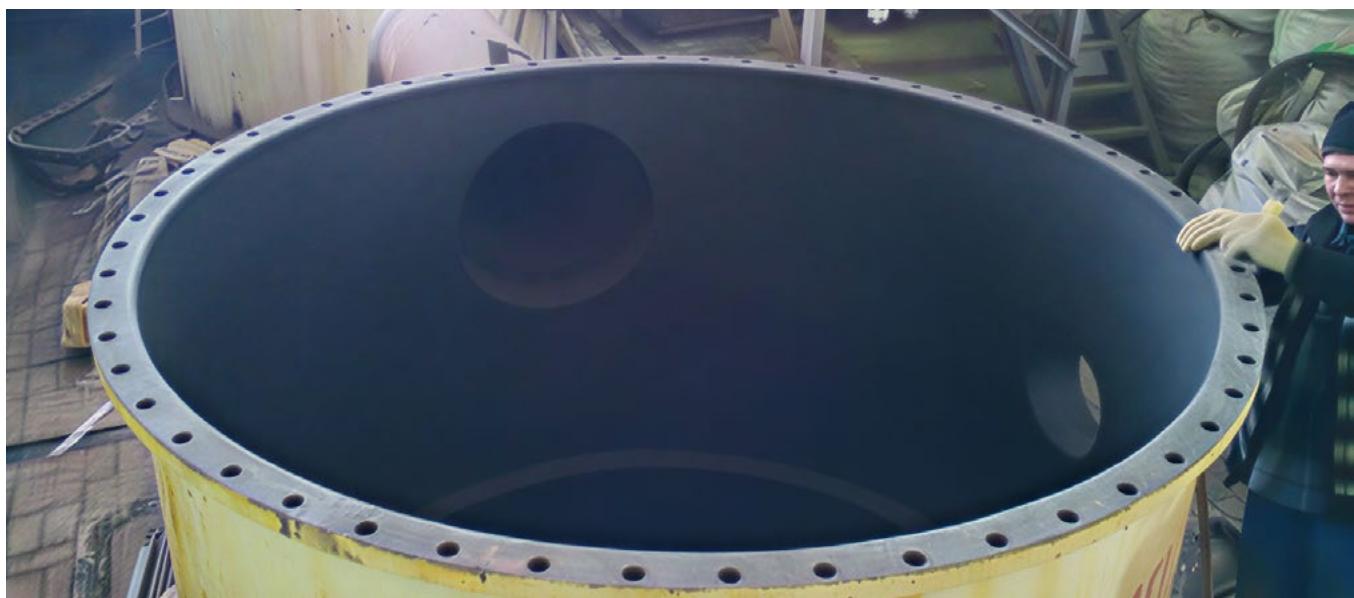
Отрасль

Компания «Полимерпром» провела цикл практических семинаров	22
Композитные и новые материалы обсудили в Петербурге	26
Итоги уходящего 2025 года и планы на грядущий год	28
JEC World 2026: финалисты премии Innovation Awards	30

Материалы

Особенности применения аэрозольных kleев	42
ООО «Зефир» научный подход к созданию связующих для ПКМ	46





Технологии

Комбинированный метод рециклинга: как спасти углеродное волокно из отходов углепластика	48
Все течет, все изменяется!	50

Наука

Композиционные материалы для радиационной безопасности	54
Отраслевые мероприятия 2026	58





«Росатом» поставил первые лопасти для ветропарка в Кыргызстане

АО «Росатом Ветролопасти», предприятие Композитного дивизиона «Росатома», поставило первые комплекты лопастей для строительства ветропарка мощностью 100 МВт в населённом пункте Кок-Мойнок города Балыкчы Иссык-Кульской области Кыргызской Республики.

Всего в 2025 году будет поставлено 8 комплектов лопастей из угле- и стекловолокна, которые предназначены для монтажа 8 ветроустановок мощностью 2,5 МВт каждая. По словам генерального директора АО «Росатом Возобновляемая энергия» Григория Назарова, поставка лопастей российского производства в Кыргызскую Республику — важный шаг для развития международных проектов «Росатома».

«Госкорпорация последовательно развивает производство высокотехнологичной продукции для проектов ВИЭ в России, повышая уровень локализации и импортонезависимость. Уверен, что это укрепит позиции России на международном рынке ВИЭ и способствует устойчивому развитию Кыргызстана», — добавил Григорий Анатольевич.

Также Композитный дивизион поставил весь необходимый объем лопастей для ветроустановок первой очереди крупнейшего российского ветропарка в Дагестане — Новолакской ВЭС — установленной мощностью 152,5 МВт и начал поставки для второго этапа. Суммарная установленная мощность всего ветропарка составит 300 МВт.

t.me/kbgforum

В Башкирии запустили композитный нефтепровод

«Башнефть» начала опытно-промышленную эксплуатацию своего первого трубопровода из композитных материалов. Протяженность нефтепровода на месторождении им. Мунира Галлямова составила 10 км. Это существенно повысило эффективность транспортировки нефти, экологическую и промышленную безопасность.

Трубопровод собрали методом свинчивания труб. Благодаря этому скорость монтажа увеличилась в 5 раз по сравнению с традиционной сваркой сталь-

ных труб. Композитный трубопровод не подвержен коррозии. Поэтому он не требует электрохимической защиты, антакоррозийного ингибирирования и чистки. Гарантированный срок службы такой «трубы» выше в 3 раза — до 50 лет.

Более гладкая внутренняя поверхность композитного нефтепровода значительно снижает гидравлические потери при перекачке нефти. Также не образуются отложения на стенках труб, которые со временем уменьшают пропускную способность стальных трубопроводов.

Переход на трубы из инновационного материала позволит значительно ускорить строительство новых нефтепроводов и освоения запасов. Проект был инициирован специалистами «Башнефть-Добыча» — оператора «Башнефти» по разработке месторождений углеводородов.

Запуск трубопровода из композитов — первый этап в создании масштабной производственной инфраструктуры с использованием инновационных разработок в новом нефтеносном районе Башкортостана, подчеркнули в башкортостанской компании.

Месторождение имени Мунира Галлямова открыли в Башкирии в 2022 году. В 2023 году стало известно, что дочка «Роснефти» получила притоки нефти и газа на этом месторождении сразу с 5 продуктивных пластов. Они залегают на глубинах менее двух километров.

iadevon.ru

Композитный прорыв в теплосетях Татарстана

«Татнефть-Пресскомпозит» в рамках комплексной модернизации тепловых сетей завершают работы по замене изношенных металлических участков на современные композитные трубопроводы.

В Зайнске заменено 72,4 метра теплопровода, в Набережных Челнах — 31 метр. Рабочее давление труб достигает 40 атмосфер, температура рабочей среды до +130°С. Композитные трубы имеют экспертное заключение о соответствии продукции единным санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям. Ввиду легкого веса, отсутствия необходимости в привлечении тяжелой техники и сварных работ такие трубы значительно снижают стоимость и облегчают строительно-монтажные работы.

Эти проекты — часть стратегии Татнефти по замене



ветхих сетей на технологичные решения, которые не просто устраниют аварийность, но и создают основу для устойчивого и экономически эффективного теплоснабжения на полвека вперёд.

Непробиваемый «Одуванчик»: российские танки получили инновационную защиту

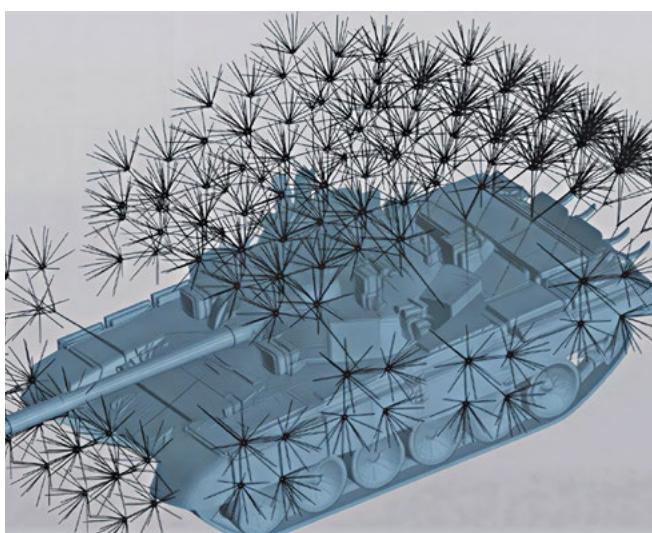
Российскую бронетехнику в зоне специальной военной операции, включая танки, начали оснащать новой пассивной системой защиты от беспилотников. Она получила название «Одуванчик».

Речь идет о модульных конструкциях из стеклопластика, которые внешне напоминают цветок. Одним из важных преимуществ «Одуванчика» является его легкий вес. Этим данная система выгодно отличается от традиционных защитных модулей, выполненных из металла.

Стеклопластиковые конструкции обладают гибкостью, что позволяет боевым машинам уверенно перемещаться в сложных условиях, например, среди ветвей деревьев. Металлические аналоги часто получали повреждения в таких условиях.

Помимо этого, облегченная конструкция положительно сказывается на динамических характеристиках бронетехники, уменьшая нагрузку на механизмы поворота башен и боевых модулей.

voennoedelo.com



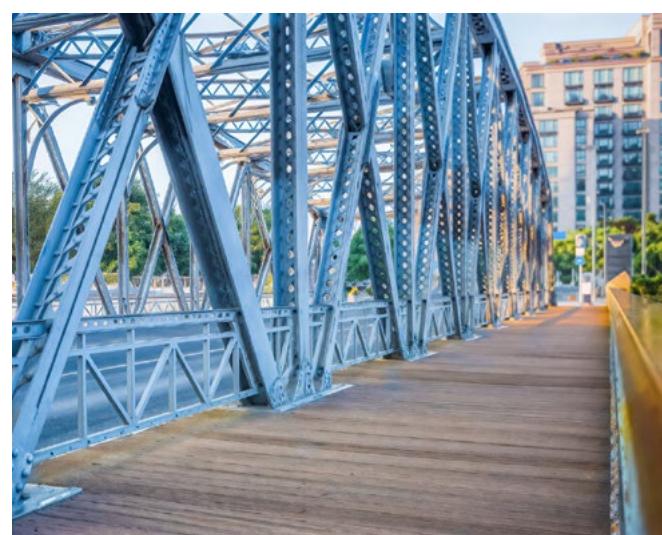
Заклепки из усиленного стекловолокном полипропилена

Группа исследователей из Сколтеха и их китайские коллеги из Харбинского политехнического университета успешно испытали новый тип креплений для композитных конструкций. Разработанные ими заклепки из усиленного стекловолокном полипропилена могут стать полноценной заменой тяжелым и подверженным коррозии металлическим болтам, которые до сих пор остаются слабым звеном во многих современных сооружениях.

Проблема, которую решают ученые, носит системный характер. В России, как и во многих странах мира, эксплуатируются десятки композитных мостов, где все основные элементы выполнены из современных полимерных материалов. Однако соединение этих элементов между собой по-прежнему осуществляется с помощью металлического крепежа. Эти болты не только утяжеляют конструкцию, но и часто определяют общий срок службы всего объекта из-за неизбежной коррозии, особенно в агрессивных средах — на морских причалах, химических заводах или в контакте с паром на теплоэлектростанциях.

«В России используется множество мостов, полностью выполненных из композитных материалов. Однако есть важный нюанс: композитными сделаны все основные элементы, кроме соединительных узлов — в них применяются металлические болты. Это решение имеет недостатки: металл утяжеляет конструкцию и снижает общий срок ее службы. Из-за коррозии болтов часто именно они определяют ресурс всего сооружения. Особенно остро эта проблема проявляется в агрессивных условиях — например, в морской воде, на химических производствах или в контакте с горячим паром, как в градирнях тепловых электростанций», — Александр Сафонов, руководитель исследования, доцент Центра технологий материалов Сколтеха.

science.mail.ru





Росатом построит ветроэлектростанцию в Ставропольском крае

Компания «ВетроОГК-3» (входит в «Росатом Возобновляемая энергия») получила разрешение на строительство Симоновской ВЭС. Ветропарк будет состоять из 20 установок общей мощностью 50 МВт. Проект прошел все экспертизы и соответствует требованиям экологической, санитарной и пожарной безопасности.

Ставропольский край — один из лидеров зеленой энергетики России: около 20% энергии регион получает от солнца, ветра и воды. Ранее «Росатом» ввел там семь ветростанций общей мощностью 765 МВт: Кочубеевскую (самая крупная в России), Бондаревскую, Кармалиновскую, Медвеженскую, Берестовскую, Кузьминскую и Труновскую.

О строительстве Симоновской ВЭС договорились в 2024 году на Кавказском инвестиционном форуме. Работы планируют завершить к 2028 году. Всего к этому сроку «Росатом» намерен ввести уже свыше 2 ГВт ветро мощностей по всей стране.

strana-rosatom.ru

Завод по производству самолетов из полимерных материалов построят в Бердске

К 2028 году в Бердске планируют построить завод по производству летательных аппаратов из полимерных композиционных материалов. Недавно прошёл Совет по инвестиционной деятельности, на котором обсудили строительство завода по производству летательных аппаратов. Он должен появиться на участке в районе аэродрома «Бердск-Центральный».

«Проектом занимается один из крупнейших научно-исследовательских и испытательных центров авиационной и космической отраслей России — «СибНИА им. С.А.Чаплыгина», — сообщил мэр Бердска Семен Лапицкий.

Работа завода должна начаться в 2028 году. В производство войдут четыре типа летательных аппаратов: начиная от учебного и заканчивая пассажирским региональным на 24 пассажирских места.



Отмечается, что при полной загрузке производства количество рабочих мест достигнет 270 человек, общая сумма налоговых поступлений в городской бюджет Бердска оценена примерно в 180 млн рублей ежегодно.

Применение композитных материалов в авиационной промышленности позволяет создавать более лёгкие и прочные самолёты, что способствует снижению эксплуатационных расходов и повышению безопасности полётов.

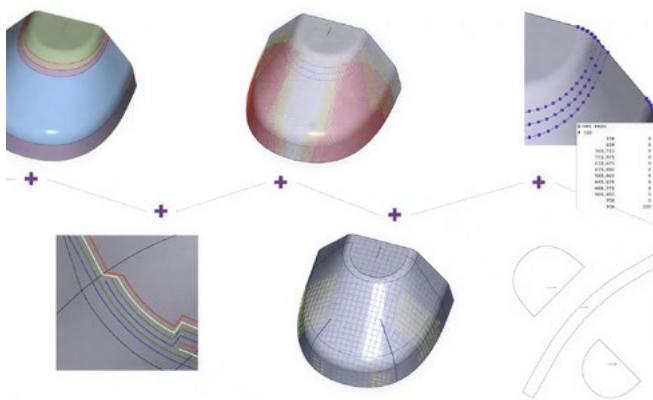
vn.ru

Система автоматизированного проектирования композитных изделий «САРУС+ Композиты»

«Национальная компьютерная корпорация» (НКК) объявила о выпуске коммерческой версии ПО «САРУС+ Композиты» для послойного проектирования и технологической подготовки производства композитных изделий сложных геометрических форм.

На сегодняшний день «САРУС+ Композиты» является единственным в России решением, которому экспертный совет Минцифры присвоил статус аналога зарубежных САПР изделий из полимерных композиционных материалов. ПО «САРУС+ Композиты» включено в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных. Решение основано на технологической платформе СПЖЦ и полностью совместимо с операционной системой Astra Linux.

«САРУС+ Композиты» позволяет формировать цифровую модель слоистой структуры композитного пакета, а также выполнять технологическую подготовку производства с высокой точностью моделирования процессов выкладки. В частности, ПО предоставляет расширенные средства анализа отклонения волокон в процессе выкладки слоев. Система автоматически вычисляет массу и моменты инерции детали с учетом производственных ограничений и примененных технологических операций, исключая погрешности ручных расчетов. Кроме этого, программный продукт обеспечивает автоматизированную подготовку производственных данных для интеграции в рабочие процессы предприятия.



Возможности ПО SARUS+ Композиты успешно протестированы на моделях изделий российских предприятий, в частности, на моделях одного из лидеров отрасли авиастроения - АО «Уральский завод гражданской авиации» (УЗГА). В рамках испытаний специалисты УЗГА отметили, что решение позволяет обеспечить полный цикл сквозного процесса послойного проектирования и технологической подготовки производства композитных изделий на основе исходной геометрии 3D-моделей без необходимости ее перестройки. Также ПО прошло проверку на корректность совместной работы с промышленным оборудованием для производства изделий из композитов от российского производителя АПЕКС.

«Современный российский рынок композитных изделий демонстрирует устойчивую потребность в специализированных импортонезависимых решениях. Наше ПО позволит отечественным предприятиям авиа- и ракетостроения, двигателестроения, судостроения, автомобилестроения и общего машиностроения продолжить применение устоявшихся методик проектирования и технологической подготовки производства на новом уровне автоматизации и удобства работы, соблюдая при этом все требования по импортозамещению», — уверен Дмитрий Прилуцкий, директор R&D НКК Машиностроение.

sarusplus.ru

Уральская компания выпустит первые в мире композитные шкивы для лифтов

Инженеры челябинского научно-производственного объединения «Урал», выпускающего комплектующие из полимерных и композитных материалов, разработали инновационную технологию. Она позволяет заменить детали и узлы лифтового оборудования с самыми ответственными функциями, традиционно изготавливаемые из металла, изделиями из композитов. Они легче, дешевле и долговечнее. Технологичное решение компания представила на прошедшей недавно в Минске международной промышленной выставке «Иннопром. Беларусь».

«Мы занимаемся разработкой и производством полимерных и композитных деталей, способных



заменить металлические аналоги в узлах различных машин и агрегатов. Ведём инициативные разработки, подбирая материал и технологию изготовления деталей. А затем убеждаем потенциальных клиентов — металлургические и машиностроительные предприятия — использовать их при производстве продукции. Причем они не всегда сразу верят, что это вообще возможно. Например, лифтовые заводы поначалу не хотели даже рассматривать наши предложения. Но международные выставки, дающие возможность пообщаться с руководителями вживую, меняют ситуацию. Это отличный канал продвижения», — отмечает коммерческий директор НПО «Урал» Геннадий Переходько.

По его словам, перспективные договоренности о сотрудничестве с потенциальным выходом на контракты достигнуты с девятью компаниями — пятью российскими и четырьмя белорусскими. Инновационной разработкой челябинских инженеров — канатоведущим шкивом для лифтов из композитных материалов — заинтересовался Могилевский лифтостроительный завод. Такой шкив — одна из самых нагруженных деталей в лифтовом механизме подъема: через нее проходят металлические тросы, опускающие и поднимающие лифт.

Производители по всему миру изготавливают эти изделия из чугуна. Но композитный шкив НПО «Урал» в несколько раз легче, что упрощает его замену и обслуживание. Кроме того, использование нового материала продлевает срок службы тросов, которые соприкасаются со шкивом.

bfm74.ru

Во владимирской области открылся НИЦ по разработке стекловолокна и композитов

18 декабря на производстве АО «Росатом Стекловолокно» (входит в состав Композитного дивизиона «Росатома») состоялось открытие научно-исследовательского центра, который станет ключевой площадкой для развития передовых компетенций и технологических решений в области производства стекловолокна и композитных материалов.

Работа центра будет направлена на разработку



материалов с уникальными характеристиками, способных повысить конкурентоспособность отечественной продукции, создание собственных технологий производства стекловолокна, снижение зависимости от импортных решений.

Современная инфраструктура центра включает аналитическое и исследовательское оборудование, позволяющее проводить комплексные исследования состава стекла, его сырьевых составляющих и компонентов замасливателей, а также готовых композитных изделий. Специализированное испытательное оборудование центра было спроектировано и реализовано в сотрудничестве с компанией ООО «ЮМТ Инжиниринг» (входит в состав Композитного дивизиона «Росатома»).

Входящая в состав центра лаборатория стекла и замасливателя станет базой для спектрального исследования минерального сырья, анализа органических компонентов, и разработки требований к сырьевым компонентам.

«Функциональность центра также дополняет испытательная лаборатория, отвечающая за тестирование физико-механических и химических свойств материалов, контроль качества готовой продукции, формирование стандартов и технических условий, а также оценку технологичности композитных изделий. Создание системного подхода к качеству позволит ускорить внедрение новых материалов в промышленное производство», — отметил Радик Янабаев, заместитель генерального директора по развитию бизнеса.

Запуск центра обеспечил создание десяти новых рабочих мест для специалистов высокой квалификации. Сформированная междисциплинарная команда будет заниматься разработкой и интеграцией инновационных решений, применением современных методов исследований и освоением передовых мировых технологий. Центр станет площадкой развития научного потенциала компании и региона.

rosatom-composites.ru

Гибридный плавающий вездеход на гусеничном ходу — победитель в номинации «Выбор Москвы»

В столице прошла Национальная премия «Лучший промышленный дизайн России». Помимо 68 лауреатов



экспертного и народного голосования, жюри выбрало победителей в трех специальных номинациях. Ими стали столичные проекты — электропоезд, вездеход и настольный светильник в форме матрешки.

Победителем в специальной номинации «Выбор Москвы» за вклад в развитие городской индустриальной среды стал совместный проект компаний Terranica и кузовного ателье CARDI. Это гибридный плавающий вездеход на гусеничном ходу, обладающий запасом хода свыше 1000 километров. Он оборудован просторным салоном, который трансформируется в спальное место, климат-контролем и мультимедиа. Алюминиевый каркас и конструкция кузова из стеклопластика выдерживают значительные нагрузки и обеспечивают защиту пассажиров в любых условиях.

Премия «Лучший промышленный дизайн России» была учреждена в 2023 году. Конкурс проводится совместно с Министерством промышленности и торговли Российской Федерации. В 2024 году в соответствии с постановлением Правительства РФ премии был присвоен статус национальной, что свидетельствует о ее высокой значимости и признании со стороны профессионального сообщества.

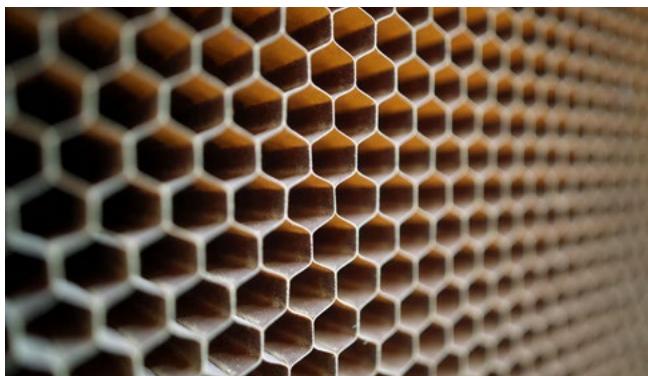
www.mos.ru

Стеклосотопласти позволили двигателям соответствовать международным стандартам

Шум от самолетов — это не только дискомфорт, но и серьезный вопрос экологии. К счастью, современные технологии помогают сделать авиацию тише. Для этого в двигателях используются специальные звукопоглощающие панели. Ученые ОНПП «Технология» (входит в «Ростех») разработали для них ключевой компонент — стеклосотопласт.

