

КОМПОЗИТНЫЙ МИР

#4 (109)
2024



Автоклавы для композитов
и РТИ SINOMAC



Динамические лазерные
3D-проекторы DreidTek



Вакуумная установка
VIRTM

AP
group

carbonStudio

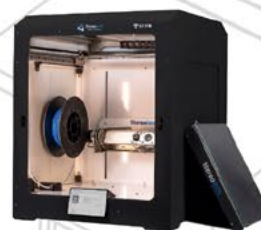
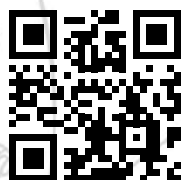


Гидравлические прессы
для композитов Taitian

Присоединяйся
к своим!



Установки дозирования
и смешивания



5D принтер Stereotech
(Россия)



Оборудование для механической
обработки пластиков



Цифровые
раскройные станки



CARBO CARBO
КОМПОЗИТНЫЙ СУПЕРМАРКЕТ

Новые эпоксидные связующие

Связующее \ Отвердитель	Быстрый	Средний	Медленный
Весовое соотношение компонентов (А:Б)	100:25	100:30	100:25
Вязкость системы, не более	800 мПа·с	500 мПа·с	400 мПа·с
Время жизни смеси (100 г) при 25°C	30-40 мин	40-50 мин	180-210 мин
Температура стеклования	не менее 80°C		

Эпоксидные связующие для изготовления полимерных композитных материалов методом вакуумной инфузии или ручного формования. Прекрасно подходят для пропитки углеродного или стекло-волокна.

carbocarbo.ru
+7(499)281-66-33





Уважаемые наши читатели!

Приближаются самые волшебные и любимые всеми праздники. И, конечно, мысленно подводим итоги уходящего 2024 года. Каждому из нас он принес что-то свое, важное и запоминающееся: сложные задачи и долгожданные события, интересные встречи и добрые перемены.

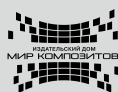
Для композитной отрасли нашей страны уходящий год можно считать успешным. В этом году мы писали об открытии и модернизации нескольких предприятий по производству армирующих материалов и о положительной динамике в области разработки отечественных эпоксидных и полиэфирных связующих. Производители оборудования порадовали выводом на рынок полностью отечественных установок для производства стеклопластика по различным технологиям. В нескольких регионах нашей страны открылись заводы и производственные линии по изготовлению деталей из композитных материалов для судостроения, авиастроения, автомобилестроения, ветроэнергетики.

В этом последнем номере уходящего года я хочу поблагодарить всех авторов статей, которые принимали участие в создании журнала в 2024 году. Ведь именно их публикации формируют у наших читателей представление о том, что нового происходит в «композитном» мире, какие материалы и технологии наиболее востребованы и каков вектор развития отечественной композитной отрасли в ближайшем будущем. Мы благодарны огромной аудитории наших читателей, поддерживающей нас своим неизменным интересом. В 2025 году журнал «Композитный мир» отмечает своё двадцатилетие. И в этом, безусловно, заслуга всех вас!

От имени коллектива нашего журнала и себя лично поздравляю всех наших читателей, авторов, коллег, друзей с наступающим Новым годом! Пусть 2025 год станет для вас временем реализации самых смелых идей. Здоровья, благополучия и побольше оптимизма! Как сказал представитель компании АпАТЭК, выступая на Петербургском композитом форуме: «Композитами могут заниматься только оптимисты, иначе успеха не будет!»

Читайте с пользой!

*С уважением, Ольга Gladunova,
старший преподаватель кафедры НВКМ*



Научно-популярный журнал
Композитный мир
#4 (109) 2024

Дисперсно- и непрерывнонаполненные композиты: стеклокомпозиты, 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 Gladunov
gladunov@kompomir.ru

Главный редактор: Ольга Gladunova
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 25.12.2024

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

Научные консультанты:

Валерий Анатольевич Жуковский — д.т.н.,
профессор кафедры Наноструктурных,
волоконистых и композиционных материалов
им. А. И. Меоса Санкт-Петербургского
Государственного Университета Промышленных
технологий и дизайна;

Ольга Владимировна Асташкина — к.т.н.,
доцент кафедры Наноструктурных,
волоконистых 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 мнением автора



Новости 6

Событие

Лучше один раз увидеть 22

Наука без границ 26

Материалы

Новое решение в производстве
гелькоутов на основе полиэфирных
и эпоксидных смол, а также огнезащиты
отечественного производства 30

Исследования износостойкости
композитов производственно-
технического назначения 32