Разработанные учеными Обнинского научно-производственного предприятия «Технология» им. А.Г. Ромашина Госкорпорации Ростех стеклосотопласти обеспечили соблюдение параметров шумности по международным стандартам ICAO. Новые материалы используются в производстве панелей шумоглушения для авиадвигателей перспективных отечественных авиалайнеров.

Звукопоглощающие конструкции — это высокотехнологичные изделия с многослойной сотовой струк-



турой, повышенной акустической эффективностью и эксплуатационной надежностью. В них звуковая волна рассеивается при прохождении через слои, имеющие различную структуру.

Важной составляющей рассеивающей конструкции стали слои стеклосотопласта – разработанного учеными ОНПП «Технология» сотового заполнителя из стеклоткани и полимерных связующих. Материал сохраняет свои свойства при повышенных механических и температурных нагрузках.

Всего ОНПП «Технология» разработало 20 марок стеклосотопластов с ячейками различных номиналов, работоспособных при температурах до 300 °С. Четыре из них успешно внедрены в производство звукопоглощающих конструкций авиационных двигателей, в том числе ПД-8 и ПД-14.

«Предприятие является участником программы производства комплектующих для отечественных двигателей ПД-14 и ПД-8, которые разрабатываются для перспективных воздушных судов российского производства. До 2030 года ОНПП «Технология» необходимо произвести в интересах заказчиков более 20 тысяч звукопоглощающих и прирабатываемых панелей, на 100% выполненных из отечественных композиционных материалов», – сказал генеральный директор ОНПП «Технология» Андрей Силкин.

rostec.ru

Малое высокоскоростное пассажирское судно ПЕЛИКАН

Российский морской регистр судоходства (РС) согласовал технический проект высокоскоростного пассажирского судна ПЕЛИКАН на 48 пассажиров, материал корпуса – композит. Постройка этого судна будет осуществляться на «Фабрике Композитов» (Нижний Новгород). Проект судна – один из немногих в РФ проектов пассажирских судов из композитов. Тем не менее это направление стремительно развивается, во многом усилиями КБ «АН Марин Консалтинг» (АНМК) в сотрудничестве с заинтересованными производителями и РС.

Проект, разработанный АНМК отвечает потребностям транспортировки пассажиров, в первую очередь – перевозке групп туристов в курортных городах. Ситуация такова, что береговая инфраструктура подчас отсутствует или находится в плачевном состоянии.

Проектируемое же судно имеет минимальную осадку и требует причалов небольшой длины, а также обладает возможностью высадки пассажиров на необорудованный берег. Вместимость судна выбрана в соответствии с пассажировместимостью одного пассажирского/экскурсионного автобуса.

Существенной проблемой, которую предстояло решить при проектировании, является обеспечение адекватной массы судна, с учетом всего требуемого для пассажирских судов оборудования. Применение композита в качестве материала корпуса не так давно стало возможно благодаря совершенствованию Правил РС. Именно применение композита позволяет сэкономить до 15% массы корпуса, что существенно для подобного судна.

Материал корпуса судна – стеклопластик на основе мультиаксиальных тканей, с использованием трехслойных конструкций выше ватерлинии. Особое внимание уделено перевозке пассажиров с ограничениями по мобильности: имеется площадка для перевозки пассажиров в коляске, дверь с «нулевым комингсом» и адаптация санузла.

Основные характеристики: длина наибольшая (с кринолином) 19.9м, ширина 4.80м, стационарные двигатели, водометы, скорость до 25 узлов (по согласованию с заказчиком), экипаж 2 человека, пассажиры – до 48 человек.

anmarineconsulting.ru

Новые фонари в цветах триколора зажгли на улицах Гусь-Хрустального

В Гусь-Хрустальном появились новые элементы благоустройства, выполненные в цветах государственного флага. Как сообщил в своем Телеграм-канале глава города Алексей Соколов, на улицах Писарева и Плеханова состоялся торжественный запуск специализированных фонарей, светильники которых окрашены в белый, синий и красный цвета российского триколора.

Особенность новых городских объектов заключается в их производстве. Стойки для фонарей изготовлены из современных композитных материалов на основе стекловолокна, которое выпускается местным предприятием «Русатом Стекловолокно». Это под-



черкивает не только эстетическую, но и промышленную значимость Гусь-Хрустального как одного из традиционных центров стекольного производства страны. Внутри каждого светильника установлена светодиодная подсветка.

Установка фонарей проведена в рамках масштабного проекта по благоустройству «Легенды Стеклодува», направленного на создание уникального облика города и подчеркивание его историко-культурной идентичности.

«Мы обязательно продолжим делать наш город красивее и комфортнее при участии предприятий и предпринимателей, а также благодаря поддержке руководства Владимирской области!», — заключил глава муниципалитета.

progorod33.ru

Еще одно новое российское скоростное судно с композитным корпусом

Известное отечественное предприятие «НПК Морсвязьавтоматика» («НПК МСА», Санкт-Петербург) в 2025 году разработало проект скоростного модульного пассажирского катамарана на глубокопогруженных подводных крыльях – «MCAT 20». Судно получит композитный корпус и подводный двигатель с интегрированным электромотором. На предприятии готовы самостоятельно изготавливать до 80% всех компонентов перспективного катамарана.

«Морсвязьавтоматика» работает уже более 20 лет. Здесь разрабатывают собственное оборудование для российских судов и производят различные компоненты. Также есть и собственные проекты в судостроении. Перспективный катамаран на глубокопогруженных подводных крыльях MCAT 20 здесь готовы строить самостоятельно с максимальной долей отечественных компонентов.

Это 80-местное судно, занимающее промежуточную нишу между уже существующими и строящимися серийно скоростными судами на подводных крыльях – 45-местным «Валдай-45Р» и 120-местными «Метеор-120Р» / «Метеор-2020» / «Комета-120Р».

В конструкции MCAT-20 будут применены: композитный корпус, выдвижные подводные крылья с управляемыми закрылками, компактные двигатели с интегрированными электромоторами, современные



источники питания. Использование композитных материалов позволяет значительно снизить вес конструкции, сократить скорость строительства, повысить прочность корпуса и увеличить срок службы судна.

На предприятии рассчитывают построить первый экземпляр, «показать судовладельцам работающее судно, поставить его на воду, провести весь цикл испытаний, подтвердить заложенные характеристики», а затем приступить к его выводу на рынок. Специалисты «НПК Морсвязьавтоматика» при наличии должного инвестирования планируют наладить производство до 15–20 скоростных судов в год.

tehnoomsk.ru

Монолитный колёсный диск из углепластика

Новый колёсный диск из углепластика разработали и представили инженеры «Конструкторского бюро молодежи» при МГТУ им. Баумана. Использование углепластика позволило значительно снизить вес диска, что положительно скажется на динамике автомобиля, его управляемости и топливной экономичности.

Технология термокомпрессионного формования и прессования в алюминиевой оснастке позволила создать монолитную конструкцию, обладающую высокой прочностью и жёсткостью при минимальном весе. Это обеспечивает не только улучшенные эксплуатационные характеристики, но и повышенную безопасность. Углепластик, в отличие от традици-



онных металлических сплавов, обладает высокой устойчивостью к коррозии, что увеличивает срок службы изделия.

Применимость диска к родстеру «Крым», а также к моделям «Калина» и «Гранта» открывает широкие перспективы для его использования на отечественном рынке. Это может стать стимулом для дальнейшего развития технологий производства композитных материалов в России и внедрения их в автомобильную промышленность.

www1.ru

В «Татнефть-Пресскомпозит» начали выпускать композитные строительные леса

В современном строительстве активно внедряются новые материалы, которые позволяют повысить уровень безопасности, удобства и производительность строительных работ. Один из самых перспективных примеров - диэлектрические леса из стеклопластика от «Татнефть-Пресскомпозит», предназначенные для работ в условиях повышенного электрического напряжения. Конструкции сочетают в себе прочные эксплуатационные характеристики с электрической изолирующей способностью, что делает их незаменимыми в строительстве на объектах, энергетики, дорожного строительства, на промышленных предприятиях и в городской среды.

Главное преимущество — диэлектричность. Леса из стеклопластика не проводят электрический ток, позволяя работать в непосредственной близости от электроустановок, воздушных линий или распределительных щитов без риска поражения током. Это делает их безопасными для энергетиков, электромонтёров, работников коммунальных служб и аварийных бригад.

При этом стеклопластиковые леса не подвержены коррозии и не требуют дополнительной обработки, в отличие от металлических. Нет необходимости периодически окрашивать или наносить защитные составы, что уменьшает эксплуатационные расходы.

Модели диэлектрических лесов от «Татнефть-Пресскомпозит» оснащаются модульной системой соединений, что обеспечивает быструю сборку и надёжную



фиксацию. Высота рабочей площадки может варьироваться до десяти метров, в зависимости от задач строительного или ремонтного процесса.

Отдельно стоит отметить эргономику и транспортировочные характеристики. Лёгкий вес позволяет переносить секции вручную без использования подъёмной техники. Конструкции компактно складываются, занимая минимум места в грузовом авто или на складе. Это удобно для мобильных бригад, которые постоянно переезжают с объекта на объект.

www.tnpc.ru

Экологичный материал из старых шин создают в РТУ МИРЭА

Горы использованных автомобильных шин, которые десятилетиями копят на полигонах, теперь могут получить вторую жизнь. Исследователи из РТУ МИРЭА разработали способ, который позволяет превращать такие отходы в компонент для современных строительных и промышленных материалов. Подход решает сразу две задачи: сокращает объем трудноразлагаемого мусора и создает полезные продукты из того, что раньше считали бесполезным. Такой взгляд на переработку демонстрирует, как можно строить экономику, где отходы одного производства становятся сырьем для другого.

Обычно переработка использованных шин и пластика связана со значительными трудностями и затратами. Нужно разделять компоненты, добавлять специальные вещества, предотвращающие преждевременное отверждение, и решать вопросы энергозатрат. Новый способ российских исследователей позволяет одновременно перерабатывать и полиэфир, и резину в одном реакторе. Предложенный подход особенно актуален для отходов полиэфирного шинного корда, которые извлекают из шин при их переработке. В процессе переработки из резины происходит выделение технического углерода, который выполняет роль стабилизатора, предотвращая преждевременное отверждение смолы. Это свойство позволяет полностью отказаться от применения дополнительных химических стабилизаторов, что составляет основное преимущество новой технологии.



Разработка имеет перспективу широкого практического применения. Получаемые смолы после отверждения обладают высокими механическими характеристиками, такими как прочность и твердость, что позволяет использовать их в производстве композитных материалов, строительных элементов и других изделий. Таким образом, то, что раньше отправляли на свалку, теперь может стать сырьем для новой продукции.

«Мы смогли подобрать такие условия и реагенты, которые делают процесс эффективным и управляемым, — отмечает Роман Томс, доцент кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений имени С.С. Медведева РТУ МИРЭА. Это демонстрирует, что даже сложные многокомпонентные отходы можно превращать в ресурс, минуя стадию сложной и дорогой сепарации».

scientificrussia.ru

В ТвГУ совместно с ВНИИСВ получили СВМПЭ волокно прочнее иностранных аналогов

Ученые Тверского государственного университета совместно с лабораторией гель-технологии ВНИИСВ на технологической площадке ВНИИСВ получили из геля сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ) высокопрочное волокно прочнее иностранных аналогов.

Прочные волокна из СВМПЭ, обладающие высоким сопротивлением к удару, низкой температурой стеклования, высокой хемостойкостью и другими замечательными свойствами, можно с успехом использовать при производстве материалов двойного назначения (бронежилетов, защитных шлемов и др.), канатов для использования в условиях Крайнего Севера, в качестве спортивной одежды, парашютных строп и др. рассказал заведующий кафедрой физической химии ТвГУ, доктор химических наук, профессор, Заслуженный работник высшей школы РФ Павел Пахомов.

Сегодня основное производство нитей из СВМПЭ сосредоточено в Нидерландах, США, Японии и Китае. Лучшие американские и голландские волокна СВМПЭ имеют прочность на разрыв до 350 кг/мм², а отечественное волокно — 400 кг/мм², почти полтонны на 1 квадратный миллиметр. Но и это не предел, поскольку в лабораторных условиях (ФТИ им. А.Ф. Иоффе, отдел физики прочности) удалось получить волокно СВМПЭ с прочностью 1 т/мм², что является ориентиром для технологов.

По словам ученого, поскольку полиэтилен отличается очень низкой температурой стеклования (-80°C), то материалы из прочных волокон СВМПЭ (канаты, ткани) можно использовать при освоении Крайнего Севера, и они при этом не будут хрупким стеклом, а сохранят высокоэластические свойства.

Ректор ТвГУ Дмитрий Беспалов отметил, что разработка тверских ученых имеет не только научное, технологическое, но и стратегическое значение:

«Создание отечественного сверхвысокопрочного волокна открывает новые возможности для российской промышленности. Это результат многолетней научно-фундаментальной и технологической работы, которой мы гордимся. Наш университет продолжит поддерживать научные коллективы, создающие технологии мирового уровня».

tversu.ru

Сваи из стеклопластика для строительства в зоне вечной мерзлоты

Ученые Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого разработали новое решение для строительства в условиях вечной мерзлоты — облегченную буроопускную сваю из стеклопластика со сниженной материалоемкостью.

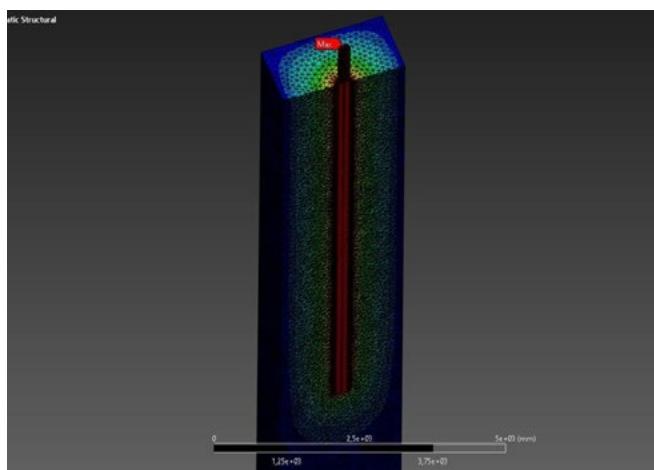
Инженерам удалось снизить вес сваи более чем на 6%, а материалоемкость — на 5% при одновременном росте несущей способности по сравнению с традиционными решениями. Также разработана цифровая модель, которая способна прогнозировать поведение сваи в многолетнемерзлом грунте с точностью до 95%, что подтверждают проведенные в Якутске испытания.

Полимерные материалы, инновационная конструкция сваи, а также ускорение проектирования с помощью цифровой модели позволяет снизить общие затраты на возведение фундаментов в условиях многолетнемерзлых грунтов до 10%. Одновременно повышается надежность фундаментов и снижается риск аварий и дорогостоящих ремонтов.

Новая технология может быть востребована в нефтегазовой отрасли, энергетике и жилищном строительстве. Планируется, что путь от испытаний до промышленного освоения займет около пяти лет.

Разработкой сваи занимались исследователи Научно-технологического комплекса «Новые технологии и материалы» Института машиностроения, материалов и транспорта СПбПУ при поддержке федеральной программы «Приоритет-2030».

archi.ru



Систему бесконтактного исследования материалов разработают в России

Исследователи Московского авиационного института (МАИ) создают первую отечественную систему для бесконтактной оценки свойств материалов оптическим методом. С ее помощью можно будет исследовать характеристики стеклопластика, углепластика и других композитов при проектировании высокотехнологичных изделий, в том числе беспилотников, сообщили в пресс-службе вуза.

«Для оценки свойств материала сначала изготавливается тестовый образец. На его поверхность наносится специальный рисунок из множества точек. Образец помещается в гидравлический пресс или разрывную машину и подвергается механическому воздействию — растяжению, сжатию или изгибу. В это время высокоскоростная цифровая камера непрерывно фиксирует изменения на поверхности. Программное обеспечение, используя метод цифровой корреляции изображений, сопоставляет смещение пикселей на фотографиях до и после деформации. На основе этих данных вычисляются физико-механические характеристики материала, такие как модуль упругости, пределы текучести и прочности», — заявил участник проекта, студент института № 6 «Аэрокосмический» МАИ Олег Ким.

Метод цифровой корреляции широко применяется при исследовании свойств материалов, однако подобные комплексы в России не производят и используют зарубежные. Цель специалистов МАИ — разработать конкурентоспособную отечественную систему. В рамках проекта уже создан прототип, подбираются разные варианты оснащения комплекса в зависимости от потребностей эксплуатантов.

«Такие установки могут закупать для обучения специалистов. Под эту задачу будет достаточно оснастить комплекс одной камерой. Она зафиксирует изменения на поверхности образца и выдаст двухмерные изображения — здесь важен не столько результат, сколько принцип работы. А если говорить о серьезных исследованиях, где в приоритете точность, необходима установка двух камер, с которых получим трехмерное изображение», — отметил Ким.

Программное обеспечение тоже может меняться в зависимости от цели: анализировать только простые перемещения точек при растяжении образца или поддерживать обработку более сложных видов испытаний, например, на трещиностойкость. Представить готовые к внедрению решения планируется к концу 2026 года.

tass.ru

СВЧ-обработка полимерных композитов увеличивает их прочность до 45%

Обработка полимерных композитов микроволновым полем (СВЧ) позволит увеличить их прочность

на 27–45%, сделав материал востребованным для использования в условиях Крайнего Севера. К такому выводу пришли ученые Саратовского государственного технического университета им. Гагарина Ю. А. (СГТУ).

Группа исследователей ведет работу над технологией для увеличения долговечности и надежности конструкций из полимерных композитов, изготовленных на основе суперконструкционных полимеров. Как отметили в СГТУ, эта разработка особенно важна для использования в условиях Арктики, где критически необходимы повышенные эксплуатационные характеристики материалов.

«Результаты исследования показали, что при обработке полимерных композитов микроволновым полем прочность материала увеличивается на 27–45 % в зависимости от режима обработки. Обработка ультразвуком при этом позволяет достичь прироста прочности на уровне 11–20%. Особое внимание удалено тестиированию обработанных образцов в условиях многократного «замораживания-размораживания». Образцы, подвергнутые обработке, демонстрируют лучшие показатели стабильности и сохраняют около 80% своей первоначальной прочности даже после длительного пребывания в агрессивной среде низких температур — до минус 50 градусов», — сообщили в вузе.

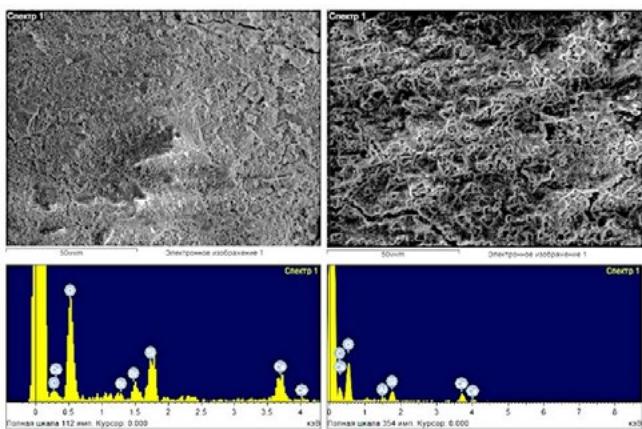
В ходе экспериментальной части ученые провели эффективность методов электрофизической обработки полимеров. Они признали воздействие микроволнами преимущественным способом. Как пояснили в университете, воздействие при помощи СВЧ-полей исключает контакт с поверхностью, что позволяет избежать ее механических повреждений.

«Сейчас коллектив работает над упрочнением композитов на основе суперконструкционного полимера — полиэфирэфиркетона. Это очень перспективный материал, и он может работать в широком диапазоне температур от -60 до 260°С. Учеными нашего коллектива совместно с коллегами из Курчатовского института было выявлено, что обработка в СВЧ-поле и с помощью ультразвука таких сложноформируемых материалов как композиты на основе суперконструкционного термопласта и непрерывного углеродного волокна, полученные методом 3D-печати, дает хорошие результаты по упрочнению», — уточнил исследователь Николай Бекренев.

По мнению авторов исследования, разработка откроет новые перспективы в создании надежных и высокопрочных композитов для строительства и производства оборудования, эксплуатируемого в экстремально холодных условиях Арктики. Также это даст импульс развитию современных технологий, повышающих качество и безопасность инженерных решений в промышленности российского Заполярья.

Исследование проводится в рамках гранта Российского научного фонда совместно со специалистами Курчатовского комплекса химических исследований НИЦ «Курчатовский институт» и Центра коллективного пользования «Исследовательский Научно-аналитический центр НИЦ «Курчатовский институт».

3dtoday.ru



Оксид графена поможет оценивать состояние бетонных конструкций

Якутские исследователи на 48 % увеличили прочность бетона, а также придали ему способность проводить ток, добавив в материал небольшое количество оксида графена. Измеряя электропроводность полученного материала в процессе эксплуатации, будет удобно отслеживать его состояние, например, появление деформаций.

Новый композит также может лечь в основу энергоэффективных покрытий для обогрева дорожных покрытий и полов в зданиях. Кроме того, авторы предложили модель образования трещин в модифицированном бетоне, которая позволит продлить ресурс сооружений, возводимых в условиях Севера и Арктики. Результаты исследования, поддержанного грантом Российского научного фонда (РНФ), опубликованы в журнале «Природные ресурсы Арктики и Субарктики».

Графен — прочный и проводящий ток материал, который состоит из слоев углерода толщиной в один атом. Благодаря таким качествам графен может увеличить прочность стройматериала, а также придать ему способность проводить ток. Последнее свойство можно использовать для отслеживания состояния композита. Например, уменьшение проводимости может указать на избыточные нагрузки и риск разрушения конструкции из такого материала.

Однако исследования показывают, что при добавлении в цементные смеси чистый графен образует плотные скопления и неравномерно распределяется в материале, из-за чего его армирующий (укрепляющий) эффект уменьшается. Поэтому, чтобы равномерно распределить частицы графена в цементной матрице, авторы использовали оксид графена. Благодаря кислородсодержащим группам он лучше чистого графена взаимодействует с окружающим материалом, а потому не слипается в агрегаты. Исследователи изготавлили образцы бетона с добавлением 0,2 % и 0,5 % этого модификатора.

Затем авторы работы протестировали механические и электрические свойства исходного образца и модифицированных бетонов. Для этого образцы сжимали на лабораторной установке и параллельно с этим отслеживали их электрическое сопротивле-

ние. Оказалось, что добавление графена увеличило прочность бетона на 48 %.

Кроме того, бетон, в обычном состоянии не проводящий ток, приобрел это свойство. Более того, электропроводность материала менялась в ответ на механическое воздействие. При сжатии образца она медленно увеличивалась, но при достижении нагрузок, близких к пределу прочности материала, резко падала. Благодаря этому данные об электропроводности модифицированного бетона можно использовать для выявления избыточных нагрузок на материал. В строительстве такой подход позволит контролировать состояние зданий, опор мостов и других бетонных сооружений.