Графен. Есть ли у «чудо-материала»
шансы на научный прорыв? 34

Есть такая профессия... 40





Оборудование

Неразрушающий контроль
крупногабаритных
композитных изделий 46

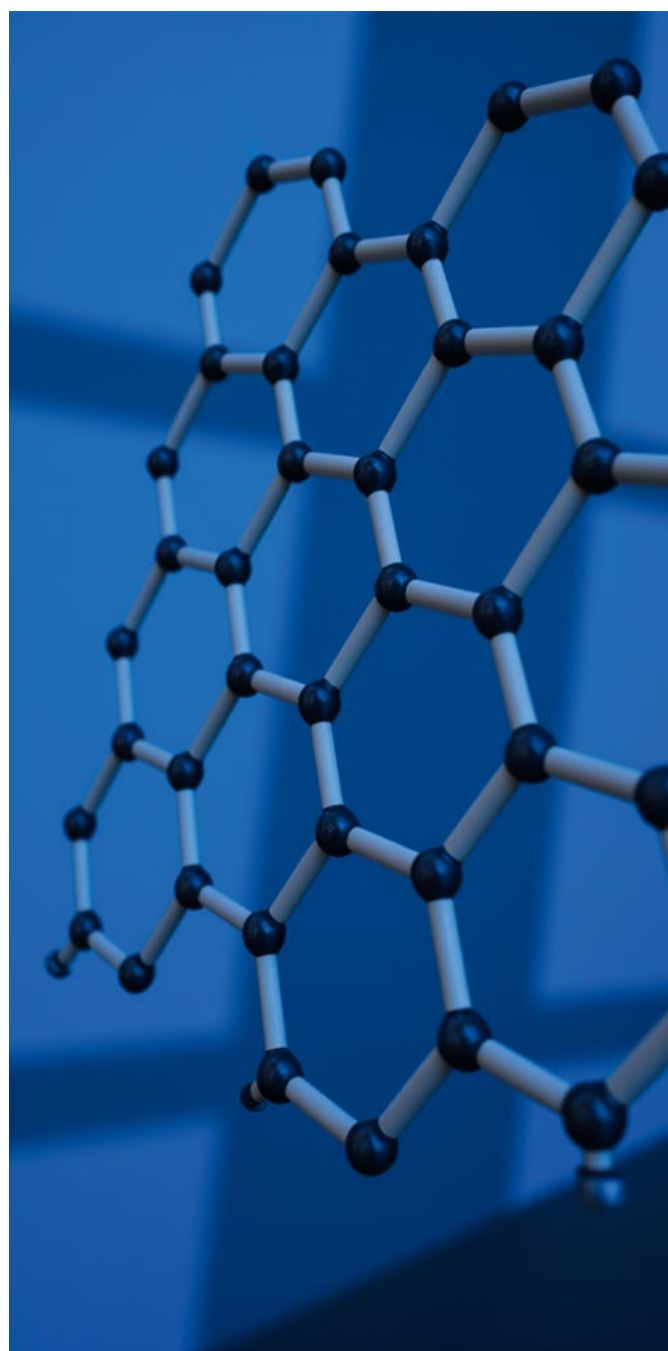
Машины высокой
производительности (МВП)
для производства изделий
из стеклопластика 48

Технологии

Как производят композитные
хоккейные клюшки Заряд 52

КОМПАС-3D: Композиты.
Анонс нового продукта 54

Отраслевые мероприятия 2025 58





Росатом увеличит объем производства углеродного волокна в 5 раз к 2030 году

Композитный дивизион Росатома увеличит объем производства углеродного волокна в 5 раз к 2030 году, при этом линейка продуктов пополнится новыми марками, в том числе углеволокном с прочностью до 7 ГПа. Об этом в ходе выступления на площадке IV Конгресса молодых ученых в Сириусе сообщил первый заместитель генерального директора АО «Росатом наука» Алексей Дуб.

«Мы видим большие перспективы. На сегодняшний момент главным таким волокном [является] прочность 4,9 ГПа. К 2030 году мы достигнем в рамках этого производства 7 ГПа, а объемы производства в тоннаже увеличатся примерно в 5 раз», - сказал Дуб.

Основанный в 2013 году научно-исследовательский центр (НИЦ) композитного дивизиона Росатома занимается исследованиями в области получения ПАН-прекурсоров (полиакрилонитрильных волокон и жгутов), углеродных волокон, полимерных связующих и композиционных материалов на их основе, является ключевым звеном в разработке перспективных технологий производства углеродных волокон и полимерных композиционных материалов на их основе. Материалы и полуфабрикаты его разработки применяются в авиации, космической отрасли, автомобилестроении и других высокотехнологичных сферах. Из углеродного волокна производства Росатома изготавливаются крылья и элементы хвостового оперения МС-21, российского среднемагистрального узкофюзеляжного пассажирского самолета.

tass.ru

Николай Патрушев призвал СНСЗ активнее использовать композиты в гражданском судостроении

Предприятие ОСК Средне-Невский судостроительный завод (СНСЗ) при реализации проектов гражданского судостроения должно применять передовые технологии и наработки, в частности, активнее развивать компетенции в сфере использования композитов. Об этом во время посещения предприятия заявил помощник президента, председатель Морской коллегии РФ Николай Патрушев, сообщает его аппарат.



Николай Патрушев отметил, что мировая композитная промышленность развивается, появляются новые рынки сбыта, заинтересованные в использовании композитов. «Средне-Невский завод — лидер композитного судостроения в России и единственное предприятий, освоившее строительство кораблей и судов из четырех видов материалов: композитные материалы, судостроительная, маломагнитная сталь и алюминиево-магниево-сплавы», — напомнил председатель Морской коллегии.

Во время визита он осмотрел важные производственные объекты и заказы, строящиеся на СНСЗ. На слипе и в цехах Николай Патрушев ознакомился со строительством серии кораблей противоминной обороны проекта 12700 «Александрит», разработанного Центральным морским конструкторским бюро «Алмаз» для ВМФ России. На достроечной набережной ему презентовали судно проекта А45-90.2 «Виктор Астафьев», спущенное на воду в июне 2024 года и строящееся по заказу Государственной транспортной лизинговой компанией (ГТЛК).

portnews.ru

Композитный дивизион «Росатома» запустил производство ветролопастей в Ульяновске

26 декабря 2024 года в Ульяновске на базе АО «Русатом ветролопасти» (компания композитного дивизиона госкорпорации «Росатом») начал работу первый завод по производству российских композитных ветролопастей. В торжественной церемонии открытия предприятия приняли участие генеральный директор госкорпорации «Росатом» Алексей Лихачев, губернатор Ульяновской области Алексей Русских, генеральный директор композитного дивизиона «Росатома» Александр Тюнин и другие.

Запуск производства позволяет «Росатому» завершить формирование полной технологической цепочки по стеклопластикам от сырья до готовых изделий. Оно организовано для выпуска ветролопастей длиной 51 метр и весом 8,5 тонны, что стало возможным благодаря сочетанию российских композиционных материалов в соотношении: 90% стекло- и 10% углекомпозитов. Применяемые технологии производства обеспечивают срок эксплуатации лопастей в 25 лет. Производство запущено при финансовом участии

Фонда развития промышленности.

После выхода на проектную мощность завод сможет выпускать до 450 ветролопастей ежегодно, что обеспечит комплектование до 150 ветроустановок в год. Продукция ульяновского завода будет использована в первую очередь для нужд крупнейшей в России Новолакской ветроэлектростанции, строящейся в Республике Дагестан.

«Сегодня мы не просто открываем новое предприятие. Мы являемся участниками и свидетелями создания нового полностью отечественного производственного цикла с использованием композиционных материалов. Запуская производство ветролопастей, мы сможем удовлетворить потребности наших ветроэнергетических проектов и повысить долю локализации оборудования с нынешних 68% до 85%. А это значит, что мы не только создаем новые предприятия, рабочие места, но и способствуем укреплению технологического суверенитета России», — отметил Алексей Лихачев.

www.rosatom.ru

Госкорпорация «Росатом» выкупила бизнес Стеклонита»

Структура «Росатома» выкупила башкирские АО «Стеклонит» и ООО «Стеклонит менеджмент», специализирующиеся на производстве стекловолокна. До перехода прав «Стеклонит» входил в состав группы «Рускомполит». В «Росатоме» подтвердили, что сделка закрыта и теперь его доля в АО «Стеклонит» составляет 95%, а в «Стеклонит менеджмент» — 100%.

Приобретение «Стеклонита» обеспечит синергию с другими компаниями композитного дивизиона и позволит осуществлять стабильные поставки заказчикам из стратегических отраслей промышленности, подчеркнули в госкорпорации. В 2022 году подконтрольная «Росатому» «Юматекс» приобрела активы американской Owens Corning в России и Белоруссии. В том числе «Стекловолокно» в Гусь-Хрустальном Владимирской области и завод Рагос в Тверской области, выпускающий каменную вату.

Гендиректор «Infoline-Аналитики» Михаил Бурмистров напомнил, что уже с приобретением мощностей Owens Corning доля «Росатома» на рынке стекловолокна достигла 40%. Сейчас госкорпорация последовательно укрепляет композитный дивизион, отметил он.

«Стеклонит», по собственным оценкам, является

крупнейшим в России производителем продукции на основе стекловолокна. Компания создана в Уфе в 1993 году. По данным СПАРК, выручка АО «Стеклонит» в 2023 году выросла на 0,9% год к году и достигла 3,16 млрд рублей, а чистая прибыль увеличилась на 4,4%, до 314,8 млн рублей.

www.forbes.ru

Первый полет МС-21 ожидается в марте-апреле 2025 года

Минпромторг РФ рассчитывает провести первые полеты полностью импортозамещенной версии среднемагистрального самолета МС-21 с отечественным двигателем ПД-14 в марте-апреле следующего года. Об этом сообщил министр промышленности и торговли РФ Антон Алиханов.