Также авторы разработали численную модель, которая позволяет оценить устойчивость модифицированного бетона к появлению трещин. Разработка будет полезна для оценки надежности сооружений, возводимых из композита, особенно в экстремальных условиях, например, при низких температурах арктических регионов России.

«Подобные бетоны за счёт способности проводить ток могут использоваться не только для мониторинга прочности сооружений, но и для экономичного обогрева дорожных покрытий и полов внутри помещений, защиты от коррозии и морозного растрескивания железобетонных конструкций. Кроме того, потенциально они смогут выполнять роль беспроводной зарядки на дорогах для электромобилей. В дальнейшем мы планируем смоделировать действие электрического тока на процесс разрушения такого материала в условиях низких температур и возможности накопления в нем энергии», — рассказывает руководитель проекта, поддержанного грантом РНФ, Валерий Лепов, доктор технических наук, действительный член Академии наук Республики Саха (Якутия), главный научный сотрудник ИФТПС СО РАН.

www.ras.ru

Белгородские ученые разрабатывают композиционные материалы из натурального сырья

Ученые Белгородского государственного технологического университета имени В. Г. Шухова разработали состав и технологический способ получения композита на основе биоразлагаемого полимера и льняной костры. Его потребителями могут стать производители в области строительства, текстильной промышленности, медицины, сельского хозяйства, 3D-печати.

Полученный материал отличается коротким жизненным циклом и улучшенными физико-механическими характеристиками, его можно использовать в качестве альтернативы традиционным полимерам из нефти, газа и угля. Исследования выполнены на базе молодежной научно-исследовательской лаборатории «Разработка научно-технических основ создания полимерных систем из возобновляемого растительного сырья» кафедры теоретической и прикладной химии



БГТУ, сообщает пресс-служба Министерства науки и высшего образования РФ.

Биопластики с природными добавками, быстро разлагающиеся в естественных условиях и снижающие нагрузку на окружающую среду — перспективное направление в производстве полимерных композиционных материалов. Разработанный учеными БГТУ композит состоит из биоразлагаемой полимерной матрицы и натурального наполнителя. Матрицу получают из полимолочной кислоты, а наполнителем служит специальным образом обработанный порошок из льняной костры (стеблей льна), смешанный с уксусным ангидридом и серной кислотой. Изделия из полимолочной кислоты при компостировании полностью разлагаются на воду и углекислый газ за двадцать-девяносто дней, в то время как для разложения обычных пластиков требуется более ста лет.

Полученный композит превосходит существующие аналоги по физико-механическим характеристикам почти на тридцать процентов за счет повышения адгезии между матрицей и наполнителем. Модифицирование наполнителя предотвращает избыточное набухание материала при воздействии влаги, что является частой проблемой для композитов на основе природных волокон. Кроме того, процесс минимизирует потери воды во время получения композита, что гарантирует стабильность производственного процесса и воспроизводимость свойств конечного продукта.

Разработанный способ получения позволяет повышать процентное содержание натурального наполнителя, что напрямую способствует снижению себестоимости готовых изделий. Использование льняной костры — доступного, возобновляемого и биоразлагаемого побочного продукта сельскохозяйственной переработки — делает представленный композит не только экологичным, но и экономически выгодным решением.

«Мы изучаем взаимодействие полимерной матрицы и растительных наполнителей на молекулярном уровне, подбираем оптимальные рецептурные соотношения, модифицируем поверхности частиц, исследуем режимы температур и давления, чтобы добиться не только биоразлагаемости, но и высоких физико-механических характеристик. Этот процесс требует кропотливой работы, постоянного анализа результатов и совершенствования методики, но именно он позволяет создавать действительно конкурентоспособные и экологичные материалы, которые могут найти широкое применение в самых разных отраслях промышленности», — рассказала руководительница молодежной

лаборатории «Разработка научно-технических основ создания полимерных систем из возобновляемого растительного сырья» Наталья Черкашина.

3dtoday.ru

Новые самовосстанавливающиеся ПУ-материалы получены в лаборатории МГТУ

В лаборатории «Неразрушающий контроль» центра НТИ «Цифровое материаловедение: новые материалы и вещества» МГТУ им. Баумана (г. Москва) получены новые самовосстанавливающиеся полиуретановые материалы посредством проведения реакции Дильса-Альдера между малеимидным преформом и фуран-уретановыми производными (Furan-Urethane Monomers for Self-Healing Polyurethanes), сообщила пресс-служба НТИ.

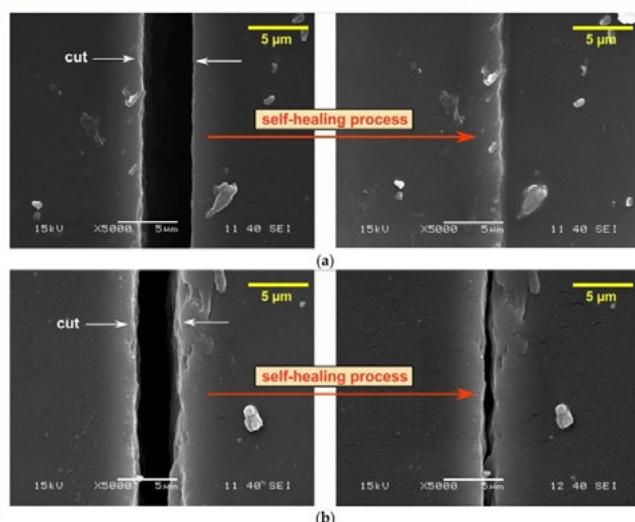
Фуран-уретановые производные были синтезированы на основе различных изоцианатов (МДИ, ТДИ, ГМДИ, гексаметилендиизоцианат), таким образом была показана зависимость механических и самовосстанавливающихся свойств от структуры исходных соединений.

На базе лаборатории также были исследованы молекулярно-массовые характеристики полученных материалов с помощью метода ГПХ, термические и термомеханические характеристики были изучены с помощью ДСК-, ТГА- и ТМА-анализа.

Оценка степени самовосстановления была проведена с помощью механических испытаний на разрыв до и после процедуры самовосстановления, а также визуальной оценки с помощью метода сканирующей электронной микроскопии. Установлено, что разработанный подход позволяет синтезировать полиуретаны с повышенной прочностью и высокоеффективным восстановлением механических свойств после повреждения.

Результаты исследования опубликованы в научном журнале *Applied Sciences* (MDPI).

plastinfo.ru





Перспективы развития полимерных композиционных материалов обсудили в ВИАМ

IX Всероссийская научно-техническая конференция «Полимерные композиционные материалы (ПКМ) и производственные технологии нового поколения» состоялась в НИЦ «Курчатовский институт» — ВИАМ и была посвящена 120-летию со дня рождения выдающегося советского ученого Якова Давидовича Аврасина — основоположника отечественных работ по созданию конструкционных композиционных материалов для авиационной и ракетно-космической техники.

Мероприятие привлекло широкое внимание профессионального сообщества. В работе приняли участие более 180 специалистов из 58 организаций. Участники представляли ведущие предприятия промышленности, научно-исследовательские институты, конструкторские бюро и университеты страны.

Программа конференции включала выступления и работу двух тематических секций. В ходе обсуждений участники обменялись опытом и представили результаты исследований в области разработки новых поколений полимерных композиционных материалов, создания современного технологического оборудования, применения аддитивных и автоматизированных методов изготовления, повышения долговечности и эксплуатационных характеристик ПКМ, разработки связующих, термопластов, сотовых заполнителей и огнезащитных покрытий, а также совершенствования методов контроля и ремонта конструкций из ПКМ.

В частности, были отмечены доклады Бориса Морозова (Филиал ПАО «ОАК» — ОТА ОКБ Сухого) «Особенности совмещенного вакуумного формирования деталей сотовой конструкции с применением новых материалов», Александра Семенцова (АО «НЦП Миль и Камов») «Внедрение конструкционных термопластов в производство деталей вертолетной техники по аддитивной технологии» и Виктора Новикова (Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н. Н. Семенова РАН) «Трудногорючие композиты на основе термопластичных антиприренов».

Участники отметили высокий уровень дискуссии, практическую значимость представленных решений

и важность профессионального взаимодействия, которое способствует развитию перспективных материалов и технологий.

t.me/viam_viam

Новым сферам применения технического текстиля был посвящен круглый стол в РГУ им. А. Н. Косыгина

Производители текстильных материалов и изделий провели в РГУ им. А. Н. Косыгина круглый стол, на котором обсудили вопросы развития технического текстиля и нетканых материалов в России, а завод «Термопол» представил новые разработки продукции на основе нетканых материалов ТМ «Холлофайбер».

Предваряя обсуждение, заведующий кафедрой проектирования и художественного оформления текстильных изделий, доктор технических наук, профессор Сергей Юхин подчеркнул, что для решения актуальных технологических задач необходима совместная работа производителей и научного сообщества: «Сегодня мы переходим на новую национальную модель — новый уровень 5-летней подготовки специалистов, способных решать целый комплекс задач, а технический текстиль предполагает такую масштабность».

Анализируя актуальные разработки и внедрения нетканых материалов Холлофайбер в изделия на примерах проектов завода «Термопол» 2025 года, Владислав Иванов отметил универсальный характер применения инновационного текстиля и композитов: «Мы прогнозировали тренд полифункциональности на протяжении многих лет и в 2025 году видим максимально разноплановую галерею использования Холлофайбер».

В качестве примера было продемонстрировано использование Холлофайбер в элементах ливневой канализации из композиционных материалов на основе нетканых полотен, в портативных гаражах для морозов минус 40 градусов, в нетканой теплоизоляции трубопроводных систем, в пневмокаркасных сооружениях (ПКС), в трубопроводных термочехлах, в инновационных строениях (геокуполах, глэмпингах,

сферах, юртах), в подземных нефтегазопроводах и многие-многие другие.

Значительный интерес участников обсуждения вызвало сообщение о переработке текстильных изделий. Дмитрий Филиппов из «ГК Русит» поднял вопросы рециклинга и полирециклинга в сфере технического текстиля, которые, с учетом возрастающих объемов производства, становятся всё более актуальны.

Начальник лаборатории «Углепластики и органические материалы» НИЦ «Курчатовский институт» — ВИАМ, к.т.н. Александра Сидорина отметила, что в современной авиационной технике доля неметаллических изделий возросла до 50–60%, что открывает перспективу для дальнейшего применения технического текстиля, в частности композитов с углеродными волокнами.

Александр Медведев, д.т.н. из «НПО Стеклопластик», поднял тему внедрений высокотемпературных текстильных материалов в тепловой защите летательных аппаратов, отметив возможности разработок на основе оксида алюминия и кремнезема.

С докладами о развитии технического текстиля и нетканых материалов, в которых пока сохраняется зависимость от импорта химических волокон, выступили представители предприятий СИБУР, «Нетканника», «Термопол-Москва», Группа компаний «РУСИТ», Фабрика нетканых материалов «Весь мир», «Транс-Авто», НИЦ «Курчатовский институт» — ВИАМ, ТК «ИнноТек», НПО «Стеклопластик» и др.

plastinfo.ru

Импортозамещение как стратегический инструмент технологической независимости

На III международном форуме новых материалов, химии и технологий центральной темой станет импортозамещение — ключевой фактор формирования технологического суверенитета России.

Композиционные материалы сегодня определяют основу промышленных инноваций. В рамках обсуждений эксперты оценят перспективы импортозамещения в отрасли, актуальные тенденции рынка и результаты первого года федерального проекта «Развитие производства композиционных материалов».

Особое внимание будет уделено импортозамещению оборудования для новых материалов и химии. Российские предприятия формируют устойчивый спрос на отечественные решения, а машиностроение становится важным звеном технологической независимости. Эксперты рассмотрят задачи производителей и меры поддержки для ускоренной локализации.

Форум состоится 27-28 января 2026 года в Москве и соберёт ведущих представителей науки, промышленности и бизнеса. Участники совместно выработают практические решения по укреплению технологического суверенитета России через системное развитие импортозамещения.

amtexpo.ru



Полиэфирные смолы

Эпоксивинилэфирные смолы

Эпоксидные смолы

Гелькоуты

Стекломатериалы

Системы отверждения

Разделительные системы

Оборудование для стеклопластика и гелькоута

193079, Санкт-Петербург, Октябрьская набережная, 104
+7 (812) 322-91-69 | +7 (812) 322-91-70

office@composite.ru — вопросы общего характера

tech@composite.ru — техническая поддержка

подбор материалов и оборудования

sales@composite.ru — продажи



www.composite.ru



www.composite-shop.ru



Композитные материалы выходят на подиум

На показе Bottega Veneta в Милане новый креативный директор Луиз Троттер представил коллекцию, в которой джемперы и юбки с пушистым ворсом сделаны из переработанного стекловолокна.

Это необычное применение композитных материалов, ведь стекловолокно традиционно используется при производстве лопастей ветрогенераторов, в элементах авиационных конструкций, в медицине или строительной отрасли.

В данном случае выбор материала обусловлен не только заботой об экологии, но и внешним видом изделий: использование плотного материала позволило изделиям выглядеть динамичнее. По словам Луиз Троттер: «На ощупь материал похож на мех, а в движении — как стекло. А изделия из этого материала будто светятся изнутри!»

Композиты вырываются за пределы традиционных отраслей. Благодаря своей лёгкости, прочности и экологичности они открывают новые возможности, проникая даже в такие области, как мир высокого люкса, и становятся ключевым материалом для инноваций.

t.me/kbgforum

Первый композитный бак для космического топлива

Европейское космическое агентство (ESA) объяви-



ло о технологическом прорыве: создании первого в мире бака для хранения жидкого водорода, изготовленного из полимерного материала, армированного углеродным волокном. Это достижение открывает новую веху в разработке легких конструкций для космических аппаратов.

Планируется, что такие ультралёгкие баки будут интегрированы в верхнюю ступень новой европейской ракеты-носителя «Ариан 6» (Ariane 6). Замена традиционных металлических конструкций на передовые композиты позволит сократить массу ступени на несколько тонн. Подобная экономия критически важна в космонавтике, так как каждый сэконоимленный килограмм напрямую увеличивает полезную нагрузку или позволяет сэконоимить огромное количество топлива.

Однако задача оказалась крайне сложной. Для использования в качестве ракетного топлива водород необходимо хранить в жидком состоянии при экстремально низкой температуре -253°C . При таких условиях большинство композитных материалов на основе углеродного волокна становятся хрупкими и теряют герметичность.

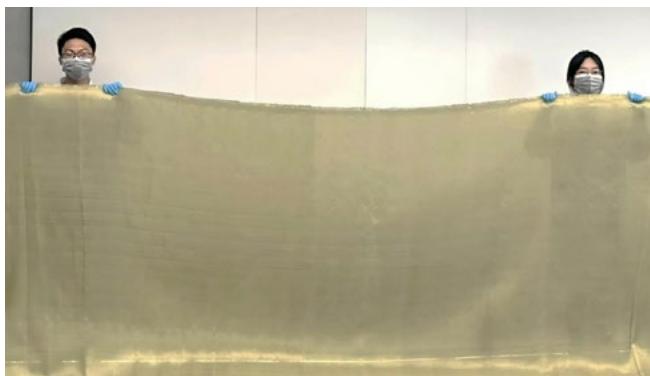
Команда проекта «Феб» (Phoebus) провела масштабную программу исследований и экспериментов. Учёным удалось разработать и усовершенствовать структуру материала, чтобы углепластик мог не только выдерживать криогенные температуры без потери прочности, но и надёжно удерживать жидкий водород, предотвращая утечки и микротрещины.

Сейчас в рамках проекта ведётся строительство специального испытательного стенда, где в апреле 2026 года запланированы комплексные наземные тесты. Они станут финальным и ключевым этапом проверки надёжности и безопасности инновационного бака перед его возможным применением в реальных космических миссиях.

t.me/kbgforum

У кевлара появился новый конкурент

Учёные Пекинского университета представили революционный композит, который может сменить кевлар в качестве основного материала для бронезащиты. Шестилетняя работа привела к созданию сверхпрочного волокна, синтезированного из гете-



роциклического арамида, родственного кевлару, и длинных углеродных нанотрубок.

Ключевой задачей исследований было достижение оптимального баланса двух свойств: прочности (способности выдерживать нагрузку) и вязкости разрушения (способности поглощать энергию без разрушения). Традиционно усиление арамидных волокон, как в кевларе, повышало их хрупкость. Новый подход преодолел это ограничение за счёт синергии двух материалов.

Особая обработка и выравнивание нанотрубок позволили создать упорядоченную параллельную структуру, где компоненты надёжно связываются друг с другом. В результате композит обладает исключительной жёсткостью и лёгкостью, а также демонстрирует беспрецедентную способность к поглощению энергии.

Испытания, аналогичные баллистическим тестам для бронежилетов, подтвердили превосходство материала: он показал рекордную динамическую прочность и вдвое превысил предыдущие показатели по поглощению энергии — 706,1 МДж/м³. Учёные отмечают, что по антибаллистическим характеристикам волокно уже превосходит современные аналоги. В перспективе это позволит создавать более лёгкие, тонкие и при этом более надёжные средства защиты.

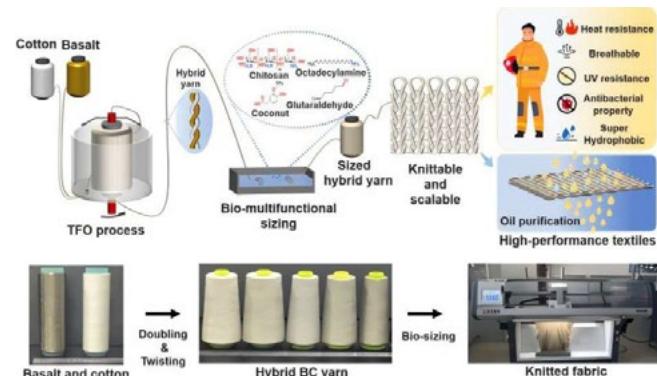
t.me/chemproms

Разработана экологичная композитная пряжа с уникальными свойствами

Исследователи из Синьцзянского технического института физики и химии Китайской академии наук создали инновационную композитную пряжу, сочетающую базальтовые и хлопковые волокна.

Новый материал производится с использованием технологии «скручивания в одно целое» и полностью натурального склеивающего агента на основе хитозана и кокосового масла. Композитная пряжа демонстрирует значительное превосходство над обычной хлопчатобумажной: её прочность составляет 59,6 сН/Текс против 14,0 сН/Текс у хлопка.

Ткани из этой пряжи обладают рядом функциональных характеристик: высокая гидрофобность, отличная защита от ультрафиолета, антибактериальные свойства, повышенная термостойкость.



Профессор Ма Пэнчэн, ведущий автор исследования, отметил, что эта работа представляет собой важный практический шаг к развитию текстильной отрасли. Материал перспективен для производства специализированной защитной, спортивной и функциональной одежды для активного отдыха.

Исследование подтвердило возможность крупномасштабного производства новой пряжи с использованием стандартного промышленного оборудования.

techxplore.com

Toray разработала технологию переработки углепластика с сохранением прочности

Японская компания Toray Industries Inc. представила инновационную технологию переработки углепластиков, позволяющую эффективно восстанавливать и повторно использовать углеродные волокна. Данный метод предназначен для работы с материалами на основе термореактивных смол, широко применяемых в авиации, автомобилестроении и ветроэнергетике благодаря их прочности и лёгкости.

Традиционно переработка таких композитов сопряжена со сложностями — термореактивные смолы после отверждения не плавятся, а существующие способы, такие как пиролиз, часто повреждают структуру волокон. Решение Toray основано на использовании специального химического агента, который деликатно расщепляет связующую смолу при относительно низких температурах, сохраняя целостность волокна.

В результате получаемые вторичные углеродные волокна сохраняют более 95% прочности на разрыв по сравнению с первичными. Это открывает возможности для их повторного применения в различных отраслях. Уже сейчас Toray создала на их основе нетканый материал и предоставляет образцы потенциальным заказчикам из автомобильной, строительной и электронной промышленности.

По предварительным оценкам компании, технология позволяет сократить выбросы углекислого газа более чем в два раза по сравнению с производством нового волокна, что делает её важным шагом в развитии экономики замкнутого цикла и устойчивого использования композитов.

neftgazspg.ru

Компания «Полимерпром» провела цикл практических семинаров



polymerprom-nn.ru

Осенью 2025 года компания «Полимерпром» провела серию практических обучающих семинаров, посвящённых подготовке поверхности матриц и ускоренному изготовлению оснастки для предприятий композитной отрасли. Мероприятия состоялись в четырёх городах — Санкт-Петербурге, Нижнем Новгороде, Казани и Новороссийске, объединив специалистов свыше 100 предприятий, работающих в области производства стеклопластиковых изделий.

Программа семинаров состояла из нескольких блоков:

1. Применение полупостоянных разделителей «Поливоск П»: от теории к практике

Основной темой обсуждения стали современные полупостоянные разделительные составы линейки «Поливоск»: матричный очиститель «Поливоск П-ОМ», порозаполнитель «Поливоск П-Грунт 15», разделительный агент «Поливоск П-РС23». В рамках

презентации и дискуссии участникам продемонстрировали принцип работы этих материалов. Составы создают на поверхности оснастки не временный слой, а устойчивое полимерное покрытие, способное выдержать до 60 циклов формования без повторного нанесения.

Были выделены основные преимущества разделителей «Поливоск» в сравнении с традиционными восковыми составами:

- Экономия времени: наносятся значительно быстрее, что сокращает производственное время.
- Минимум ручной обработки: отпадает необходимость в длительной полировке, что сокращает трудозатраты.
- Долговечность: образуемая полимерная пленка отличается высокой стойкостью и сохраняет свои свойства на протяжении множества циклов съема.
- Безупречное качество поверхности изделия: готовая деталь имеет глянцевую, чистую поверхность без следов разделителя.
- Универсальность: подходят для оснастки любой





сложности, конфигурации и размеров.

- Продление срока службы оснастки: способствуют бережному извлечению изделий, снижая износ самой формы.
- Идеальная совместимость с современными технологиями: рекомендованы для использования в таких процессах, как RTM, инфузия, а также для прессования SMC/BMC, что делает их незаменимыми для серийного производства на полимерных и металлических матрицах. А также для производства деталей на эпоксидных смолах.

Представленная линейка материалов вызвала высокий интерес среди технологов и производственников благодаря стабильности результата, сокращению трудоёмкости и улучшению качества поверхности готовых изделий.

2. «Полирапид»: комплексная система для ускоренного производства высококачественной оснастки

Особый акцент в рамках семинаров был сделан на презентации инновационной системы материалов «Полирапид», главная задача которой — сокращение временного цикла от проектирования до готовой к работе формы. Это не просто набор смол, а технологическая система, где каждый компонент выполняет специфическую функцию, а их совместное применение дает синергетический эффект.

В ходе практической демонстрации специалисты «Полимерпром» наглядно представили работу ключевых материалов системы, подробно останавливаясь на роли каждого:

«Полимергель® 150» — гелькоут для лицевой поверхности матрицы. Это первый и наиболее важный слой системы. Материал отличается очень низкой усадкой, что гарантирует получение матрицы с идеально ровной, глянцевой поверхностью, готовой для производства деталей высокого класса. Его быстрое время гелеобразования позволяет оперативно переходить к следующим этапам, не теряя времени.

«Полимер® 5400-ТА» — полиэфирная смола для барьерного ламината. Нанесенный поверх гелькоута, этот слой выполняет функцию защитного барьера. Он предотвращает проникновение стирола из последующих слоев в гелькоут, что исключает риск его размягчения и появления «отпечатков» от стекломата. Это обеспечивает долговечность и стабильность гелькоутного слоя на протяжении всего срока службы оснастки.

«Полимер® 3000-ТА» — полиэфирная смола для силового (конструкционного) ламината. Данная смола формирует основную толщину и прочность матрицы. Ее ключевая особенность — оптимизированная реология и смачивающая способность, которые обеспечивают быструю и качественную пропитку армирующих материалов (стекломатов, ровингов) даже на сложных участках оснастки. Это минимизирует образование пустот и гарантирует однородную механическую прочность конструкции.



Технологические преимущества системы, отмеченные участниками:

- Синхронизированное отверждение. Все материалы в системе «Полирапид» подобраны таким образом, что их температурные режимы и кинетика полимеризации идеально согласованы. Это позволяет наносить последующие слои в оптимальные технологические промежутки («по липкому») без риска расслоения и с максимальной межслойной адгезией.
- Предсказуемость и контроль. Строго заданное время гелеобразования и отверждения каждого материала позволяют точно планировать производственный процесс, исключая простоя.
- Ускоренный ввод в эксплуатацию. Благодаря быстрому набору конструкционной прочности и отсутствию усадки, оснастка, изготовленная по системе «Полирапид», готова к использованию в сжатые сроки после изготовления.
- Качество и долговечность. Участники семинаров убедились, что оснастка, созданная по этой технологии, полностью соответствует жестким требованиям к термической стабильности, поверхностной твердости и долговечности.

Соответственно, система «Полирапид» была представлена не как отдельные продукты, а как готовое, апробированное решение для предприятий, направленных на оптимизацию процессов изготовления оснастки.

3. Мастер-класс по формированию изделий и демонстрация оборудования

В рамках семинаров также прошел мастер-класс по

изготовлению изделий методом ручного формования с применением материалов «Полимергель® 139» и «Полимер® 3403-ТАВ», а также была представлена линейка современного оборудования — МВП.

Главным достоинством семинаров стал интерактивный формат. Участники смогли принять участие на всех этапах технологического процесса: от обработки поверхности оснастки и нанесения разделителей до непосредственного формования. Такой подход дал возможность не только увидеть, но и на практике оценить все особенности и сильные стороны представленных материалов.

Таким образом, семинары стали не просто местом для общения, а показали реальные инструменты для повышения производительности и качества в производстве стеклопластика. Компания «Полимерпром» намерена продолжать эту работу, и в 2026 году расширит географию и тематику обучающих семинаров. **КМ**





ТЕХНОЛОГИЯ
ДЕЙСТВИЯ

СОБСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО

ПОЛИЭФИРНЫЕ СМОЛЫ
ГЕЛЬКОУТЫ
ПОЛУПОСТОЯННЫЕ
РАЗДЕЛИТЕЛИ
ОБОРУДОВАНИЕ МВП



Полимер



Полимергель



Поливоск



Полипигмент



Полиактив



Полиадгезив



ГЕЛЬКОУТЕРЫ
ЧОППЕРЫ
ИНЖЕКЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ
ЗАПАСНЫЕ ЧАСТИ

г. Нижний Новгород,
ул. Нефтегазовая, 1А
тел.: +7 (831) 243-10-00
факс: +7 (831) 243-23-03

polymerprom-nn.ru
polymerprom@polymerprom-nn.ru



Композитные и новые материалы обсудили в Петербурге

www.mirexpo.ru

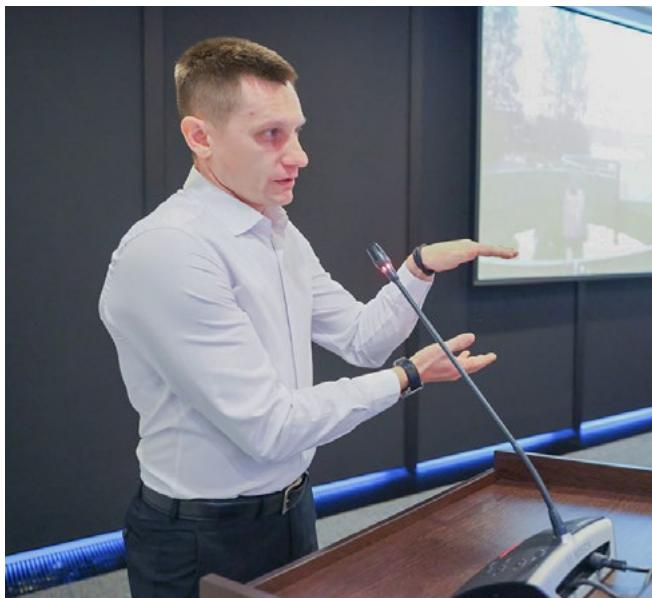
30 октября в Санкт-Петербурге в КВЦ «Экспофорум» в рамках Деловой программы Международного Форума-выставки «Российский промышленник» прошла конференция «Композитные и новые материалы». Организатором выступила Выставочная Компания «Мир-Экспо» при поддержке Департамента металлургии и материалов Минпромторга РФ.

Целью конференции было обсуждение учёными и специалистами промышленных предприятий хода и реализации национального проекта «Новые материалы и химия», разработки и внедрения в производство инновационных композитных материалов широкого спектра использования в различных отраслях, выработка предложений по новым технологическим компетенциям, укрепление технологического суверенитета.

О ключевой роли современных композитных материалов в ракетно-космической промышленности и перспективах их применения рассказал Тимофеев Иван Анатольевич, заместитель генерального директора АО «Композит».

Зазимко Вадим Николаевич, исполнительный директор «Композитного Кластера Санкт-Петербурга» выступил с докладом на тему: «Российская композит-





ная отрасль в современных условиях. Стратегические направления развития. Инновационные экосистемы: эффективные модели и инструменты стимулирования научно-технического развития». Вадим Анатольевич рассказал об основных достижениях компаний, входящих в Петербургский композитный кластер. В частности, он упомянул об открытии производства препрегов в Санкт-Петербурге, которое намечено на конец 2025 года.

О применении композитных материалов в различных отраслях промышленности: в машиностроении, транспортном машиностроении, строительстве, авиастроении, судостроении, горнодобывающей промышленности, производстве товаров народного потребления подробно рассказал Безруков Александр Александрович, главный технолог АО «Флотенк».

Выступление генерального директора ООО «Ф2 Инновации», Матвеева Евгения Владимировича, было посвящено аддитивным технологиям в композитном производстве. Одна из тем была посвящена печати функциональных изделий из высокотемпературных и химически стойких полимеров. Также Евгений Владимирович затронул вопросы, связанные с технологией автоматизированной выкладки и печатью цельным углеродным волокном.

Кислицина Татьяна Викторовна, директор по развитию ООО «Полипласт-УралСиб» сделала доклад на тему «Производство жидких и твердых эпоксидных смол». Компания планирует создать производство жидких и твердых эпоксидных смол мощностью до 55 тысяч тонн в год. На сегодняшний день завершены работы по строительству корпуса, ведется монтаж технологического оборудования. Пуск в эксплуатацию намечен на 2 квартал 2026 года.

Приглашаем принять участие в седьмой научно-практической конференции «Практические аспекты применения композитных материалов в различных отраслях промышленности», которая состоится 23 апреля в рамках выставки «Композит-Экспо». Организаторы: Выставочная компания «Мир-Экспо» и Журнал «Композитный Мир». **КМ**



Итоги уходящего 2025 года и планы на грядущий год

Новый год — время подведения итогов, оценки достижений и построения планов на будущее. Уходящий 2025 год для компании «Композит-Изделия» ознаменовался множеством успешных проектов и событий, одним из которых явилось создание и развитие направления исследований и разработок, также собственного технического центра. В ООО «Композит-Изделия» запросы на исследования и разработки полимерных композиционных материалов реализуются через поэтапную программу от поиска и оценки идей, от научной концепции до серийного выпуска: команда химиков, материаловедов и технологов проводят разработку материалов, моделирование структуры и проверку прочностных характеристик, а затем отрабатывают технологию на пилотных партиях в производственных условиях. Опытное производство и лаборатория оснащена всем современным оборудованием.

Уходящий 2025 год начался с разработки эпоксидных связующих. Разработка линейки отечественных эпоксидных связующих «Резикарб» для композитной отрасли по собственной технологии «Композит-Изделия» была одним из перспективных направлений отдела исследований и разработок, как по причине ухода многих производителей из недружественных стран, так и по причинам незначительного количества отечественных производителей на территории России. Первым результатом труда технических специалистов ООО «Композит-Изделия» явилось новое отечественное двухкомпонентное связующее общего назначения «Резикарб-ЭП» для изготовления полимерных композитных материалов методами вакуумной инфузии и ручного формования, применимых в различных отраслях промышленности. Разработанное связующее подходит для пропитки угле- и стекловолокна, обладает низкой вязкостью, обеспечивает хорошую и быструю пропитку армирующих материалов, а также оптимальные эксплуатационные свойства конечного изделия. По своим основным характеристикам связующие «Резикарб-ЭП» не уступает промышленно выпускаемым мировым аналогам. Рекомендованный стандартный режим отверждения составляет 24 часа при 25°C и 5 часов при 80°C. Комплектация основы связующего комбинированными отвердителями, различающимися по времени гелеобразования (средней, быстрый и медленный) позволяет варьировать время технологического процесса и свойства конечных изделий. Техническими специалистами ООО

«Композит-Изделия» был разработан алгоритм смешения отвердителей «Резикарб ЭП-М» (медленный) и «Резикарб ЭП-Б» (быстрый) между собой в широком диапазоне пропорций для изменения времени жизни конечной смеси, что обеспечивает «технологическое окно» от получаса до более 3 часов.

Следующим шагом была разработка эпоксидного связующего «Резикарб-Аэро» для изготовления полимерных композитных материалов в современной малой авиации и БПЛА. Связующее может перерабатываться в изделия с использованием нескольких технологий, таких как: контактное формование в том числе с вакуумированием, вакуумная инфузия и RTM. Также разработано специализированное связующее для изготовления оснастки из ПКМ, ориентированное на долговременную циклическую эксплуатацию и точную геометрию оснастки.

Все этапы разработки материалов сопровождались обратной связью от промышленных партнёров: прототипы инфузионного связующего и связующего для оснастки прошли производственные испытания у ряда клиентов, после чего рецептуры были уточнены с учётом реальных технологических ограничений и пожеланий. В результате ООО «Композит Изделия» предложил рынку конкурентоспособные решения.

В 2025 году отделом исследований и разработок «Композит-Изделия» был разработан новый двухкомпонентный тиксотропный эпоксидный конструкционный клей «Резивер». Клей подходит для склеивания различных материалов, таких как композиты и металлы. Специальные адгезионные добавки в составе клея значительно расширяют спектр склеиваемых материалов. Помимо традиционных металлов (сталь, алюминий), он надёжно соединяет также ПВХ. Клей отверждается при комнатной температуре или при умеренном нагреве. Главной отличительной чертой этого клея является его высокая прочность на сдвиг — 20 МПа при склеивании высокопрочного алюминиевого сплава Д16АТ. Данное значение свидетельствует о способности соединения выдерживать значительные нагрузки, направленные параллельно плоскости склеивания, что делает его пригодным для применения в силовых конструкциях. Благодаря тиксотропной консистенции клей не стекает с вертикальных поверхностей. Время жизни в массе составляет 30–50 минут, что обеспечивает достаточно большое количество времени, чтобы точно нанести состав на крупные или сложные детали, не опасаясь



Рисунок 1. Опытное производство и лаборатория «Композит-Изделия»

его преждевременного застывания. Время набора прочности составляет около 4 часов в тонком слое и уже через 4-5 часа после склеивания деталь можно подвергать небольшим механическим нагрузкам, что ускоряет производственный или ремонтный цикл. Время полного отверждения клея при комнатной температуре составляет 48-72 часа.

Отвечая современным тенденциям рынка направлением исследований и разработок компании «Композит-Изделия» была создана линейка клей-спреев «Резивер-Спрей», состоящая из аэрозольного клея временной фиксации на основе эпоксидной смолы и аэрозольного клея временной фиксации на основе синтетического эластомера. Клей-спрей предназначен для создания клеевого соединения между оснасткой и наполнителями, а также наполнителями между собой и вспомогательных материалов при производстве изделий из композитов. Клей-спрей прост и удобен в использовании, обеспечивает легкое и равномерное распыление тонким слоем и после высыхания не оставляет следов и не желтеет со временем. Имеет отличную «схватываемость» и также дает возможность перемещать склеиваемые материалы, что упрощает выкладку и удобно для работы с тканями, пористыми материалами и другими элементами технологического пакета.

Помимо разработок новых продуктов технический центр и отдел разработок продолжает исследование и модификацию существующих продуктов, а также проведение теоретических и практических семинаров, как на производстве клиентов, так и в своем техническом центре по следующим направлениям:

- изготовление изделий методом вакуумной инфузии – базовые знания и практические навыки

о технологии вакуумной инфузии, применяемых основных и вспомогательных материалах, инструментах, оборудовании;

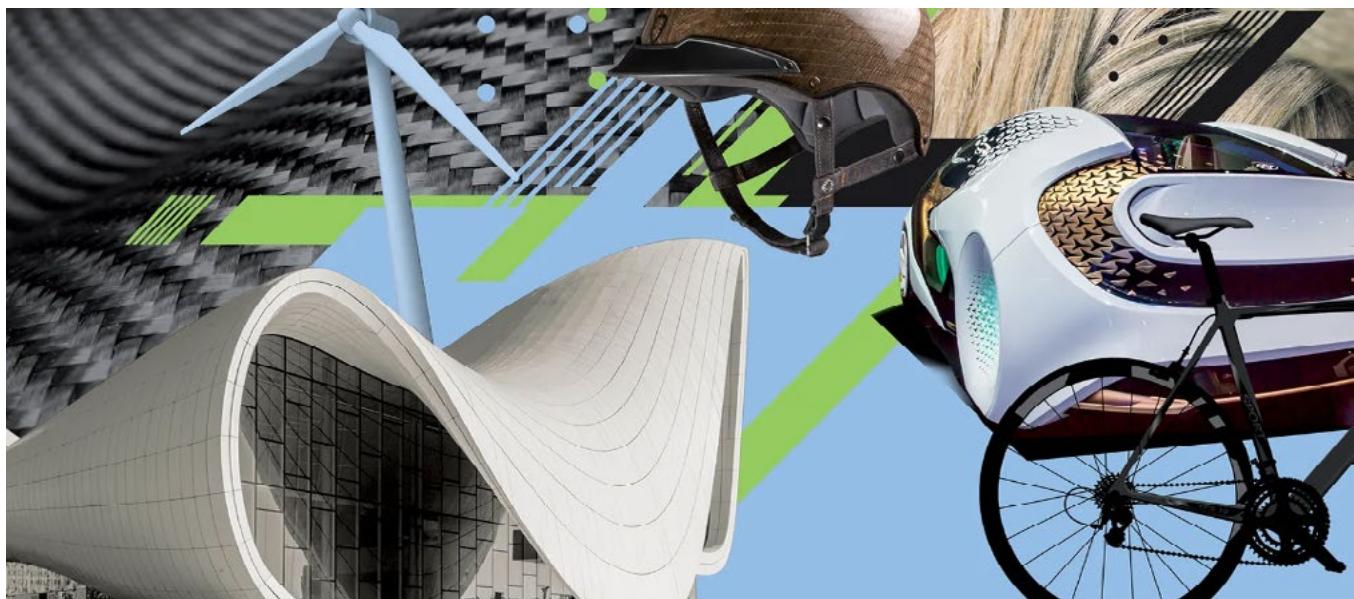
- формование препрега – знакомство с технологией термовакуумного формования препрега, применяемыми материалами и оборудованием, преимуществами данной технологии и особенностью работы с ней;
- изготовление композитной оснастки – знакомство с технологией изготовления композитной оснастки по технологии вакуумной инфузии, применяемыми материалами и оборудованием.

Благодаря созданию собственной испытательной лаборатории и опытного производства специалисты компании в сжатые сроки могут проводить доработку материалов под задачи клиента с проведением, как лабораторных, так и технологических испытаний.

На следующий год у компании «Композит-Изделия» уже есть планы по дооснащению лаборатории и опытный производственной площадки под разработку новых и модификацию существующих продуктов, проведению программ испытаний связующих и угле-стеклопластиков на их основе для подтверждения свойств материалов, а также проведению обучающих практических семинаров по новым и существующим продуктам компании и участию в основных событиях композитной отрасли.

Компания «Композит-Изделия» от всей души поздравляет всех причастных к композитной отрасли с наступающим новым годом, желает счастья, благополучия, дальнейшего процветания и выражает надежду на дальнейшее эффективное и взаимовыгодное сотрудничество с существующими и потенциальными новыми клиентами в новом 2026 году. **КМ**

JEC World 2026: финалисты премии Innovation Awards



Мировая композитная общественность готовится к одному из главных событий наступающего года. Организаторы JEC World 2026 огласили список финалистов престижного конкурса JEC World Innovation Awards, которые уже более четверти века служат мировым эталоном передовых разработок в области композитных материалов. Из 154 заявок международное жюри отобрало 33 номинанта, которым предстоит побороться за победу в 11 категориях.

С 1998 года премия JEC World Innovation Awards отмечает наиболее значимые и перспективные разработки в индустрии композитных материалов. За 28 лет существования конкурса в нем участвовало более 2200 организаций, а лауреатами стали 269 компаний и более 800 их партнеров. Ключевой приоритет премии – поддержка коллективных проектов, созданных в сотрудничестве между бизнесом, научными институтами и университетами.

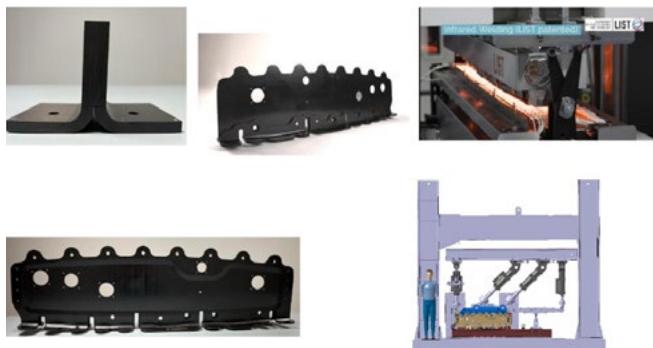
Отбор лучших заявок проводит международная экспертная комиссия, состоящая из лидеров отрасли и ведущих ученых. Имена новых победителей JEC Composites Innovation Awards 2026 будут озвучены 12 января на парижской выставке JEC World 2026.



По материалам www.jeccomposites.com

Аэрокосмическая промышленность — изделия

Термопластичная композитная нервюра крыла для самолетов будущего



Проект «Welded Rib» («Сварное ребро») был инициирован компанией Daher в 2021 году для оценки возможности использования термопластичных композитов, армированных углеродным волокном, в серийном производстве высоконагруженных нервюр крыла для самолетов нового поколения. В работе использовалась односторонняя лента VICTREX LMPAEK™. Совместно с партнерами Daher оптимизировала производственные процессы, базы данных для моделирования и инновационные конструкции ребер, включающие ступенчатое изменение толщины пакета, волнообразные контуры и геометрию без дополнительных элементов жесткости.

Изготовление толстостенных деталей из CFRTP (толщиной до 10 мм) осуществлялось с помощью автоматизированной укладки волокна (Automated Fiber Placement) и технологии прямого штампований (Direct Stamping®). Компания LIST разработала запатентованную технологию инфракрасной сварки для сборки силовой конструкции, а CETIM создала испытательный стенд и внедрила передовые возможности компании ANIFORM для моделирования деформаций материалов.

Высокоскоростной процесс производства композитных конструкций для дирижаблей

Оптимизированная технология серийного производства композитных балок для каркаса сверхлегких

дирижаблей. Данное решение полностью отвечает жестким авиационным стандартам и позволяет масштабировать выпуск крупногабаритных авиакосмических узлов, обеспечивая высокую точность и повторяемость процессов.

В основе инновации лежит объединение усилий четырех партнеров для организации промышленного производства конструкционных балок для дирижабля LCA60T. Компания Hexcel поставляет современные быстроотверждающиеся препреги, а Exel Composites преобразует их в трубчатые элементы, которые формируют каркас дирижабля. Специалисты DUQUEINE Group внедрили роботизированную укладку и автоматизированную намотку, что позволило выпускать 7-метровые балки с впечатляющим циклом производства всего в 20 секунд при этом строго соблюдая высокие стандарты контроля качества. Проектирование, комплексные испытания и сертификацию по стандартам EASA осуществляет Flying Whales, подтверждая надежность и безопасность конструкции для массовой эксплуатации.

Фюзеляжная панель из сварного термопластичного композита

Для демонстрации возможностей высокоскоростного производства будущих узкофюзеляжных лайнеров компания Spirit AeroSystems объединила метод автоматизированной укладки волокна с уникальными запатентованными технологиями сварки. Такой подход позволил интегрировать штампованные шпангоуты и стрингеры в монолитную конструкцию, полностью отказавшись от механического крепежа.

Панель WICHITA — это передовая разработка Spirit, представляющая собой авиационную конструкцию из термопластичного композита, изготовленную без использования автоклава. Применение армированного полиэтилена (PAEK) с низкой температурой плавления обеспечивает необходимую вязкость и прочность, делая материал идеальным для сварки. Отсутствие заклепок и болтов не только снижает массу и стоимость изделия, но и позволяет избежать увеличения толщины деталей в местах соединений.

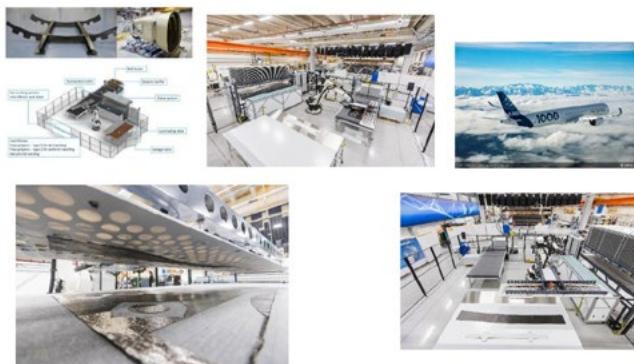
Отказ от сверления отверстий сохраняет целостность композита и исключает риск повреждений структуры. В основе лежит инновационная технология CoFusion, объединяющая два типа материалов: высокопрочные компоненты из PAEK Ultra (от Syensqo) и



обшивку из углепластика Toray TC1225/T1100. В рамках единого вакуумного цикла происходит одновременное спекание слоев обшивки, нанесенных роботом, и их диффузионная сварка со стрингерами, что создает неразрывное и сверхлегкое соединение.