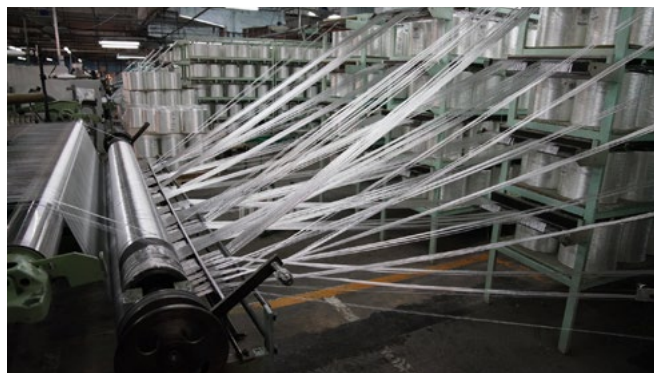
«ПД-14 у нас уже готов, сертифицирован, и здесь мы находимся в графиках. В начале следующего года у нас, собственно, уже начнутся сертификационные полеты на нашем полностью отечественном ПД-14, и в конце марта — в начале апреля начнутся полеты уже в полностью импортозамещенном облике МС-21», — сказал он в интервью телеканалу «Россия 24».

«Здесь самое главное — это материалы. Уже несколько НИРов (научно-исследовательских работ) завершено. Это длинная работа, мы ее, несомненно, будем продолжать. Средства на это частично уже заложены в проекте бюджета», — отметил Алиханов.

Министр подчеркнул, что при разработке отечественных версий самолетов, включая широкофюзеляжный, РФ будет исходить в том числе из экспортных планов: «Мы должны целиться желательно не только в наш рынок. Конечно, есть существенные ограничения сейчас, связанные с различными санкционными режимами, но у нас очень емкие рынки в Азии, в той же Латинской Америке, в Африке, куда мы можем со своей продукцией двигаться».

Как сообщалось, планы производства гражданских самолетов в РФ зафиксированы в комплексной программе развития авиаотрасли. В действующей редакции она предполагает выпуск до 2030 года 994 гражданских самолетов. Ожидается, что в 2025 году программа будет скорректирована с учетом реальной потребности авиакомпаний в самолетах в ближайшие годы.

interfax.ru





«Туполев» создает Инновационный конструкторский центр по авиалайнеру Ту-214

Центр создают для проведения работ по модернизации среднемагистрального самолета Ту-214 (Ту-204-200), который серийно строится с 1996 г. на Казанском авиазаводе им. С.П. Горбунова.

Планируется, что в Центре будет работать около 25 специалистов, которые сейчас набираются по конкурсу. В Центре будут заниматься вопросами совершенствования тактико-технических характеристик машины Ту-214, вопросами повышения эффективности серийного производства самолетов. Центр возглавит первый заместитель генерального директора Объединенной авиастроительной корпорации (ОАК), управляющий директор компании «Туполев» Константин Тимофеев.

«Главная задача на ближайшую перспективу — это снизить вес самолета. Формат менять не планируем, будет такая же длина, ширина, высота у планера машины, пассажироместимость, но будем работать над оптимизацией веса», — отметил Константин Тимофеев.

По словам Константина Петровича, уже разработанная программа «первых шагов» по модернизации Ту-214. Это, во-первых, реализация ряда программ по оцифровке документации, по снижению веса планера самолета, по переходу на композитные материалы в тех элементах конструкции планера, где их пока нет, а также необходимо осуществить переход на новые отечественные композиты. Намечено провести работы по модернизации бортовых систем (в первую очередь авионики) и интерьера самолета, а также осуществить другие усовершенствования. Также планируется модернизировать кабину пилотов: сделать ее предназначенной для работы двух человек вместо трех, как на ранее выпущенных самолетах.

www.zhukvesti.ru

Полностью композитный воздухозаборник авиадвигателя впервые изготовили на «Ил» - ВАСО

По оценке специалистов «ОДК-Авиадвигатель» и ЦАГИ выклеенная композитная конструкция за счет ламинарного обтекания ее поверхности позволит снизить потери эффективной тяги в составе самолета до 1%.

Подготовка производства и изготовление воздухозаборника мотогондолы двигателя ПД-14 с естественным ламинарным обтеканием были выполнены по заказу пермских партнеров из «ОДК-Авиадвигатель» в рамках создания научно-технического задела для двигателя ПД-35, рассказал руководитель программы ПД-14 и ПД-8 Воронежского акционерного авиастроительного общества Дмитрий Митин.