Аэрокосмическая промышленность — процесс

Автоматизированная укладка слоев для преформ RTM на A350



Технология автоматизированной укладки слоев (APP) была разработана, сертифицирована и внедрена компанией Airbus для производства конструкционных преформ из углеродного волокна методом RTM. Эти компоненты предназначены для усиленных балок и рамы сервисной двери в 19-й секции фюзеляжа самолета A350. Данное событие знаменует собой первое применение этой инновации на заводах Airbus и важный шаг в развитии автоматизированного производства.

Разработанная компанией Airborne, система APP устраниет необходимость в ручной укладке, обеспечивая быстрое и точное изготовление композитных ламинатов с использованием сухого волокна или препретов. В рамках данного проекта APP преобразует рулоны сухого волокна в точные преформы для последующего RTM-формования. Airbus внедрил эту технологию на своем заводе в Хетафе (Испания).

Система объединяет в себе автоматизированную резку, роботизированную подачу слоев армирующего материала, машинное зрение и точечную сварку слоев, а также динамическое складирование для оптимизации раскроя и сокращения отходов материала. Функция автоматического моделирования слоев конструкций сокращает время подготовки, а новая платформа с автоматическим программированием управляет тысячами конфигураций слоев, сотнями преформ и несколькими вариантами материалов, выпуская 13 комплектов деталей в месяц при минимальном участии оператора.

SAUBER 4.0 — умный RTM 4.0

SAUBER4.0 — это целостный подход к производственным технологиям для сложных крупногабаритных компонентов, который в равной степени

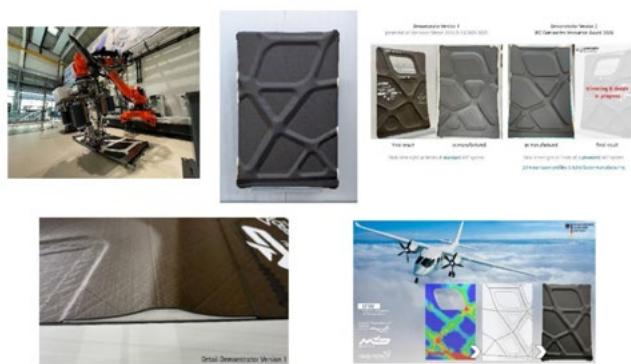


учитывает как экологические, так и экономические критерии. Ключевым элементом является использование технологии RTM в сочетании с возможностями цифровизации и инновационными технологиями предварительного формования.

Поскольку авиационная отрасль стремится к снижению выбросов, влияние производственных процессов на экологию приобретает все большее значение. На заводе Airbus в Штаде технология RTM используется с 1994 года для ежегодного производства почти 10 000 малогабаритных деталей из углепластика для самолетов A320 и A330. Проект SAUBER4.0, финансируемый федеральным округом Нижняя Саксония, позволяет перевести RTM на производство крупных, сложных, высоконагруженных конструкционных компонентов для крыльев нового поколения узкофюзеляжных самолетов. В рамках проекта было реализовано несколько технологий, включая индукционно нагреваемую оснастку для RTM, производство преформ методами TFP/DFP с использованием 3D-печатных форм, а также цифровую модель, связывающую данные о процессах и энергопотреблении. Этот целостный подход учета материальных и энергетических потоков был апробирован при изготовлении пяти комплектов законцовок крыла (Wing Tip).

Панель фюзеляжа, изготовленная методом топологической оптимизации

Цельноформованная ребристая панель фюзеляжа демонстрирует возможность «правильного с первого раза» изготовления топологически оптимизированных авиационных конструкций. Систематизация производственных знаний выводит технологию автоматизированной укладки волокна (AFP) на новый уровень, устранив циклы доработок и обеспечивая снижение веса на 15%.



Эта панель фюзеляжа из углепластика с сетчатой подкрепляющей структурой наглядно показывает, как современные композиты приносят пользу самолетам с электродвигателем, где вес напрямую влияет на дальность полета и полезную нагрузку. Бионическая, топологически оптимизированная структура снижает вес на 15% и стоимость материала на 13% по сравнению с традиционной сэндвич-панелью, при этом соответствуя всем структурным требованиям, допускам и критериям устойчивости к выпучиванию.

Производственные ограничения были внедрены в виде цифровых правил, что позволило получить геометрию, готовую для изготовления методом AFP, без необходимости перепроектирования или испытательных циклов. Цельноформованная методом AFP сетчатая структура сокращает количество деталей, необходимость склеивания и трудозатраты на сборку. Для самолета MDA1 eViator с электродвигателем компании MD Aircraft это может обеспечить экономию от 2% до 5% веса планера. Кроме того, технология может быть применима и для других более крупных проектов.

Автомобильный транспорт – изделия

Термопластичный корпус аккумуляторной батареи

Инновационный, легкий гибридный корпус аккумуляторной батареи для электромобилей, изготовленный из термопластичного композита с интегрированными функциями охлаждения и крепления. Это решение предлагает исключительную огнестойкость, высокую жесткость и экономичную экологичность для электромобилей следующего поколения.

Данная инновация представляет собой корпус аккумуляторной батареи для электромобилей, изготовленный из огнестойких термопластичных композитов. Он состоит из гибридной сэндвич-крышки и лотка из полипропилена, армированного длинным стекловолокном (LGF-PP). Крышка размером 1,3 × 1,8 м производится методом автоматизированного сэндвич-литья под давлением, что обеспечивает равномерное течение материала, прочное сцепление



слоев и снижение усилия смыкания пресс-формы на 44%. Испытания показали отсутствие разрушения в объеме ламината, подтвердив превосходное межслойное сцепление. Интегрированные функции – каналы охлаждения, точки крепления, вентиляционные отверстия – сокращают количество отдельных деталей и снижают общую стоимость. Точность размеров 0,02% подтверждает возможность крупносерийного производства.

Композиты из натуральных волокон для BMW M



Концерн BMW Group применяет композиты на основе натуральных волокон в серийных моделях благодаря межотраслевому сотрудничеству с партнерами, тем самым снижая углеродный след (CO₂) и общую массу автомобилей.

BMW Group представляет готовые к серийному производству композиты на основе натуральных волокон из возобновляемого сырья на базе льна. Разработанная в результате межотраслевого сотрудничества новая система смолы и препрега повышает долговечность, качество и обрабатываемость материала, преодолевая проблему чувствительности к влаге. Многочисленные испытания подтвердили устойчивость к ультрафиолету, перепадам температуры и высокие механические характеристики. Этот материал сокращает выбросы CO₂ примерно на 40% в процессе производства и учитывает воздействие на окружающую среду на этапе утилизации. Соответствуя строгим автомобильным стандартам, компоненты доказали свою эффективность в автомобилях BMW M Motorsport, демонстрируя приверженность BMW устойчивым и легким решениям для будущих моделей.

Автомобильные композиты на основе бумаги

Композиты изготавливаются из полипропилена, армированного целлюлозным волокнистым материалом, сочетая ключевые преимущества полимерной и целлюлозной промышленности. Такие композиты прочнее, легче и более экологичны, чем традиционные материалы для автомобильных интерьеров, такие, например, как полипропилен, наполненный тальком.

Данная инновация представляет собой полипропи-



Individual layers of NFPP substrate material engulfing the NFPP reinforcement lattice and back-injection molded features in schematic representation and actual demonstrator part.



лен, армированный натуральными волокнами (NFPP), состоящий на 50% из бумажной массы и на 50% из полипропилена (PP), с локальным усилением решетчатой структурой WEAV3D. Нетканые листы из бумаги и полипропилена формируются расплавным способом, а затем подвергаются компрессионному формированию с возможностью создания ребер жесткости или точек крепления. Целлюлозные волокна более тонкие и однородные, по сравнению с льняными или из кенафа, что позволяет получать гладкие поверхности, точные детали и широкие эстетические возможности при более низкой стоимости. Композит обладает превосходными механическими характеристиками и потенциалом для облегчения веса, в то время как полипропиленовая матрица позволяет осуществлять механическую переработку, что соответствует стратегии Volkswagen в области экономики замкнутого цикла для производства автомобильных компонентов крупными сериями.

Автомобильный транспорт — процесс

Корпус аккумулятора электромобиля из термопластичного полимера

Инженеры University of Technology Chemnitz разработали облегченный и сверхпрочный корпус аккумулятора, используя инновационную комбинацию термопластичного полимера и непрерывного стекловолокна. Благодаря методу прессования (компрессионного формования) многослойные заготовки превращаются в цельную деталь без дефектов. Применение роботов-захватов и прямоугольных

форм минимизировало отходы. Весь процесс занимает менее двух минут, что идеально для массового производства, а выбросы углерода сократились на четверть по сравнению с традиционным использованием алюминия.

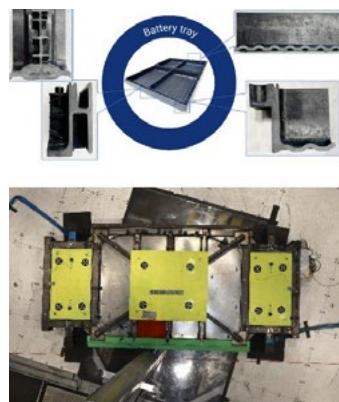
Рычаг управления автомобиля из листового формовочного компаунда (SMC) на основе углеродного волокна



Компания Gestamp Autotech Engineering Deutschland GmbH разработала рычаг управления для автомобиля с использованием нового листового формовочного компаунда (SMC) на основе углеродного волокна, созданного по запатентованной технологии резки волокон. Эта технология распределяет и разрезает тяжелые жгуты волокон алмазными резцами, обеспечивая превосходные механические свойства и текучесть при конкурентоспособной стоимости. Деталь была специально переработана для технологии SMC, что позволило реализовать сложную геометрию, функциональную интеграцию и снижение веса на 56% по сравнению с металлическим аналогом. Процесс размещения заготовок, специальные вставки и конструкция пресс-формы с кулачками обеспечили безупречное формование и литье без дефектов. Цифровое моделирование точно предсказало заполнение формы и поведение пучков волокон, что способствовало надежной работе и эффективной разработке композита.

ART: Высокоскоростное решение для укладки волокна

ART (Automated Rapid Tape) — это высокоскоростной процесс укладки волокна, созданный производителем



суперкаров McLaren Automotive и спроектированный и реализованный экспертом в области композитных технологий Cygnet Texkimp. Он предназначен для производства высокопроизводительных сверхлегких композитных деталей с высокой скоростью и минимальными отходами.

В настоящее время он полностью готов к внедрению и поддерживает программы McLaren по созданию суперкаров с использованием композитных деталей. Используя статичную головку и подвижный стол, ART укладывает ленты из сухого волокна со скоростью до 2,5 м/с с высочайшей точностью, минимизируя отходы и улучшая жесткость — обеспечивая прирост в 8–10% по сравнению с традиционными препрограммами в таких деталях, как переднее антикрыло модели W1. Система уже работает в композитном технологическом центре McLaren (MCTC), а вторая установка ART будет введена в эксплуатацию в конце 2025 года для расширения производственных мощностей.

Рециклинг и переработка

Переработка крышек багажника из термореактивного полимера

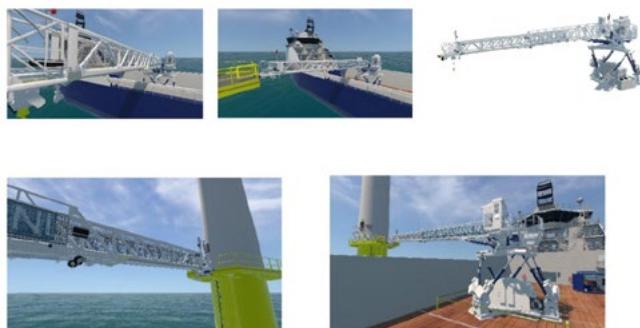


ния и повторного внедрения композитов на основе углеродного волокна из производственных отходов предприятий-изготовителей.

Этот проект создает настоящую замкнутую систему переработки композитных отходов, интегрируя пиролиз, иглопробивание и пропитку для преобразования просроченных препрегов, обрезков и композитов, отработавших свой срок, в высококачественное вторичное сырье. Отходы собираются, отслеживаются в цифровом виде и перерабатываются на энергоэффективной пирогазификационной установке FIB3R, которая эффективно отделяет смолу от волокон, сохраняя свойства углеродного волокна. Carbon Task отвечает за изготовление нетканого материала из извлеченных углеродных волокон, а группа Angeloni осуществляет пропитку, производя регенерированные нетканые материалы и полуфабрикаты, пригодные для новых применений в автомобильной, аэрокосмической и судостроительной отраслях — что выходит далеко за рамки традиционных методов утилизации или вторичной переработки с потерей качества.

Морские перевозки и судостроение

Композитная телескопическая стрела для морского трапа



Компания Ampelmann представила первую в индустрии морского доступа телескопическую стрелу из композитных материалов. Использование углепластика вместо традиционных металлов позволило снизить массу узла на 30%, что привело к сокращению энергопотребления всей системы компенсации качки на 7%.

12,4-метровая стрела представляет собой U-образную сэндвич-структуру. Она изготавливается из углеродного волокна и эпоксидной смолы с сердечником из ПЭТ-пены. Для изготовления применяется безавтоклавная технология формования. Для достижения необходимой жесткости используются дополнительные однонаправленные армирующие слои. Система оснащена композитным «жертвенным» слоем для защиты основной структуры. Мониторинг состояния осуществляется методом ультразвукового контроля направленными волнами. Продукт получил предварительное одобрение классификационного общества Lloyd's Register, что подтверждает возможность безопасной эксплуатации композитных решений в экстремальных условиях открытого моря.



CoPropel — умный композитный винт

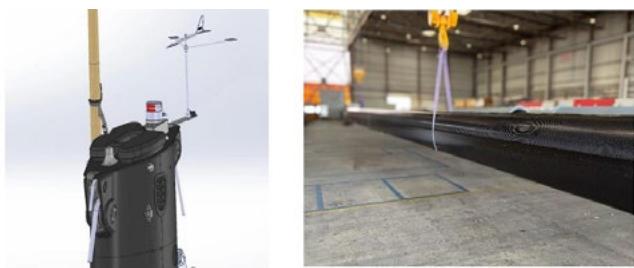
Особенностью проекта CoPropel стала разработка «умного» композитного винта, который использует естественную гибкость армированных волокон для автоматической подстройки шага лопасти под гидродинамические нагрузки. В отличие от жестких металлических аналогов, такой винт оптимизирует свою работу в реальном времени с минимальными вычислительными затратами.

Технологические инновации проекта: благодаря точно выверенной ориентации углеродных волокон, форма лопасти меняется в зависимости от условий эксплуатации, повышая эффективность хода; лопасти изготавливаются методом RTM, что обеспечивает идеальную геометрию и возможность интеграции внутренних сердечников при переменной толщине стенок; в структуру вращающихся лопастей встроены датчики (оптоволокно и тензодатчики). Они позволяют отслеживать состояние материала в реальном времени, упрощая техническое обслуживание; передние и задние кромки защищены сплошным композитным слоем от механических повреждений и ударов; облегченная система крепления позволяет производить замену отдельных лопастей непосредственно под водой.

Мачты Carbo-Link — силовая структура и вентиляционная система

Компания Carbo-Link представила революционную 70-метровую мачту для суперяхт, которая впервые совмещает функции силовой структуры и естественной вытяжной вентиляции. Инновация превращает мачту в активный элемент системы климат-контроля, позволяя судну охлаждаться за счет законов физики и солнечной энергии.

Технические особенности и принцип работы. Мачта изготовлена как единое целое с использованием аэрокосмических технологий совместного отверждения в автоклаве. Отсутствие вторичных kleевых швов между секциями обеспечивает исключительную прочность и надежность. Внутренняя часть мачты выполнена полой. Под воздействием солнечных лучей карбон нагревается, создавая естественную тягу. Восходящий поток воздуха эффективно вытаскивает тепло из внутренних помещений яхты. Чтобы



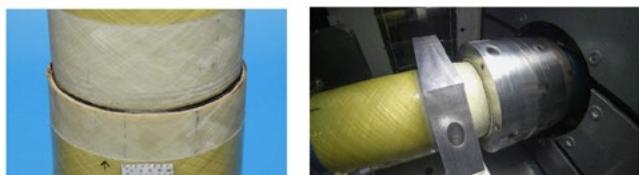
не препятствовать движению воздуха, инженеры полностью переработали внутреннюю структуру мачты. Фирменные карбоновые стрингеры обеспечивают необходимую жесткость конструкции, сохраняя свободный вентиляционный канал. Данное решение существенно снижает нагрузку на системы кондиционирования, уменьшая общее энергопотребление яхты и повышая её автономность в соответствии с современными стандартами устойчивого развития.

Трубы, резервуары и водород

Инновации в соединении труб из термореактивных полимеров

Специалисты Non-Metallic Innovation Centre разработали уникальный метод «сварки» для соединения труб из термореактивных композитов. Метод основан на модификации традиционной техники сварки металлов для нанесения слоя термопластичного полимера на каждую термореактивную деталь, что позволяет в дальнейшем соединять их обычными способами сварки полимеров.

Суть инновации и этапы процесса. Данная разработка сочетает в себе индукционную сварку и новую адаптацию ротационной фрикционной сварки (RFW) для стыковки термопластичных и термореактивных материалов без изменения их структуры.



Благодаря оптимизации параметров RFW инженерам удалось добиться прочного сцепления материалов с переплетением армирующих волокон на стыке. При этом удалось избежать термического повреждения эпоксидной матрицы, несмотря на то что температура термопласта в процессе достигала ~ 450 °C. На втором этапе, проводимом непосредственно на месте монтажа, применяется индукционная сварка. В качестве связующего звена используется термопластичная лента, армированная углеродным волокном. Она обеспечивает плавление и надежное сплавление слоев, нанесенных на трубы методом фрикционной сварки.

Термопластичный сосуд 5 типа для высокого давления



Современные газовые баллоны (типы с 1 по 4) – от стальных до композитных с внутренним лейнером – обладают рядом конструктивных недостатков. Отрасль переходит к 5-му типу: полностью композитным термопластичным баллонам без лейнера, которые лишены ограничений прошлых поколений. Ключевые особенности инновации от инженеров компании COVESS. Баллон изготавливается методом намотки лент из биоразлагаемого нейлона Rilsan® в роботизированной термопечи. Использование многоразовой оправки позволяет создать цельное (консолидированное) изделие, превосходящее термореактивные аналоги по прочности и легкости. Конструкция без внутреннего лейнера решает проблему «схлопывания» баллона при возникновении вакуума. Инновационный штуцер: новая система крепления «изнутри наружу» обеспечивает усиление герметичности при росте давления. Кроме того, в конструкции предусмотрена заменяемая резьбовая вставка, что позволяет ремонтировать узел, а не утилизировать весь баллон. Материал обладает уникальным свойством саморегуляции при пожаре. Тонкий внутренний слой плавится, обеспечивая контролируемый выход газа без риска разрушительного взрыва.

Лёгкий бак для жидкого водорода

Проект LeWaCo представил первое в мире композитное решение для хранения жидкого водорода, которое успешно справляется с главной проблемой



отрасли — криогенным микротрещинами. Технология и сам прототип будут официально презентованы на выставке JEC World 2026. Инженерные прорывы и методы решения: использование специально разработанного термопластичного материала с высокой деформационной способностью позволяет материалу сохранять целостность даже при экстремальной температуре -253°C ; применение сверхтонких слоев материала снижает уровень внутренних напряжений в структуре композита; уникальные схемы расположения волокон обеспечивают баланс между механической прочностью и термическим сжатием при охлаждении; полностью композитный внутренний вкладыш (лейнер) исключает разницу в коэффициентах теплового расширения материалов, что обычно является основной причиной разрушения комбинированных сосудов.

Железнодорожные транспортные средства и инфраструктура

Композитная конструкция кабин поезда EcoTrain

Полностью композитная конструкция кузова кабины. Благодаря сочетанию льняного волокна с высокотехнологичными материалами, эта сверхлегкая и прочная конструкция радикально снижает вес, энергопотребление и углеродный след пассажирского железнодорожного транспорта.



Использование льняного волокна местного производства в сочетании со стекловолокном позволяет конструкции соответствовать строгим железнодорожным стандартам механической и пожарной безопасности, оптимизируя при этом общий вес и нагрузку на ось. Кузов изготавливается методом вакуумной инфузии, что позволяет создавать сложные формы. Важнейшим достижением является прямая интеграция металлических закладных элементов непосредственно в слои волокна в процессе укладки. Это исключает необходимость сверления и вторичного склеивания, обеспечивая превосходную монолитность, долговечность и структурную целостность.

Композитная консоль для железнодорожной инфраструктуры



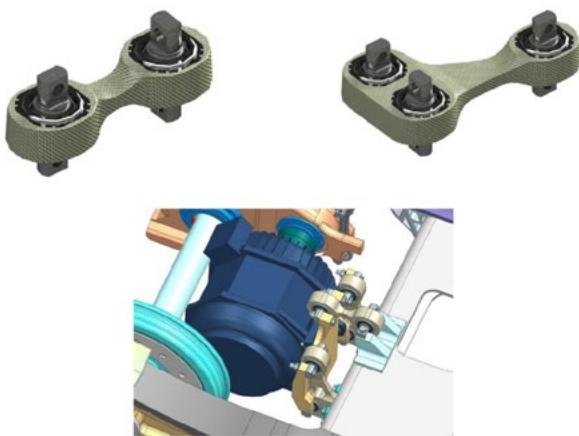
Прототип композитной консоли, спроектированной и изготовленной компанией Composite Braiding Ltd, не только демонстрирует жизнеспособность использования композитных материалов для производства крупносерийной железнодорожной инфраструктуры, но и показывает явные экологические и экономические преимущества.

Эта инновация представляет собой композитную консоль, изготовленную из непроводящего термопластичного полимера (РАБ), армированного стекловолокном, для замены тяжелых, стальных конструкций, используемых для электрификации железных дорог.

Консоль высотой почти 8 метров и шириной 4,5 метра состоит из адаптируемых компонентов. В основе процесса изготовления лежат технологии плетения армирующей заготовки и высокоскоростного термоформования (пропитки), что обеспечивает отличную масштабируемость. Полуавтоматизированный процесс характеризуется низким энергопотреблением, высокой производительностью и минимальным объемом отходов (менее 2%). В будущем технология позволит использовать переработанные материалы.

Простые и треугольные шатуны для скоростных поездов

Шатуны для скоростных поездов, изготовленные из трехкомпонентных термореактивных композитов (арамид, углеродное волокно, стекловолокно — АСГ), заменяют существующие металлические аналоги.