«Традиционно в конструкции воздухозаборника мотогондол предусмотрен алюминиевый обогреваемый носок, но на его стыке воздушный поток срывается и создает аэродинамическое сопротивление, что увеличивает расход топлива. Новая разработка призвана кардинально снизить этот эффект за счет изменения конструктивно-технологической схемы».

По традиции, задумка конструкторов получила новые решения у изготовителей — технологов и производителей ВАСО. Именно они предложили оригинальные изменения в конструкции, изготовили сложную оснастку, придумали способ равномерного прогрева в автоклаве крупногабаритного агрегата из углепластика, реализовали множество других идей и доработок в кратчайшие сроки — всего за месяц.

При создании нового воздухозаборника использовались только отечественные материалы — от вспомогательных технологических до основных.

Опытный воздухозаборник установят на ПД-14 на летающей лаборатории Ил-76 для проведения цикла испытаний и измерений, по которым можно будет оценить реальный эффект естественного ламинарного обтекания.

mashnews.ru

В России создали материал, защищающий БПЛА от огня и перегрева

Специалисты Центра компетенций Национальной технологической инициативы (НТИ) «Цифровое материаловедение: новые материалы и вещества» на базе МГТУ им. Н. Э. Баумана создали термостойкий полимер, позволяющий защитить беспилотники от воспламенения при работе в условиях высоких температур, в том числе при пожаре или в зоне боевых действий.

«Ученые разработали новую технологию синтеза полиэфиримидов (ПЭИ) и получили образцы матери-



алов с повышенной термостойкостью. Температура его плавления возросла с максимально возможного сегодня порога в 217°С до 245°С, что защитит беспилотники, созданные на его основе, от воспламенения при перегреве или работе в условиях высоких температур», — сообщили в организации.

Авторы усовершенствовали технологию получения полиэфирмидов за счет введения в их структуру термостойких элементов на одном из этапов синтеза, уточнил научный сотрудник Центра компетенций НТИ «Цифровое материаловедение: новые материалы и вещества» на базе МГТУ им. Н. Э. Баумана Александр Хина, чьи слова приводит пресс-служба фонда.

Новый подход позволяет использовать материал в основе БПЛА, работающих в зонах с высокими температурами. Решение также снизит вероятность выхода аппарата из строя в результате перегрева.

«В случае работы во время пожара дрон сможет проникать в различные зоны здания для проведения разведывательных операций, поиска людей и координации спасательной операции. В зоне боевых действий беспилотник сможет выполнять боевые задачи даже в тяжелых условиях, связанных с воздействием повышенных температур», — уточнили в Фонде НТИ.

Разработка также может быть востребована в таких областях как авиа- и автомобилестроение, биомедицина и мембранные технологии.

nauka.tass.ru

Ограждения из композита для слабовидящих людей

«Татнефть-Пресскомпозит» установила ограждения из композита для слабовидящих людей. Желтый забор длиной 120 метров появился в Елабуге на улице Габдуллы Тукая.

«Татнефть-Пресскомпозит» установила ограждения из композитных материалов в Елабуге рядом с предприятием по производству укупорочных и пластмассовых изделий. Теперь они разделяют проезжую часть и тротуар — благодаря этому живущие и работающие рядом люди с ограниченными возможностями здоровья могут безопасно ходить на работу. Композитные ограждения имеют свои преимущества: такие конструкции легки в сборке — их собирают два человека за два дня, они не выцветают и прослужат более 50 лет.

«Татнефть-Пресскомпозит» более 10 лет производит композитную продукцию для разных отраслей промышленности.

Недавно «Татнефть-Пресскомпозит» с целью расширения своих возможностей стал производить композиты для городского благоустройства. Это не только перильные ограждения, но и спортивные сооружения, опоры освещения, малые архитектурные формы, скамейки, урны, канализационные люки, остановочные павильоны и др.

business-gazeta.ru

Сверхлегкий БПЛА для нужд сельского хозяйства

Ученые из Самарского университета им. Королева разработали легкий и доступный по цене беспилотник (БПЛА) самолетного типа. Корпус этого аппарата изготовлен из стеклопластика, что позволило существенно снизить его вес. Новая разработка для нужд сельского хозяйства обещает улучшить устойчивость к климатическим условиям и снизить затраты. Испытания нового БПЛА прошли успешно, и первый экземпляр был отправлен заказчику.