Данная инновация представляет собой композитные шатуны, изготовленные из арамидного, углеродного и стеклянного волокон (ACG), в сочетании со смолой на биологической основе. Полученные путем двух процессов — инфузии с гелькоутом для огнестойкости и вакуумного формования для механической прочности в условиях высоких нагрузок — стержни получают классификацию огнестойкости R7 HL2. Используя полимеры, полученные из отработанных растительных масел, решение снижает зависимость от нефтехимии и выбросы CO₂. Более низкое энергопотребление, эффективная логистика и биополиолы, которые до 70% дешевле первичных материалов, обеспечивают долговечную, экономичную и экологически ответственную альтернативу.

Возобновляемые источники энергии

Более быстрое и надежное производство лопастей ветрогенераторов

Инновационная сенсорная форма для производства оффшорных лопастей ветрогенераторов длиной более 100 метров позволяет в автоматическом режиме отслеживать и оптимизировать процесс формования. Датчики, интегрированные непосредственно в оснастку, контролируют поток смолы, обеспечивая точную онлайн-оценку вязкости и температуры сте-

клования, что сокращает производственный цикл, снижает энергопотребление и гарантирует высокое качество изделия.

Ключевые особенности и технологические решения: система диэлектрических датчиков обеспечивает непрерывный контроль заполнения формы и процесса отверждения при литье 115-метровых лопастей для Siemens Gamesa; датчики фиксируют прохождение смолы в критических зонах. Благодаря функции самокалибровки они передают точные данные о вязкости и степени полимеризации материала непосредственно в процессе производства; в систему встроен симулятор отверждения, который измеряет вязкость смолы еще в подающих трубопроводах и прогнозирует время затвердевания в реальном времени. Это значительно повышает прозрачность и управляемость процесса; сочетание физических датчиков с симуляторами позволяет создать точную цифровую модель заполнения и отверждения гигантских конструкций.

FOCUS-композиты для солнечных панелей

Проект FOCUS совершает революцию в строительстве солнечных панелей. Технология заменяет традиционные стальные и алюминиевые рамы на инновационные композитные профили, изготовленные методом запатентованной 3D-пултрузии. Это позволяет создавать легкие модульные конструкции, готовые к быстрой роботизированной сборке.

Ключевые преимущества и инновации. Уникальная геометрия профилей со сложной архитектурой волокон, инженерными фланцами и пазами позволяет собирать систему методом «зашелкивания». Это полностью исключает необходимость в болтах и других крепежных элементах. Технология 3D-пултрузии позволяет производить бесшовные монолитные балки длиной от 20 до 50 метров, что оптимизирует распределение нагрузок по всей структуре. Конструкция адаптирована для автоматизированного строительства, что решает проблемы нехватки рабочей силы и ускоряет развертывание энергетических объектов в 2025 году. Композиты на основе стекловолокна и модифицированной эпоксидной смолы обладают превосходным соотношением прочности к



весу. Это гарантирует надежную фиксацию панелей и защиту инфраструктуры даже при экстремальных ветровых нагрузках. Снижение расхода материалов и использование долговечных композитов делают солнечную инфраструктуру более устойчивой и независимой от колебаний цен на металлы.

Композитный фотоэлектрический модуль для транспортных средств



Легкие, высокопрозрачные и ударопрочные композитные фотоэлектрические модули, которые сочетают в себе передние панели из стеклопластика (GFRP) и задние сэндвич-листы из углепластика (CFRP). Это решение обеспечивает снижение веса более чем на 50%, отличную светопропускаемость и необходимую гибкость для интеграции в изогнутые поверхности транспортных средств.

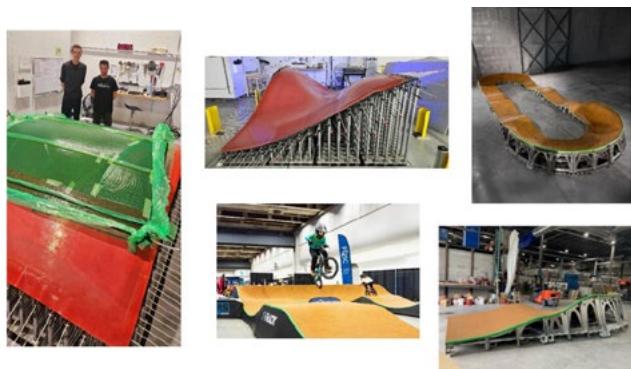
В модулях стекло заменено на прозрачный передний лист из стеклопластика (GFRP) и жесткую заднюю сэндвич-панель из углепластика (CFRP). Модули изготавливаются за один технологический этап методом инфузии, что гарантирует высокую оптическую чистоту (пропускание света около 90%). Вес конструкции составляет всего 4-6 кг/м², что вдвое легче традиционных решений. Модули отличаются высокой ударопрочностью, эффективным рассеиванием тепла и устойчивостью к граду. Фотоэлектрические ячейки встроены между композитными слоями. Это позволяет создавать панели сложной изогнутой геометрии и повышает их общий срок службы.

Спорт, досуг и отдых

Модульная спортивная трасса

Модульная трасса для электромотокросса, BMX и монтибайка из биокомпозитных материалов. Проект также исследует возможность переработки панелей для реализации принципа «от колыбели до колыбели», обеспечивая устойчивое, малоэффективное и локально ориентированное производство.

X-Track сочетает передовые экологичные материалы с аддитивным процессом формования компании Bespline. Для панелей используют переработанную



ПЭТ-пену, смолу Elium®, местные льняные волокна и покрытие из переработанной резины. Перенасстраиваемая цифровая форма позволяет создавать сложные формы без специальных инструментов, сокращая отходы и расход энергии. Вакуумная инфузия позволяет производить легкие, прочные панели с минимальными потерями смолы. Особенности и инновации процесса: быстрое прототипирование, крупногабаритные детали, биоматериалы и вторичная переработка.

Ракетки HEAD из биоциклического углеродного волокна Toray

Компания HEAD продолжает внедрять инновации, выпуская теннисные ракетки BOOM RAW и BOOM NEON, в которых используются новые биоциклические углеродные волокна Toray. Эта новая линейка является обнадеживающим шагом в поиске более экологически ответственного будущего для «ракеточных» видов спорта.

Для разработки теннисных ракеток с более низким углеродным следом и без ущерба для игровых характеристик HEAD обратилась к компании Toray. Toray поставляет 100% биоциклические углеродные волокна и препреги, произведенные по методу масштабного баланса. Эти волокна производят из отходов биологического происхождения, таких как остатки лесного хозяйства, талловое масло и использован-



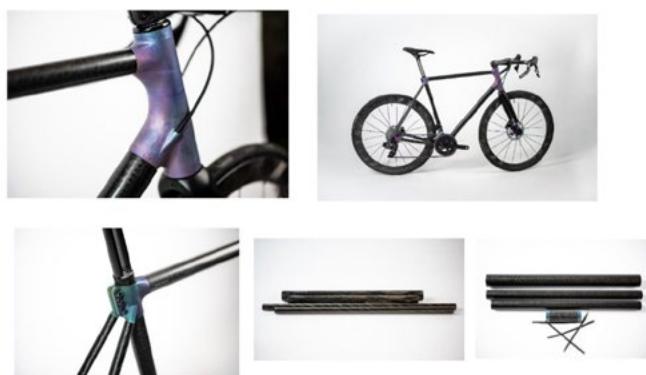
ные кулинарные масла, которые преобразуются в биоциклический вторичный акрилонитрил. С использованием биоциркулярных компонентов углеродные материалы Toray приобретают в некотором роде экологические характеристики. Для таких брендов как HEAD это способ реально снизить объем вредных выбросов и предложить рынку новое поколение «зеленых» композитов.

Lifecycle — ремонтопригодный шоссейный велосипед

Разработка представляет собой раму велосипеда, изготовленную из термопластичных профилей, армированных углеволокном и титановых ушек. Она соединяется методом индукционной сварки без использования дополнительных kleев или крепежных элементов. Благодаря обратимости процесса поврежденные компоненты могут быть удалены и заменены для максимального увеличения жизненного цикла рамы.

Рама велосипеда сочетает в себе 3D-печатные ушки из титана Ti6Al4V с термопластичными композитными трубками. Титановые ушки производятся методом селективного лазерного плавления (DMLS), обрабатываются для посадочных мест подшипников

и структурируются лазером для соединения. Передний треугольник использует плетёные преформы из переработанного углеродного волокна и полиамида-6 (CF/PA6), разработанные компанией Herone, а задний треугольник — трубы CF/PA6, изготовленные компанией Alformet по технологии LATW. Сборка основана на методе прямого термического соединения: индукционный нагрев расплавляет полимер, который проникает в микроструктуру ушка, создавая прочное (более 50 МПа) соединение без клея. Трубы и ушки можно многократно отделять и заменять, что обеспечивает полную возможность переработки и ремонта. **КМ**



Заседателева Д. А.
ООО «Композит-Изделия»
info@cp-vm.ru

Особенности применения аэрозольных клеев

При производстве изделий из полимерных композиционных материалов требуется создание клеевого соединения между оснасткой и наполнителями, а также наполнителями между собой. Для этих целей широко применяется клей-спрей благодаря своей технологичности и экономичности. Аэрозольные клеевые спреи — это разновидность клея, упакованного в аэрозольные баллончики, из которых клей распыляется в виде мельчайшей взвеси или спрея.



Рисунок 1. Распыление клей-спрея с ограничителем



Эти спреи содержат клеевые вещества в растворителе или пропелленте, которые находятся под давлением в баллончике. При нажатии на клапан клей распыляется, что позволяет легко и равномерно наносить его на поверхности.

Аэрозольная технология нанесения клея обладает следующими преимуществами:

- простота и удобство;
- не требуется дожидаться реакции;
- не нужны шпатели, кисти и другие инструменты;
- не нужно прижимать и высушивать место склейки;
- экономичный расход;
- длительное хранение без потери качества.

Аэрозольные клеи обеспечивают возможность большего контроля процесса нанесения связующего вещества. Конструкция распылителей влияет на параметры распыления клея, такие размер факела и пятна распыления, так для ограничения распыления может применяться регулируемая насадка, которая позволяет регулировать размер факела. Это, наряду с размером сопла позволяет при необходимости корректировать толщину слоя и расход клея в процессе работы.

Выпускаемые в настоящее время клей-спреи универсальны: они используются как для ремонта в домашних условиях и проектов DIY, так и для скрепления материалов в производстве, например, при создании технологического пакета для изготовления деталей или конструкций из композиционных материалов.

Аэрозольные клеи выпускаются в различных формах, подходящих для разных нужд и поверхностей. Наиболее распространенные виды:

1. Клей-спреи постоянной фиксации: предназначены

для прочного и долговечного соединения. Эти клеи обычно используются там, где применяются тяжелые материалы, такие как дерево, металл или плотные ткани.

2. Перемещаемые аэрозольные клеи: позволяют корректировать положение материалов после нанесения. Данный тип клея позволяет производить выравнивания листов бумаги или ткани перед их окончательной фиксацией. Он часто применяется для скрепления слоёв формовочного пакета для создания композитных изделий.
3. Аэрозольные клеи временной фиксации: обеспечивают соединение, которое можно легко удалить. Они используются в тех случаях, когда требуется временное крепление, например, для установки предметов на витрине или для несложных изделий. Эти клеи подходят для ситуаций, когда впоследствии может потребоваться удалить или переместить материалы, например, для закрепления элементов технологического пакета для формования деталей из композитов на оснастке.

Состав аэрозольного клея обычно включает в себя 3 основных компонента:

1. Клеящее вещество, которое является основным связующим материалом, предназначенным для создания клеевого соединения между поверхностями. Состав варьируется в зависимости от предполагаемого применения и склеиваемых материалов.
2. Растворители, которые регулируют вязкость клея для его равномерного распределения по поверхности материала при нанесении и способствуют быстрому высыханию. Обычно используются такие растворители, как ацетон, толуол или другие летучие органические соединения (ЛОС).
3. Пропелленты, которые создают давление и позволяют распылять продукт из аэрозольного баллончика. Обычно используют пропан, бутан и изобутан, а также их смеси, в некоторых случаях азот и углекислый газ.

В настоящее время выделяются две группы клей-спреев: на водной основе и на основе органических растворителей.

Клеи на водной основе безопасны и экономичны и представляют собой один из типов адгезива, который может заменять традиционные контактные

адгезивы на основе растворителей. На сегодняшний день в их состав обычно входят латекс или эмульсия эластомерного полимера в воде. Однако, разработанные на сегодняшний день контактные клеи на водной основе, как правило, имеют ряд недостатков по сравнению с традиционными клеями на основе органических растворителей. Клеи на основе растворителя обладают более лучшей стабильностью при хранении, в то время как клеи на водной основе имеют тенденцию к коагуляции, то есть слипанию частиц, с течением времени. Такая коагуляция существенно снижает легкость нанесения клея на поверхность подложки, особенно путем распыления. Несмотря на то, что для предотвращения коагуляции в клей часто добавляются различные стабилизаторы (или эмульгаторы), подобные клеи все же имеют тенденцию к относительно короткому сроку годности, особенно при повышенных температурах. Кроме того, клеи на водной основе труднее равномерно наносить распылением на поверхности основания, чем клеи на основе растворителя.

Использование воды в качестве носителя контактного клея вместо органического растворителя дополнительно приводит к значительному снижению как скорости высыхания, так и адгезии, достигаемой высушенной клеевой пленкой. При производстве данного типа клей-спреев стоит учитывать, что при создании водной эмульсии (основы клей-спрея) перечень растворимых в воде компонентов весьма ограничен. Также, в случае если субстрат представляет собой пористый материал, такой как бумага или ткань, адгезив, содержащий органический растворитель, менее проникает в субстрат во время распыления и оставляет следы нанесения клея. Риск проникновения дополнительно сводится к минимуму при подборе быстро испаряющихся растворителей и нанесении клея на расстоянии около 15–20 см от поверхности. Вышеуказанные недостатки затрудняют полную замену клеев на основе растворителей клеями на водной основе.

Большую часть недостатков клей-спреев на водной основе решают клеи на основе органических растворителей. Однако при работе с ними стоит учитывать пожароопасность и возможные воздействия на окружающую среду и работников. Данные несовершенства исключаются с помощью установки систем вентиляции и соблюдением техники безопасности. Также существуют риск повреждения или изменения

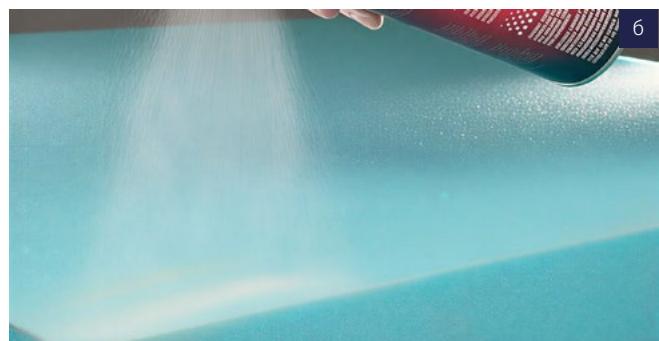


Рисунок 2. Нанесение клей-спрея на водной (а) и органической основе (б)



цвета субстрата под воздействием органического растворителя при использовании субстрата из нестойкого материала. Данная проблема решается с помощью подготовки поверхности субстрата, например, обезжикивание специальным растворителем или нанесение грунтовочного слоя.

Таким образом, при разработке клеев для аэрозольного нанесения стоит учитывать ряд ранее описанных особенностей. Современный рынок аэрозольных клеев находится в состоянии развития, где баланс между технологической эффективностью, экономической целесообразностью и экологической безопасностью становится ключевым фактором.

С учётом современных тенденций и особенностей создания клей-спреев направлением исследований и разработок компании «Композит-Изделия» была создана линейка отечественных клей-спреев «Резивер-Спрей» (ТУ 20.52.10-041-30189225-2025), состоящая из аэрозольного клея на основе эпоксидной смолы и аэрозольного клея на основе синтетического эластомера (каучука) для временной фиксации. «Резивер-Спрей» — это новая отечественная разработка, производимая по собственной разработанной рецептуре и технологии «Композит-Изделия». Аэрозольный клей «Резивер-Спрей» обеспечивает легкое и равномерное распыление тонким слоем, подходит для внутренних слоев, не влияет на скорость пропитки, не изменяет свойств связующего и процесс отверждения связующего, после высыхания не оставляет следов и не желтеет со временем. Имеет отличную «схватываемость» и также дает возможность перемещать склеиваемые материалы, что удобно

для работы с тканями, пористыми материалами и другими элементами технологического пакета. Лей спрей подходит для внутренних слоев, не влияет на скорость пропитки, не изменяет свойств связующего и не изменяет процесс отверждения связующего

Инженерный центр и направление исследований и разработок «Композит-Изделия», оснащенный опытным производством и собственной лабораторией, предлагает своим клиентам не только техническую поддержку и консультации по использованию продуктов компании, но возможность полноценного обучения технологиям применения своих материалов. Специалисты компании помогут не только подобрать продукт, оптимально подходящий под задачи клиента, но и благодаря собственной лаборатории и опытному производству разработать или модифицировать продукт под индивидуальные потребности своих клиентов. Специалисты компании «Композит-Изделия» всегда готовы проконсультировать по вопросам приобретения материалов и предоставления опытных образцов. **КМ**

Литература

1. Потиус, А. Клеи, адгезия, технология склеивания / А. Потиус. Пер. с англ. 3-го издания под ред. Комарова Г.В. – СПб.: ЦОП «Профессия», 2015. – 384 с
2. Advances in Adhesives & Sealants Technology, Paper 14, 1994
3. Petrie, E. M. Handbook of adhesives and sealants / E.M. Petrie // New York: McGraw Hill LLC – 2007. – 765 p.
4. Пат. H08134419A, Япония



CARBO CARBO
КОМПОЗИТНЫЙ СУПЕРМАРКЕТ

Эпоксидные препреги для широкого спектра применений

Тип препрега	Универсальный	Быстроотверждающий	Негорючий
Марка связующего	ResiFibe CP - 1360	ResiFibe CP - 1515	ResiFibe CP - 1560
Минимальное время отверждения	60 мин.	10 мин.	60 мин.
Температура формования	130°C	150°C	150°C
Температура стеклования T_g	140°C	120°C	110°C
Технологии переработки	безавтоклавная	безавтоклавная, прессование	прессование, автоклав
Области применения	БПЛА, машиностроение, спортивный инвентарь и экипировка	спортинвентарь и экипировка, массовое производство	авиация, транспортное машиностроение



НОВЫЕ ПРЕПРЕГИ В НАЛИЧИИ

На основе стеклоткани 100-280 г/м²

На основе углеткани 160-200 г/м²



+7(499)281-66-33

E-mail : info@carbocarbo.ru
carbocarbo.ru

ООО «Зефир»

научный подход к созданию высокотехнологичных связующих для полимерных композиционных материалов (ПКМ)

Современный рынок полимерных композиционных материалов (ПКМ) требует не просто сырья, а прецизионных решений. Компания ООО «ЗЕФИР» основанная в 2022 году, в городе Санкт-Петербург, предлагает композиционной отрасли линейку отечественных связующих, по своим характеристикам не уступающих, а порой и превосходящих мировые аналоги.

Винилэфирные смолы от классики до инноваций

Мы разработали решения для самых требовательных условий эксплуатации:

Классическая винилэфирная смола на основе Бисфенола-А ВЭ-3. Полный аналог INEOS Derkane 411. Отличается высокой химической, термической стойкостью ($T_g = 125-130$ (температура стеклования))



и минимальной хрупкостью в составе готового изделия (ламинара).

Линейка гибридных винилэфирных смол Н2. Уникальная разработка для российского рынка. Смола отверждается пероксидом метилэтилкетона (МЭК) без резкого пено- и газообразования, что упрощает контроль процесса при разных условиях переработки связующего. Обладает повышенной ударной вязкостью и улучшенной смачиваемостью стекло- волокна.

Высокотемпературная новолачная винилэфирная смола ВЭ 5.5 (аналог Derkane 470) для экстремальных тепловых и химических нагрузок на ламинат. Температура стеклования достигает 170°C .

Огнестойкие винилэфирные смолы — серии BrX2: бромированные системы, решающие главную проблему подобных материалов — «колкость и хрупкость». Ламинат пропитанный BrX2 сохраняет высокую ударную вязкость при сохранении огнезащитных свойств.

Безстирольные винилэфирные смолы — эксклюзивные и экологичные решения

Система «Бесс.Баз» — безстирольная винилэфирная смола. Уникальная структура позволяет эффективно смачивать не только стеклоткани, но и углеродные, а также арамидные ткани, обеспечивая высокие прочностные показатели, совмещенные с превосходной химстойкостью винилэфиров

Система «ВЭ 5.5Т» — безстирольная новолачная винилэфирная смола. Так же как и система «Бесс. Баз», способна смачивать угле-,стекло-, арамидные ткани, при этом данная смола обладает теплостойкостью $HDT = 160^{\circ}\text{C}$ ($T_g = 190^{\circ}\text{C}$) и химстойкостью новолачных систем.

Эпоксидные компаунды

Линейка эпоксидных компаундов «Эпокси.Баз» адаптирована под различные методы переработки (инфузия, RTM, ручное формование) с регулируемым

Материалы

временем жизни: от 85 до 300 минут.

Система «Термопокс» специализированный эпоксидных компаунд для вакуумной инфузии. При сравнении с импортными аналогами (такими как LG810), «Термопокс» демонстрирует преимущество в теплостойкости: $T_g = 200^{\circ}\text{C}$ против 164°C у чешского конкурента.

Почему специалисты выбирают ООО «ЗЕФИР»?

Гибкость производства и индивидуальный подход к каждому клиенту. Наша команда не просто продает смолу (связующее, компаунд) по одной рецептуре, а адаптирует вязкость, время гелеобразования и наполнение под конкретный техпроцесс заказчика.

Мы обладаем тремя современными синтетическими и одной оснащенной аналитической лабораториями, которые позволяют создавать инновационные продукты.

Нам доверяют: ООО «Татнефть-Пресскомпозит», ООО «Исток-Полиэстр» (Franmer), ООО «Новый Профиль» и другие.

Научный контроль: каждая партия наших материалов проходит строгий внутренний контроль качества, от динамической вязкости до дифференциально сканирующей калориметрии с реологическими тестами.

Импортозамещение в деле: наша команда предлагает характеристики уровня Ineos «Derkane», AOC «Atlac» и т.д., но с логистикой и поддержкой внутри страны.

ООО «ЗЕФИР» — это не просто научное производственное объединение. Это место, где олигомерная химия становится основой вашего успеха. **КМ**



ООО «ЗЕФИР»

Мы молодая и активно развивающаяся компания, основанная в 2022 году.

У нас есть **собственная производственная площадка**, оснащенная:

- ✓ **3 современными** синтетическими лабораториями;
- ✓ **аналитической лабораторией** для контроля качества продукции;
- ✓ лабораторией по производству полимерных композиционных материалов, которая позволяет создавать **уникальные изделия**.

Мы предлагаем производителям полимерных композиционных материалов (ПКМ) и изделий широкий ассортимент смол и ускорителей отверждения.