По словам разработчиков, стеклопластик часто является оптимальным материалом для беспилотного воздушного судна (БВС) самолетного типа — это прочный, жесткий, легкий и довольно недорогой материал, а его производство достаточно технологично. Популярный в производстве беспилотников углепластик, или карбон, дороже стеклопластика примерно в шесть-семь раз, при этом высокие механические характеристики дорогого углепластика часто просто не нужны для малоразмерных БВС. Кроме того, использование карбона в некоторых элементах конструкции может быть ограничено из-за его токопроводимости. Стеклопластик же, в отличие от карбона, полностью радиопрозрачен, он полностью пропускает электромагнитные волны, поэтому корпус стеклопластикового беспилотника не создает никаких проблем бортовой радиоаппаратуре, как это бывает на карбоновых БВС.

Сам аппарат может пролететь до получаса со скоростью 80-120 км/ч. Дрону не нужна большая взлетно-посадочная полоса, достаточно 25 м, что дает возможность сажать его в поле. Это можно осуществлять за счет мощной механизации задней кромки крыла,



которая позволяет выполнять достаточно короткие взлеты и посадки.

Взлетный вес аппарата составляет 6,5 кг, из них 1,5 кг полезной нагрузки. Размах крыльев — 2,5 м, длина фюзеляжа — 1,35 м.

По словам ученых, техническое оснащение научно-технологического центра позволило изготовить конструкцию крыла из композиционных материалов методом вакуумного формования, что снизило массу конструкции, обеспечило качественные аэродинамические обводы и повысило жесткость и прочность фюзеляжа и крыла.

Технология изготовления выглядит следующим образом. В матрицу, повторяющую форму будущей детали или конструкции, укладывается стеклоткань, пропитанная смолой, почти как мокрое белье в пустой тазик. Затем откачивается воздух, и в условиях создающегося вакуума атмосферное давление намертво прижимает эту пропитанную смолой стеклоткань к матрице. В процессе дальнейшего производства в печи изделие полимеризуется, превращаясь в прочный стеклопластик.

Фюзеляж изготавливается методом контактного формования по мастер-модели. Пропитанная смолой стеклоткань укладывается фрагментами, как папье-маше, на пенопластовую болванку-оправку, повторяющую форму фюзеляжа. После того как уложено нужное количество слоев стеклоткани на болванку, полученное изделие следует замотать пленкой. Для того чтобы обеспечить лучшее прижатие между слоями композита и с поверхностью болванки для достижения требуемой точности и нужных прочностных характеристик конструкции.

zoom.cnews.ru

«Татнефть-Пресскомпозит» возвращает кадры для композитной отрасли

Крупнейший производитель полимерно-композитных изделий в России «Татнефть-Пресскомпозит» в стенах Инжинирингового центра КФУ провел встречу со студентами. С презентацией о компании

выступила главный конструктор предприятия Екатерина Зарипова. Она рассказала о возможностях, которые дает компания — студенты без отрыва от учебы получают практические навыки, участвуют в решении прикладных задач. К концу стажировки студенты превращаются в готовых квалифицированных специалистов:

«Наша компания имеет большой опыт инновационных разработок и активно внедряет их в различные отрасли. Композиционные изделия используют не только на объектах нефтедобычи и нефтепереработки, но также в строительстве, сфере ЖКХ, автопромышленности и др. Мы приглашаем студентов 2, 3 и 4 курсов, желающих освоить новое перспективное композитное направление. Всего за четыре часа работы в день сотрудник получает 46,8 тыс. рублей на руки. Чтобы интеграция в рабочий процесс протекала без вреда для учебы, мы предлагаем гибкий график работы в офисе, расположенном в центре города».

Директор «Татнефть-Пресскомпозит» Азат Губайдуллин рассказал, что кадровый дефицит решается путем самостоятельного возвращения кадров:

«Мы не первый год работаем с Набережночелнинским институтом КФУ. Ежегодно организуем подобные встречи со студентами, обучающимися по направлениям материаловедения, промышленно-гражданского строительства, машиностроения и т.д., и приглашаем к нам на предприятие. Студенты привлекаются к участию в интересных проектах, получают бесценный опыт работы в перспективных отраслях. Композитные материалы — это новая сфера, в которой особо остро ощущается дефицит кадров. Мы решаем проблему путем собственного возвращения кадров. Рады приветствовать студентов в нашей компании! Готовы предложить лучшие условия работы!»

chelny-biz.ru

ОСК представила проекты судов и кораблей из композиционных материалов

«Объединенная судостроительная корпорация» (ОСК) представила линейку разработанных конструкторским бюро «Алмаз» проектов судов и их компонентов, созданных с использованием полимерных композиционных материалов.

Разработки с применением полимерных композиционных материалов бюро «Алмаз» начало в 2000 году. Сегодня по этим проектам на предприятиях ОСК строится серия корветов проекта 20385, кораблей противоминной обороны с монолитным корпусом из композиционных материалов проекта 12700, катеров для МЧС России. В реализации проектов принимают участие ряд предприятий ОСК: Амурский судостроительный завод, Северная верфь, Средне-Невский судостроительный завод и Судостроительный завод «Вымпел».