Смолы:

- Полиэфирные (орт-фталевые)
- Винилэфирные (на основе Бисфенола-А)
- Винилэфирные новолачные
- Бромированные винилэфирные смолы
- Изофталевые
- Изофталево-неопентилгликолевые
- SMC/BMC смолы
- Эпоксидные (закрытое формование)
- Эпоксидные (ручное формование)

Ускорители отверждения:

- Октоат кобальта в стироле
- Безстирольный октоат кобальта

Преимущества ООО «ЗЕФИР»:

- + Высокое качество смол и связующих, соответствующее строгим требованиям производителей.
- + Возможность регулировать реологические и физико-химические свойства смол и связующих под требования заказчика.
- + Подбор инициирующих систем для обеспечения необходимого времени гелеобразования связующего в соответствии с требованиями заказчика (холодное и горячее отверждение).
- + Производство смол и связующих с требуемым комплексом свойств, включая огнестойкость и химическую стойкость, в соответствии с техническими заданиями заказчика.
- + Строгий контроль качества на всех этапах производства — от сырья до готовых смол и связующих.

Комбинированный метод рециклинга: как спасти углеродное волокно из отходов углепластика

Гладунова О. И.
Лукичева О. И.
СПбГУПТД
sutd.ru



Конечный этап жизненного цикла изделий из полимерных композиционных материалов (ПКМ), в частности углепластиков, представляет собой технологическую и экологическую проблему глобального масштаба. Детали авиационных и космических аппаратов, компоненты автомобилей и спортивного инвентаря после выработки эксплуатационного ресурса в большинстве случаев следуют по одному из двух путей: захоронению на специализированных полигонах или сжиганию. Оба сценария являются экономически и экологически нерациональными, поскольку приводят к безвозвратной потере стратегически важного и дорогостоящего компонента — высокопрочного углеродного волокна. Таким образом, отсутствие эффективных промышленных технологий рециклинга создает барьеры для формирования замкнутого цикла в отраслях, применяющих современные

композиты, и подчеркивает острую необходимость в разработке методов извлечения армирующих наполнителей с сохранением их эксплуатационных характеристик.

В связи с этим приоритетными являются технологии, позволяющие извлекать углеродные волокна с минимальным ущербом для их свойств. Наиболее изученными методами выделения углеродных волокон из полимерных композиционных материалов на основе термореактивных связующих являются: термический (пиролиз) и химический (сольволиз) способы деструкции полимера. Пиролиз, хотя и является эффективным, сопряжен с высокими энергозатратами и риском окисления волокна. Сольволиз, особенно для сшитых эпоксидных смол, часто не обеспечивает полного растворения матрицы. Комбинация этих методов может позволить снизить температуру и время пиролиза за счет предварительного частичного растворения матрицы, минимизируя термическое воздействие на волокно.

Команда ученых СПбГУПТД поставила перед собой амбициозную задачу разработать комбинированный метод (сольволиз + пиролиз) для рециклинга углепластика с высокой степенью очистки и сохранения морфологии углеродного волокна.

В работе использовалось углеродное волокно на основе полиакрилонитрильного (ПАН) прекурсора производства ООО «Алабуга Волокно» (линейная плотность 780 текс, предел прочности 4,5 ГПа, модуль упругости 260 ГПа). Матрицей служила эпоксидная смола марки 828CSC, отверждаемая полиэтилен-полиамином (ПЭПА, 10 масс.%) с последующим посттврждением (70°C, 4 ч).

Образцы углепластика изготавливались методом ручного формования. Для сольволиза отобранные образцы углепластика выдерживали определенное время в доступных растворителях. Пиролиз проводили в трубчатой печи в атмосфере азота при конечной температуре 900°C со скоростью нагрева 5°C/мин и выдержкой 4 ч.

Комбинированная же обработка заключалась в последовательном проведении сольволиза и последующего пиролиза тех же образцов. Оценка массы на каждом этапе позволила рассчитать степень удаления полимерной матрицы. Морфология поверхности и



Рисунок 1. Внешний вид образцов одностороннего углепластика, полученных методом ручного формования

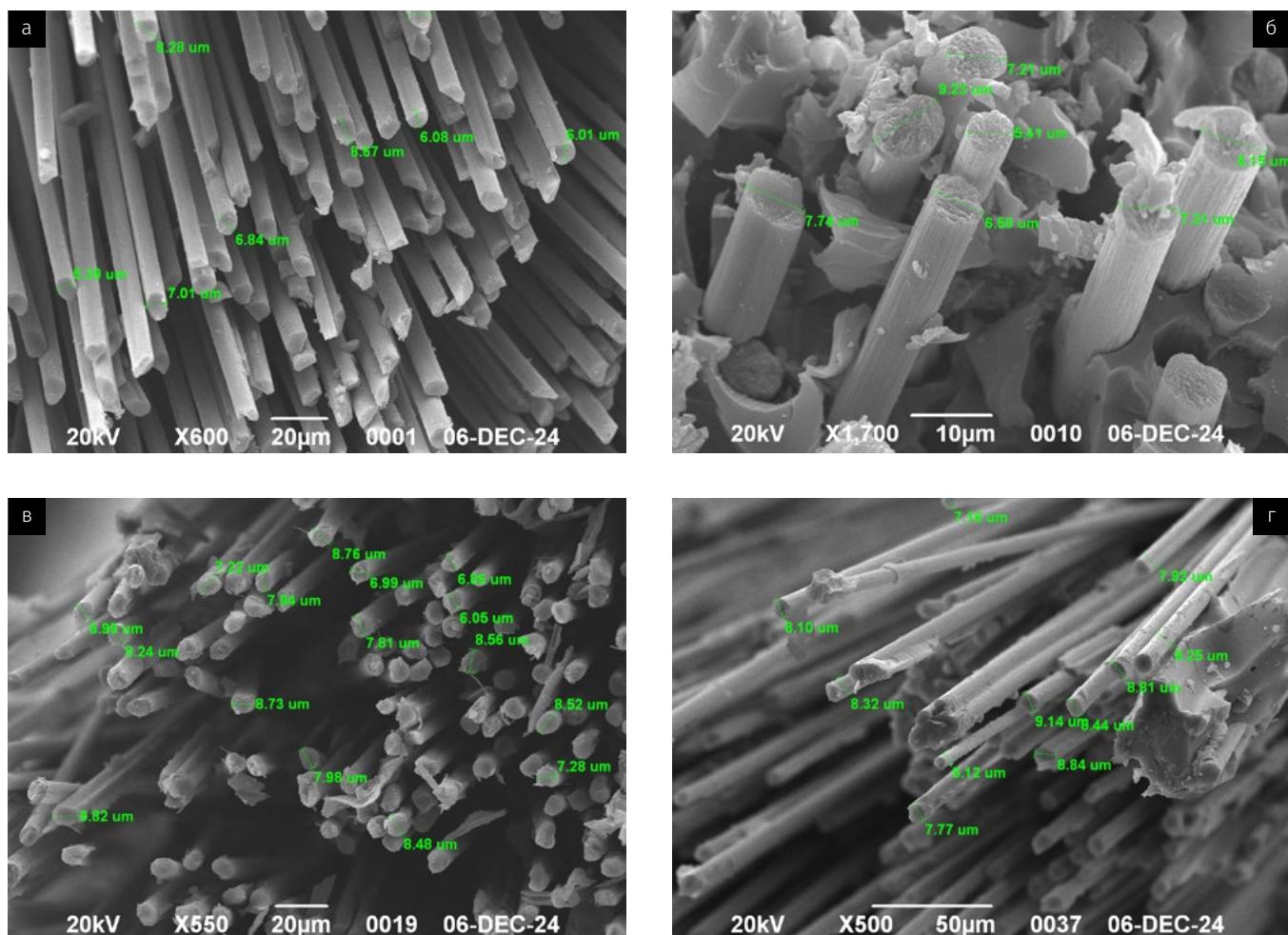


Рисунок 2. Морфология поверхности углеродных волокон:

а — исходные, б — после сольволиза, в — после пиролиза, г — после комбинированного метода (сольволиз + пиролиз)

диаметр филаментов исходных, очищенных и регенерированных углеродных волокон исследовались с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ).

Результаты сольволиза образцов углепластика показали ограниченную эффективность метода. Применение растворителей позволило удалить от 20 до 60 % полимерной матрицы. СЭМ-анализ волокон после сольволиза (Рисунок 2-б) подтвердил сохранение морфологии филаментов (диаметр 6,5–8,5 мкм), однако на поверхности наблюдались значительные остатки матрицы.

Пиролиз образца углепластика обеспечил удаление 94 % полимерной матрицы. Полученные волокна (Рисунок 2-в) визуально сохранили свою структуру, а их диаметр (6,0–9,8 мкм) соответствовал исходному. Данный метод оказался значительно эффективнее сольволиза в плане степени очистки.

Наилучшие результаты получены при комбинированной обработке. Образцы, предварительно обработанные в растворителях, после последующего пиролиза показали суммарную степень очистки 96%. При этом морфология волокон сохранялась (Рисунок 2-г). Диаметр филаментов находился в диапазоне 5,2–9,7 мкм, что близко к исходным значениям.

Резюмируя вышеизложенное можно констатировать, что даже невысокая эффективность предварительного сольволиза (20–60 %) позволила в комбинации с пи-

ролизом достичь большей итоговой очистки, чем при использовании только пиролиза (96 % против 94 %). Это может быть объяснено тем, что сольволиз, даже частичный, разрушает поверхностный слой матрицы и увеличивает ее доступность для последующего термического разложения, потенциально позволяя снизить температуру или время пиролиза в дальнейших оптимизированных процессах.

В ходе исследования удалось показать эффективность комбинированного метода (сольволиз + пиролиз) для рекуперации углеродного волокна из отходов углепластика. Принципиально важным является факт сохранения исходной морфологии и размеров филаментов углеродного волокна после комбинированной обработки, что свидетельствует о минимальном повреждении армирующего элемента. Полученные результаты указывают на перспективность разработки промышленной двухстадийной технологии рециклинга, где предварительный химический этап позволит существенно снизить энергоемкость термической стадии и минимизировать деградацию волокна. Для дальнейшего развития метода необходимы исследования по подбору более эффективных и селективных растворителей, оптимизации параметров пиролиза (температуры, времени и т.д.), а также комплексная оценка механических свойств регенерированного углеродного волокна. **КМ**

Все течет, все изменяется!

Холодников Ю. В.
Директор ООО СКБ «Мысль»

Известное высказывание греческого философа Гераклита Эфесского, вынесенное в заголовок статьи, подтверждает тенденцию позитивного обновления во времени всего того, что ранее считалось незыблемым идеалом совершенства и предметом подражания. Безусловно, этот подход является ключевым аспектом развития и совершенствования технологической составляющей любого производственного процесса. Необходимость корректировки технологического процесса с течением времени, относительно первоначального его варианта, обусловлена изменением материальной базы, совершенствованием производственной составляющей, накопленным опытом и повышением квалификации исполнителей.

В полной мере высказанное относится к области композитостроения и, в частности, области промышленных композитов. Тринадцать лет назад вышел ГОСТ Р 55074-2012 «Химостойкие полимерные композиты для футеровки технологических емкостей. Общие ТУ», соответствующий патенту РФ № 2365678. (публ. 27.08.2009 г. БИ № 24). На момент его подготовки и утверждения в Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии, мы руководствовались, в основном, зарубежной информацией о работах по этому направлению применения специальных композиционных материалов и сопутствующих технологий, поскольку в России эта тема была не раскрыта и нормативно-техническая база отсутствовала.

С течением времени и накопления опыта работы на промышленных предприятиях разных видов производственной деятельности становилось ясно, что работа с композиционными материалами в «комфортных» условиях специализированных производств и оборудования, ориентированного на выпуск определенного вида серийной продукции из композитов, это совсем не одно и тоже, что работа на промышленной площадке действующего производства, если, при этом, объект защиты находится на открытом воздухе, и имеет сложную пространственную форму с затрудненным доступом к футеруемой поверхности. С такими условиями проведения работ мы сталкиваемся постоянно, поэтому технические условия проведения футеровочных работ, рекомендуемые ГОСТом 55074, не в полной мере соответствуют реальным условиям проведения защитных работ и в этой связи требуют уточнения и корректировки.

В чем суть предлагаемых изменений, рекомендуемых нашей организацией, вносимых в ГОСТ 55074:



1. Футеровочное покрытие, как правило, наносится на внутреннюю поверхность защищаемого технологического оборудования и строительных конструкций, непосредственно контактирующих с агрессивной рабочей средой. В связи с вышесказанным, внешне-видовые дефекты поверхности (разные локальные оттенки покрытия, мелкие царапины, по глубине не превышающие толщину специального слоя, небольшие пузыри в ламинатном слое, «капельсиновая» корка, морщины и т.п.) недопустимые для конструкционных изделий, для футеровочных покрытий – не имеют серьезного значения. Разумеется, что количество таких дефектов на единицу площади футеровочного покрытия, не должно превышать технически обоснованных нормативов, индивидуальных для каждого объекта защиты и характеризующихся сложностью самого объекта, условиями проведения работ и агрессивностью рабочей среды.
2. Не является дефектом разнотолщина футеровочного покрытия, обусловленная утолщениями в зоне перехода полотниц стеклоармированных материалов и в зонах приформовки дополнительных элементов конструкции объекта защиты, например: патрубки, фланцы, кронштейны и т.п. В данном случае важно, чтобы минимальная толщина покрытия соответствовала техническому заданию и, соответствующего ему регламента проведения работ.
3. При прочностных расчетах технологического оборудования и строительных конструкций, подлежащих защите композиционными материалами, физико-механические характеристики футеровочного покрытия не принимаются во внимание, поскольку толщина покрытия (как правило - от 3 до 5 мм при плотности 1,7 г/см³), не оказывает существенного влияния на прочность объекта защиты. Поэтому, для футеровочного покрытия важны такие характеристики, как: сплошность, электропроводность, твердость, теплостойкость. Для специальных видов футеровки проверяют износостойкость, биостойкость, теплостойкость и другие контролируемые параметры, необходимые для защиты объекта от конкретных агрессивных факторов.

4. Неоднозначным фактором работоспособности или не работоспособности защитного покрытия является наличие в его структуре и на поверхности защитного слоя, посторонних включений в виде металлических и неметаллических включений: частиц пыли, налипших насекомых и т.п. То, что недопустимо при изготовлении композитных конструкционных изделий в цеховых условиях, считается обычным явлением при производстве защитного футеровочного покрытия в условиях действующего производства, а также при проведении работ на открытых площадках, подверженных воздействию атмосферных процессов (ветер, дождь, естественная тяга в высотных конструкциях, солнечная радиация). Не всегда предпринимаемые меры защиты рабочей зоны от этих факторов могут надежно защитить рабочую поверхность от их воздействия или сооружение укрытий экономически и технически нецелесообразно. В данном случае следует руководствоваться принципами разумного допуска, заключающимся в том, что основным назначением футеровки является способность долговременной и надежной защиты оборудования от воздействия агрессивных производственных факторов, а его декоративные качества имеют второстепенное значение. Если при изготовлении химической защиты или для покрытий с диэлек-





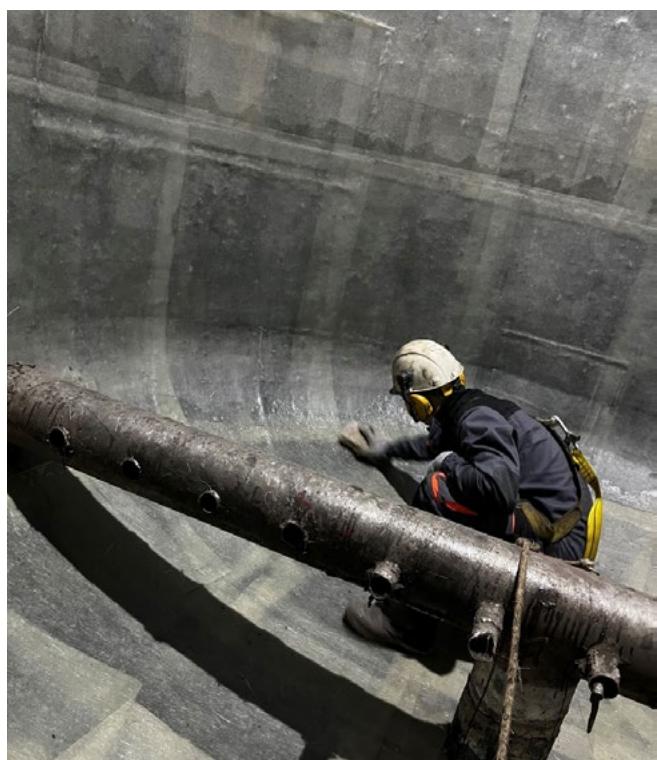
трическими свойствами наличие металлических включений нежелательно, то неметаллические включения влияния на химическую стойкость покрытия существенно не имеют. Специальные защитные покрытия предусматривают введение в структуру композита специальных наполнителей (металлические порошки, органические гранулы, неорганические системы, нано частицы и т.д.) с целью повысить/усилить те или иные защитные свойства покрытия (т.н. программируемые свойства). Таким образом, «включения» могут не только ухудшать, но и повышать стойкость футеровочных покрытий. Для рассматриваемой ситуации общего требований к наличию и количеству включений быть не может, поскольку в каждом случае необходим свой подход, учитывающий характеристики рабочей среды и требования к эксплуатационным свойствам защищаемого оборудования, однако главным критерием остается принцип обеспечения безопасности и стойкости наносимой системы защиты. В спорных ситуациях рекомендуем вырезать образец готового покрытия и подвергнуть лабораторным испытаниям на стойкость в данной рабочей среде.

5. В условиях правового нигилизма, имеющего, к сожалению, место в практической деятельности, важной составляющей концепции предлагаемой

корректировки ГОСТа 55074-2012, является пункт о взаимоотношениях Заказчика и Исполнителя футеровочных работ при пооперационном контроле и приемке выполненных работ. В частности, куратор работ от Заказчика должен иметь специальное образование, знать способы и уметь пользоваться средствами неразрушающего контроля, иметь опыт работы в области контроля футеровочных работ полимерными композиционными материалами не менее двух лет. В настоящее время часто назначают случайных людей, не имеющих понятия о композитах, правилах контроля и технологии проведения защитных работ, что создает конфликтные ситуации и вредит качеству и своевременности проведения работ по защите оборудования и строительных конструкций.

В заключение хотелось бы отметить тот факт, что в ГОСТ 55074 рассмотрен только один вид футеровочных работ полимерными композитами, а именно нанесение покрытия методом контактного «мокрого» ламинирования. На самом деле практическое применение находят и другие способы, не имеющие пока утвержденной в установленном порядке нормативно-технической документации. Мы готовы разработать проекты ГОСТов по следующим способам футеровочных работ:

- «Футеровка технологического оборудования штучными полимерными композиционными материалами»;
- «Футеровка оборудования полимерными композиционными материалами методом торкретирования»;
- «Защита технологического оборудования и строительных конструкций специальными полимерными вкладышами»;
- «Комбинированные способы защиты оборудования полимерными композитами»;
- «Футеровка труб полимерными композитами методом центробежного литья»;
- «Покрытия композитами методом ротационного литья». **КМ**





**КОМПОЗИТ
ИЗДЕЛИЯ**

РЕЗИКАРБ

Эпоксидное связующее

ТУ 20.16.40-038-30189225-2024



предназначено для изготовления изделий из ПКМ для различных отраслей промышленности;



подходит для методов вакуумной инфузии, ручного формования;



позволяет варьировать время технологического процесса;



не содержит летучих органических растворителей;



обеспечивает хорошую и быструю пропитку угле- и стекловолокна;



обладает низкой вязкостью и низкой усадкой;



Основа

Отвердитель

Резикарб ЭП
+ Резикарб ЭП-М

Резикарб ЭП
+ Резикарб ЭП-С

Резикарб ЭП
+ Резикарб ЭП-Б

Масс. соотношение смешивания

100 : 25

100 : 30

100 : 25

Вязкость системы при 25°C

≤ 400 мПа

≤ 500 мПа

≤ 800 мПа

Время жизни смеси (100 г) при 25°C

150-210 мин

35-55 мин

25-45 мин

Температура стеклования, не менее

90 °C

80 °C

80 °C

Композиционные материалы для радиационной безопасности

Гульбин Виктор Николаевич, к.т.н.
материаловед в области
создания нанокомпозитов

Проникновение человека и технических средств в открытый космос, атомные катастрофы, широкое распространение в медицине радиационной техники, и др. связано с воздействием на человека и используемое им оборудование ионизирующих (радиационных) излучений (ИИ). Радиационное загрязнение на земле и в окружающей атмосфере является экологическим бедствием. А в результате катастроф на АЭС и атомных предприятиях образовалась проблема, связанная с защитой от радиации техники и персонала, обслуживающего радиоактивные источники, включая защиту от внешних потоков «закрытых» источников облучения (действующие и аварийные АЭС, рентгеновские и ускорительные установки и другие радиоактивные объекты) и защиту от загрязнений радиоактивными веществами (загрязненные территории, хранилища радиоактивных отходов и др.). В настоящей статье представлены некоторые результаты разработки и исследования

радиационно-защитных композиционных материалов с использованием наноструктурных материалов для радиационной безопасности обслуживающего персонала и радиоэлектроники.