Главный инженер предприятия перечислил плюсы применения полимерных композиционных материалов (ПКМ) по технологии ОСК в гражданском судострое-



нии. К ним относятся высокая удельная прочность; высокая удельная жёсткость; низкая теплопроводность (возможность отказаться от изоляции и снизить тепловое поле судна); хорошая звукоизоляция; радиопоглощение и вибродемпфирование (снижение акустического поля, снижение вибрации двигателей); антикоррозийные свойства, позволяющие снизить стоимость техобслуживания судна из ПКМ в отличие от стального.

«Главная цель применения композитов в судостроении — это уменьшить вес судна, что приведет к увеличению его скорости и повышению КПД. Именно применение комбинированных видов материалов (сталь, алюминий, стеклопластик) дает повышение характеристик по скорости хода и увеличению полезной нагрузки судна. Замечу, что нам удалось почти на 100% импортозаместить компоненты композитов на отечественные материалы», — заявил Михаил Алешин.

Проекты «Алмаза» с использованием полимерных композитов можно условно разделить на две категории. К первой относятся суда, полностью создаваемые из ПКМ (катера МЧС, прогулочные суда, высокоскоростные яхты и яхты премиум-класса, рыболовные суда). Во вторую категорию входят это надстройки из полимерных композиционных материалов. Такие модульные ПКМ-конструкции устанавливаются на металлический корпус судна и позволяют говорить о комбинированных судах с ПКМ как об отдельном перспективном виде.

Применение комбинированных конструкций из ПКМ в судостроении позволяет добиться повышения эффективности и гибкости производственных и технологических процессов за счет модульности и унификации таких конструкций. В сочетании с принципом «распределенной верфи», который широко используется на предприятиях ОСК, достигается сокращение сроков строительства, повышение производительности и снижение стоимости итоговой продукции.

Говоря о перспективах комбинированного судостроения с применением надстроек из композитов, Михаил Алешин привел в пример возможности ОСК проектировать верхние ярусы надстроек круизных лайнеров, а также увеличивать высоту надстроек транспортных судов, добавляя в корпорации.

sudostroenie.info

Российские ученые анонсировали создание летающих беспилотных грузовиков для нефтяной отрасли

В России началась разработка беспилотных летающих грузовиков, которые предназначены для работы в нефтяной отрасли. Эти аппараты, создаваемые специалистами из кластера «Аэронет» Национальной технологической инициативы, смогут перевозить грузы весом до 750 кг на расстояние до 700 км. В первую очередь такие БПЛА разработают для использования в удаленных и труднодоступных районах, где традиционные способы доставки часто оказываются неэффективными.

Одной из ключевых особенностей новых моделей станет возможность работы в экстремальных погодных условиях. Они смогут функционировать при температурах от -55°C до $+45^{\circ}\text{C}$, что делает их идеальными для доставки грузов на северные месторождения. Корпус аппаратов изготовят из легких композитных материалов, что не только упростит сборку, но и снизит расходы на топливо.

Разработка включает две модели: WingedBull 01XS с грузоподъемностью 250 кг и более мощная WingedBull 01XL, способная нести 750 кг. Их корпуса будут выполнены из гексагональных панелей типа «композитных сэндвичей», а в качестве топлива используется бензин марки Аи-95. Генеральный директор компании «Летающие грузовики» Антон Блик отметил, что использование обычного бензина АИ-95 делает эти аппараты доступными и экономически выгодными.

Планируется, что первые беспилотники выйдут на рынок до конца 2025 года. В настоящее время разработчики ведут переговоры с крупными игроками нефтегазовой отрасли, чтобы обеспечить внедрение технологий в реальную практику. Блик также подчеркнул, что новые аппараты значительно сократят время доставки, что особенно актуально в экстренных ситуациях, таких как транспортировка медицинских препаратов.

Однако эксперты предупреждают о возможных трудностях, связанных с сертификацией и эксплуатацией тяжелых беспилотников. Конкуренция на рынке также требует от разработчиков повышения надежности и упрощения обслуживания.

С учетом всех вызовов, российские беспилотники

имеют большой потенциал на рынке. Их использование для грузоперевозок станет экономически выгоднее, чем применение традиционных вертолетов. К 2030 году планируется производить до 150 грузовых БПЛА в год, что открывает новые возможности для развития транспортной инфраструктуры в стране.

overclockers.ru

Бронежилет и набор сапера от компании «Ярл» прошли испытания в реальных условиях

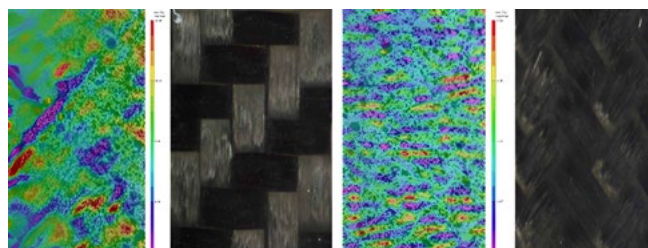
Компания «Ярл» успешно испытала новый бронежилет и набор сапера, разработанные специально для специалистов гуманитарного разминирования, работающих на новых территориях России. Продукция была апробирована в реальных условиях, сообщил ТАСС со ссылкой на пресс-службу компании «Комплит техник».