Актуальность работы. Современная радиоэлектронная аппаратура (РЭА) — это устройства высокой степени интеграции, зазоры между токопроводящими слоями в которых достигают микро- и наноразмеров. Заряженные высокоэнергичные частицы (электроны, протоны, нейтроны, гамма излучения внешние и вторичные, и др.), попадая в эту структуру, нарушают электрофизические свойства чипов, вызывая необратимые либо обратимые нарушения в их работе, в результате чего бортовые компьютеры аэрокосмического назначения начинают «сбить» и выходить из строя. Поэтому при освоении космоса и использовании РЭА аэрокосмического назначения обострилась проблема, связанная с радиационной защитой радиоэлектронного оборудования и пер-

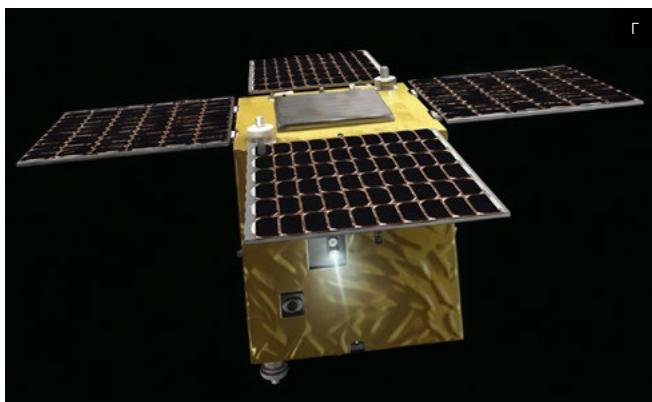
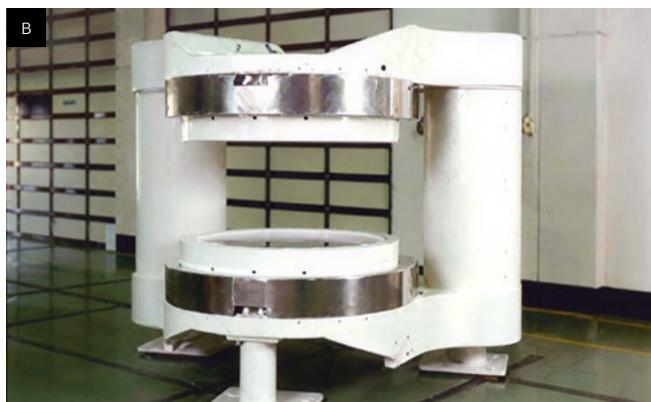
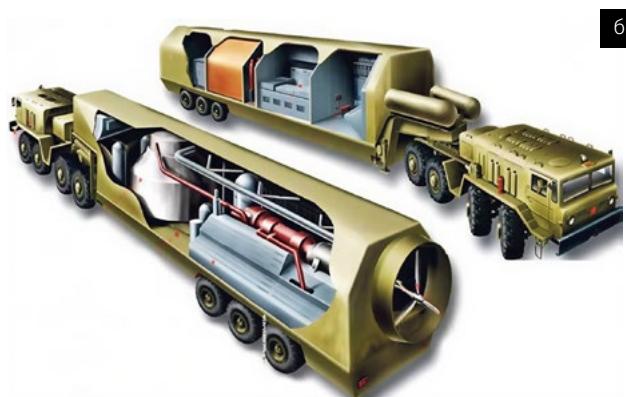


Рисунок 1. Фотографии ядерно-энергетических установок: а — космические ЯЭУ; б — плавучие и мобильные АЭС; в — аппаратура радиационной стерилизации медицинских отходов, г — мобильные рентгеновские аппараты

сонала, его эксплуатирующего, от ионизирующих излучений (ИИ). В соответствии с современными требованиями РЭА аэрокосмического назначения должна устойчиво и надежно функционировать в течение 15 лет в условиях воздействия ИИ космического пространства. В разработанных космических (Рисунок 1а) ядерно-энергетических установках (ЯЭУ), в малогабаритных ЯЭУ малой и средней мощности 100 киловатт и 1 мегаватт – плавучие и мобильные АЭС (Рисунок 1-б), в аппаратуре радиационной стерилизации медицинских отходов (Рисунок 1-в), в мобильных рентгеновских аппаратах (Рисунок 1-г) и др. используются источники ИИ различной мощности. Кроме того, перенос передатчиков помех с земли на микроспутники позволяет контролировать РЭА навигационной системы путем подавления помехами группы каналов в гиперзвуковых и других ракетах [1]. Такие же проблемы возможны и в беспилотных летательных аппаратах.

Для защиты от ИИ, увеличения надежности и срока службы РЭА в аэрокосмических аппаратах, в микроспутниках и БПЛА, для повышения эксплуатационной безопасности установок, использующих ИИ, и обеспечения безопасности работников, находящихся в зоне действия ИИ, необходимы радиационно-защитные материалы с заданными массогабаритными характеристиками. Использование радиационно-защитного композита с наполнителями, эффективно поглощающими ИИ, для дополнительной радиационной защиты РЭА позволит повысить на 20–40% защиту от воздействия внешних и вторичных ИИ, что повысит степень радиационной защиты РЭА без снижения ее работоспособности и позволит создать новую конкурентоспособную на мировом рынке продукцию.

Композиты для радиационной безопасности. В центре «Радиозащита» при ИМЦ Концерна «Вега» проводились научно-исследовательские работы (НИР) по разработке технологий производства радиационно-защитных композитов с использованием нано-структурных материалов с металлическими и полимерными матрицами для защиты от ионизирующих излучений, увеличения срока службы и надежности радиоэлектронного оборудования в

аэрокосмических аппаратах, повышения эксплуатационной безопасности установок, использующих ионизирующие излучения, и обеспечения безопасности работников, находящихся в зоне действия указанных факторов [2]. Работы предусматривали получение новых композитов на основе экологически безопасных радиационно-стойких алюминиевых сплавов (АМг6, В 95) и полимерных материалов (сверхвысокомолекулярный полиэтилен – СВМПЭ, полиэтилентерефталат – ПЭТФ и др.), наполненных радиационно-поглощающими порошковыми и наноразмерными материалами (нановольфрам и борсодержащие материалы). Получение механических смесей наполнителей с металлической основой осуществляли методами механохимического синтеза. Рациональная структура композитной матричной смеси позволяет обеспечить надежную адгезию частиц в матрице и минимизировать весовые характеристики изделий. Применение наноразмерных материалов в радиационно-защитных композитах с металлической и полимерной матрицами обусловлено низкой адгезией матричных материалов и керамических радиационно-поглощающих частиц, а также наночастиц тяжелых металлов, которые использовались в качестве гамма- и рентгено-поглощающих наполнителей. В работе [3], показано, что использование материалов на основе ультрадисперсных порошков может обеспечить лучшие защитные характеристики от рентгеновского излучения и тепловых нейтронов. Кроме того, в результате фундаментальных исследований в МИФИ установлено [4], что использование наноразмерных частиц из радиационно-поглощающих материалов (ВН, В₄С, Рb и W) приводит к увеличению коэффициента поглощения нейтронов в 15 раз и коэффициента рассеяния гамма излучения на 30–40%. Этот эффект был использован для получения эффективных радиационно-защитных наноструктурных композитов.

В результате проведенных НИР получены различные изделия из алюминий-матричных композитов следующих сочетаний (Рисунок 2): В95+В₄С_{n+m}+W_n; В95+ВН_{n+m}+W_n; АМг6+В4С_{n+m}+W_n; АМг6+ВН_{n+m}+W_n. Данные радиационно-защитные композиты весьма пер-

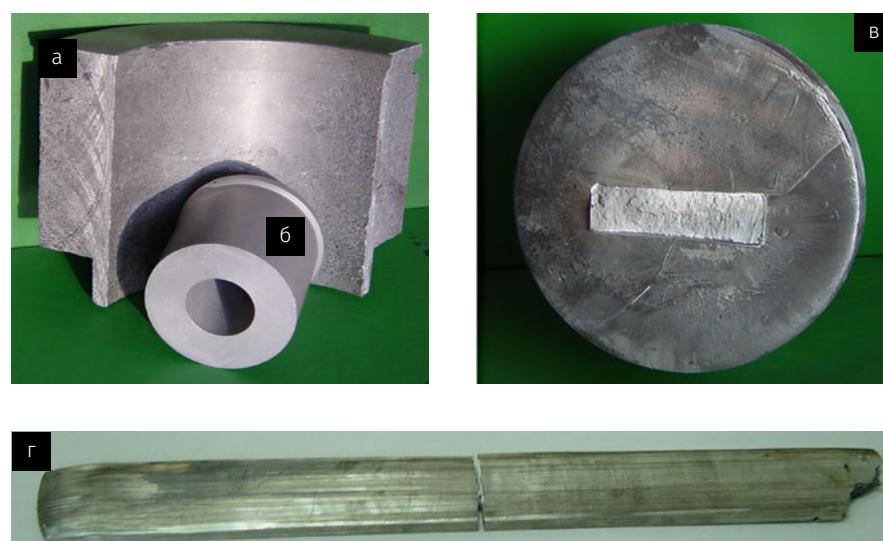


Рисунок 2.
Образцы из алюминий-матричных композитов, модифицированных нанопорошками ВН (а, б) и В₄С+W (в, г):
а – трубная заготовка Ø150×24 мм,
б – полая втулка Ø44×12 мм,
в – спеченная заготовка для прессования полосы,
г – прессованная из композита полоса 10×50 мм

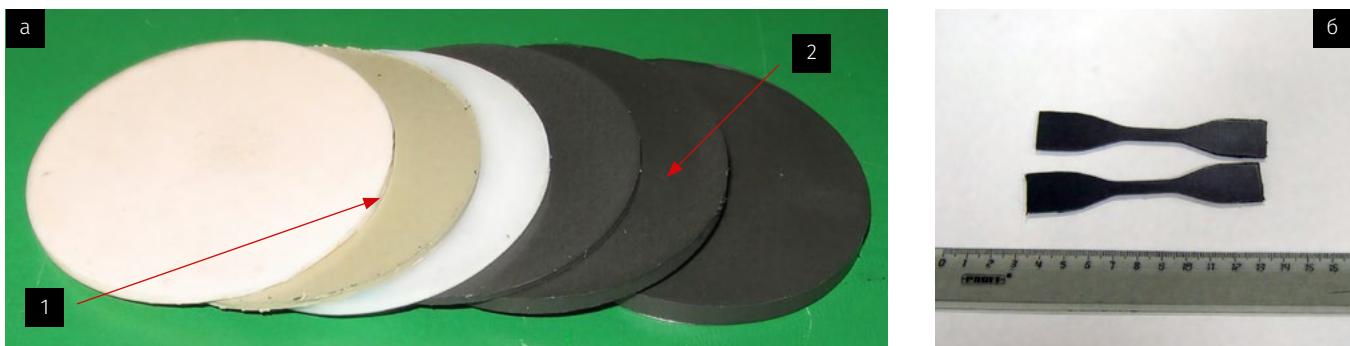


Рисунок 3. Фотографии испытательных дисковых (а) и разрывных (б) образцов из полимерного композита:
1 – из исходного СВМПЭ, 2 – из модифицированного карбидом бора и нановольфрамом

спективны для изготовления из них радиационной защиты в атомной энергетике и аэрокосмических электронных схем и модулей в радиационно-стойких базовых несущих конструкциях, эксплуатирующихся в условиях воздействия космических ионизирующих излучений.

При проведении работ с получением полимер-матричных композитов были изготовлены плоские образцы (Рисунок 3) следующего сочетания: $B_4C_{n+m}+W_n+CBMP$ при различном содержании компонентов. Эти образцы были спрессованы на термопрессе ТЕСАР АПВМ-904. При прессовании использовали специальные прессформы, позволяющие

изготавливать образцы необходимой формы для испытаний на механические свойства на дисковых (Рисунок 3-а) и на разрывных образцах (Рисунок 3-б). Этот радиационно-защитный полимерный композит является биологически инертным и может использоваться для средств индивидуальной защиты от ионизирующих излучений как в космосе, так и на объектах атомной энергетики.

Экспериментальное исследование радиационно-защитных свойств разработанных композитов проведено путём измерения коэффициентов ослабления потока моноэнергетического гамма-излучения изотопа ^{57}Co с энергией 122 кэВ. Результаты измерений представлены в Таблице 1. Измерения коэффициента пропускания нейтронов (скорость пучка нейтронов 2200 м/с и энергия 0,025 эВ) на стенде, состоящим из кадмивого фильтра и детектора нейтронов, показали, что при массовой доле 25 % наноразмерного карбива бора в образцах из алюминий-матричных композитов для тепловых нейтронов они не прозрачны, т.е. $K \approx 0.00035$. Измерения на нейтронном пучке с более высокой средней скоростью, а именно 4360 м/с (соответствующая энергия 0,098 эВ, сечение поглощения для естественной смеси изотопов бора 382 барн) показали, что средний коэффициент пропускания равен $K=0,45 \div 0,55$ (Рисунок 4). Таким образом, при содержании наноразмерного B_4C от 25 % масс. в алюминий-матричных композитах происходит практически 100%-ное поглощение тепловых нейтронов, и поглощение около половины быстрых нейтронов. Радиационные испытания проведены в РНЦ «Курчата»

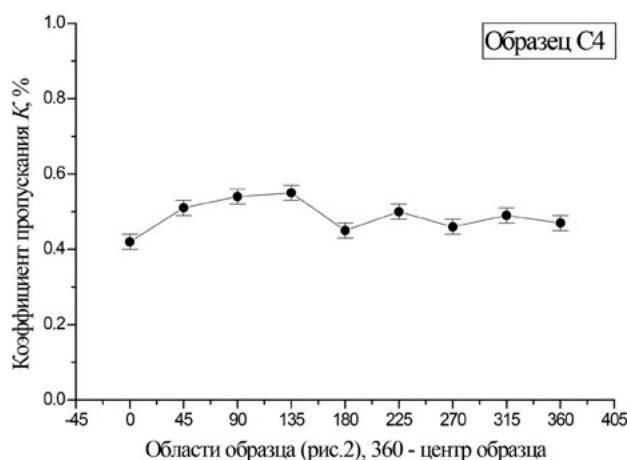


Рисунок 4. Изменение коэффициента пропускания быстрых нейтронов в зависимости от расположения облучаемых областей на испытуемом образце

Таблица 1

Наименование образцов	Коэффициент ослабления потока γ -излучения	Матрица	Наполнитель – процентное содержание (вес)
Алюминий-матричный композит	1,45	АМг 6	B_4C -12% W_n – 18%
Алюминий-матричный композит	1,48	В 95	B_4C -12% W_n – 18%
Полимер-матричный композит	1,73	СВМПЭ	B_4C -20% W_n – 30%

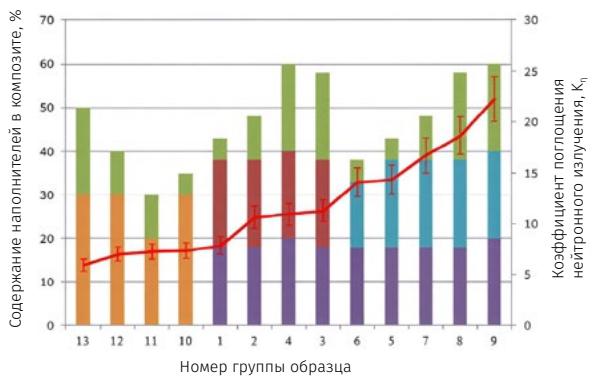


Рисунок 5. Изменение коэффициента поглощения нейтронного излучения в зависимости от состава образца

товский институт» путем измерения коэффициента поглощения нейтронного излучения и коэффициента ослабления гамма-излучения.

При выполнении научно-исследовательской работы, выполненной в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020гг.» по теме: «Полимерные нанокомпозиты для комбинированной радио- и радиационной защиты», ГК №14.575.21.0041 от 27 июня 2014 года проведены радиационные испытания полимерных композитов с наполнителями из B_4C , BN, W_2B_5 , W_n , W и C. В данной работе исследованы радиационно-защитные свойства пентаборида дивольфрама W_2B_5 (Рисунки 5 и 6). В результате выполнения данной работы были получены нанокомпозиты с равномерным распределением наполнителей в объеме полимерной матрицы из СВМПЭ с улучшенными физико-механическими свойствами и коэффициентами ослабления: а) потока гамма-квантов не менее 1,35 и б) нейтронного излучения не менее 2,5.

Конкретными преимуществами проведенного исследования являются: 1) снижение дозовых нагрузок на 20÷40% на электронные компоненты цифровых вычислительных машин за счет применения композиционных алюминиевых корпусных конструкций; 2) повышение длительности активного функционирования геостационарных космических аппаратов в среднем на 2 года; 3) повышение степени радиационной защиты РЭА наземного и аэрокосмического назначения без снижения ее работоспособности; радиационная защита электроники и обслуживающего персонала в зонах с повышенным радиационным фоном и создание новой конкурентоспособной на мировом рынке продукции.

Потенциальными потребителями продукции из разработанных и исследованных радиационно-защитных композитов являются:

- Предприятия радиоэлектронной промышленности — АО «Росэлектроника», ПАО «ТАНТК им. Г.М. Берииева», АО «НИИ «Аргон», ЗАО НТЦ «Модуль», АО «АВЭКС», АО МКБ «Компас»;
- Предприятия ГК «Роскосмос» — ПАО «РКК «Энергия» имени С.П. Королёва», АО «ИСС им. академика М.Ф. Решетнева», АО «НПП «Полет»; АО «Научно-исследовательский институт точных приборов»;

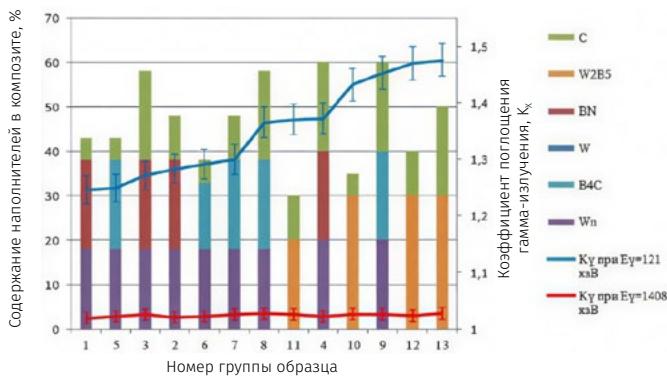


Рисунок 6. Изменение коэффициента ослабления гамма-излучения в зависимости от состава образца.

- Предприятия ГК «Росатом» — АО НИКИЭТ им. Н. А. Доллежаля, АО ФНПЦ «ПО «Старт» им. М.В. Проценко», АО ВНИИМ им. А.А. Бочвара, ФГБУ НИЦ «Курчатовский институт», ФГУП «ВНИИА им. Н.Л. Духова»;
- Предприятия по разработке и производству медицинской аппаратуры, использующей ионизирующие излучения — АО МРТИ РАН (установка по радиационной стерилизации медицинских отходов «Радуга»), АО НИКИЭТ им. Н. А. Доллежаля.

Заключение

- Разработаны и исследованы радиационно-защитные композиты на металлической и полимерной матрицах различных составов. Измерения коэффициентов ослабления потока монозергетического гамма-излучения изотопа ^{57}Co с энергией $E_\gamma = 122$ кэВ показали увеличение коэффициента ослабления γ -излучения до величины $K = 1,73$.
- Измерения коэффициента пропускания нейтронного излучения показали, что тепловые нейтроны при содержании наноразмерного B_4C от 25 масс. % и более в алюминий-матричных композитах происходит практически 100%-ное поглощение тепловых нейтронов, и поглощение около половины быстрых нейтронов. **КМ**

Список литературы

- Микроспутники — убийцы гиперзвуковых ракет. О. Антонов. Независимое военное обозрение. http://nvo.ng.ru/armament/2018-08-10/1_1008_miracle.html.
- В.Н.Гульбин. Разработка композиционных материалов, модифицированных нанопорошками, для радиационной защиты в атомной энергетике. Журнал Ядерная физика и инжиниринг. Том 2, №3, май-июнь 2011.
- Артемьев В. А. Об ослаблении рентгеновского излучения ультрадисперсными средами. ГНИИ Технологии материалов. Письма в ЖТФ, 1997, том 23, №6.
- Гульбин В.Н., Петрунин В .Ф. Исследование радиационнозащитных нанокомпозитов. Физикохимия ультрадисперсных (nano-) систем. Материалы VIII Всероссийской конференции. М.: Белгород, 2008.

Отраслевые мероприятия 2026

27 января

III Международный форум новых материалов, химии и технологий, Москва | www.amtexpo.ru

27–30 января

RUPLASTICA — выставка пластмасс и каучуков. Подразделы выставки: recycling solutions, additive minded, пресс-формы, Москва | ruplastica.ru

27–30 января

Recycling Solutions — Международная выставка технологий переработки и утилизации отходов recycling-solutions.ru

17–19 марта

18-я Международная выставка индустрии пластмасс, полимеров и каучука, Алматы, Казахстан www.plastworld.kz

14–16 апреля

HI-TECH 2026 — международная выставка инноваций и конкурс научных разработок, Санкт-Петербург | hitech-expo.ru
Петербургская техническая ярмарка, Санкт-Петербург | ptfair.ru

22–24 апреля

Композит-Экспо — международная выставка: композитные материалы, технологии производства, оборудование, изделия из композиционных материалов, Москва | www.composite-expo.ru

Полиуретанэкс — международная выставка: полиуретаны, полиуретановые материалы, технологии производства, сферы использования, Москва | www.polyurethanex.ru

10–11 июня

SLS Russia — маломерное и малотоннажное судостроение России, Калининград | sls.restec.ru

16–19 июня

Rosplast — специализированная выставка сырья, оборудования и технологий для производства изделий из пластмасс, Москва | rosplast-expo.ru

Rosmould & 3D-TECH — специализированная выставка формообразующей оснастки, Аддитивные технологии и 3D-печать, Москва | rosmould.ru

16–19 июня

Techtextile, Techcomposite, Techpolymer 2026 — 22-я Международная межотраслевая выставка технического текстиля, композитных материалов, полимеров и оборудования для их производства и обработки, Москва | tech-textile.ru

июль

Международная научно-практическая конференция
«Новые полимерные композиционные материалы» | npsc-conference.ru

22–24 сентября

Выставка **«Полимеры и композиты»**, Беларусь, Минск | polymerexpo.by

20–22 октября

Международный форум-выставка «Российский промышленник», Санкт-Петербург | promexpo.expothread.ru

ноябрь

Петербургский Международный Научно-промышленный Композитный Форум, Санкт-Петербург | www.cclspb.ru



КОМПОЗИТ-ЭКСПО

Восемнадцатая международная специализированная выставка

22 - 24 апреля 2026



Россия, Москва, МВЦ «Крокус-Экспо»,
павильон 3, зал 13

Основные разделы выставки:

- Сырье для производства композитных материалов, компоненты: смолы, добавки, термопластики, углеродное волокно и т.д.
 - Наполнители и модификаторы
 - Стеклопластик, углепластик, графитопластик, базальтопластик, базальтовые волокна, древесно-полимерный композит (ДПК) и т.д.
 - Полуфабрикаты (препреги)
 - Промышленные (готовые) изделия из композитных материалов
 - Технологии производства композитных материалов со специальными и заданными свойствами
 - Оборудование и технологическая оснастка для производства композитных материалов
 - Инструмент для обработки композитных материалов
 - Измерительное и испытательное оборудование
 - Сертификация, технический регламент
 - Компьютерное моделирование
 - Утилизация



Специальный
раздел:
**КЛЕИ И
ГЕРМЕТИКИ**



Информационная поддержка:



Дирекция:

Выставочная Компания «Мир-Экспо»

Россия, Москва, Варшавское шоссе, дом 118, корпус 1, помещение 1/5

Телефоны: 8 800 333-78-25, 8 (495) 137-78-25

E-mail: info@composite-expo.ru | Сайт: www.composite-expo.ru



youtube.com/user/compoexporussia



@compoexporus



Телеграм-канал
«Композиты»



8

Организатор:



KISHI PODER



ИТЕКМА
РОССИЙСКИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ
КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ



СИСТЕМЫ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ



ЭПОКСИДНЫЕ с температурой эксплуатации до 180 °С



БИСМАЛЕИМИДНЫЕ с температурой эксплуатации до 250 °С



ФТАЛОНИТРИЛЬНЫЕ с температурой эксплуатации до 350 °С

ООО «ИТЕКМА»

**НАШИ МАТЕРИАЛЫ ИСПОЛЬЗУЮТ
ВЕДУЩИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ РОССИИ**

Московская обл., г. Подольск, мкр. Климовск, ул. Заводская, д. 2, корп.121

+7 (495) 133-26-78

sales@itecma.ru



www.itecma.ru

**МЫ ДЕЛАЕМ СТАВКУ
НА БЕЗУПРЕЧНОЕ КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ И НАДЕЖНОСТЬ ПОСТАВОК**