Роман Дудко, исполнительный директор компании «Ярл», отметил, что разработка бронежилета и набора сапера для гуманитарного разминирования стала интересным вызовом. Совместная работа с саперами компании «Комплит техник», которые выполняют задачи по разминированию, позволила учесть все требования и особенности работы, включая специфику крепления инвентаря и анатомические особенности.

Бронежилет был изготовлен с использованием сверхвысокомолекулярного полиэтилена высокой плотности и пара-арамидного волокна (кевлар) отечественного производства. При его создании были учтены все требования по увеличению площади защиты при сохранении легкости и противоосколочной стойкости.

Новый бронежилет и набор сапера были представлены на международной выставке «Интерполитех», которая проходила в Москве с 19 по 21 ноября и была посвящена средствам обеспечения безопасности.

lenta.ru



Ученые изучили как разрушаются детали из полимерного композита

Композиционные изделия — это соединение двух и более материалов с разными свойствами, которые в сочетании образуют новый материал с лучшими качествами. Обычно их создают на основе полимера с внедрением внутрь волокон, которые повышают прочность изделия. Такие объекты широко применяют в аэрокосмической, строительной и медицинской отраслях. При производстве и эксплуатации сложных конструкций из композита в структуре накапливаются напряжения, которые со временем приводят к разрушению.

Ученые Пермского Политеха предложили комбинированный метод, который включает в себя сразу несколько диагностических технологий: цифровую корреляцию изображений, микроскопию, регистрацию сигналов акустической эмиссии и конечно-элементный анализ. Их сочетание позволило выявить, как схемы укладки и ориентации отверстий влияют на механизм разрушения композитов.

В работе исследовались прямоугольные полимерные образцы, армированные углеродными волокнами по двум схемам — вдоль оси изделия и под углом. На них выполнили отверстия в трех вариантах направления: 0°, 90° и 45°. Испытания проводили для образцов с вырезами и без них, одновременно происходила регистрация деформаций и перемещений на поверхности.

«Мы выяснили, что укладка волокон вдоль изделия и наличие отверстий приводит к снижению средних предельных напряжений по сравнению с вариантом без вырезов. А отверстия в образцах с укладкой под углом не влияют на существенное изменение несущей способности».

Микроструктурный анализ показал, что к основным типами разрушения относятся растрескивание полимерного основания, разделение слоев и разрушение волокон», — поделилась Елена Струнгарь, старший научный сотрудник центра экспериментальной механики ПНИПУ, кандидат физико-математических наук.

«Во время экспериментов мы проводили запись акустико-эмиссионных сигналов от начала испытания до полного разрушения образцов. Они позволяют качественно оценить степень повреждения композита. У образцов с разной структурой армирования количество сигналов отличается. Так, например, при укладке волокон под углом они сразу достигают высокого значения и при нагрузке увеличиваются. Под микроскопом видно, что в этот момент происходит деформация проточек, вытягивание волокон и на-

чинается отслоение полимера от углерода», – рассказывает Екатерина Чеботарева, младший научный сотрудник Центра экспериментальной механики ПНИПУ.

Подход ученых Пермского Политеха позволил комплексно исследовать процессы деформирования полимерных композитов, укрепленных углеродным волокном. Результаты способствуют качественному прогнозу появления повреждений в конструкции и степени ее разрушения в процессе эксплуатации.

naked-science.ru

Огнестойкий материал на основе эпоксидной смолы разработали в ВолгГТУ

Новый огнестойкий материал на основе эпоксидной смолы разработан коллективом ученых. Исследование проведено совместно с государственной ключевой лабораторией пожарной науки Университета науки и технологий города Хэфэй (Китай), физического факультета Новосибирского государственного университета (НГУ), кафедрой общей и неорганической химии Волгоградского государственного технического университета (ВолгГТУ) под общим руководством Института химической кинетики и горения имени В. В. Воеводского (ИХКГ СО РАН).

По словам ученых, полученный материал позволит повысить пожарную безопасность и сделать производство таких материалов более экономичным. Было изучено влияние природных соединений, содержащих фосфор, на горючесть эпоксидных смол. Результаты показали, что такие соединения, несмотря на более низкое содержание фосфора по сравнению с синтетическими аналогами, не уступают им по эффективности снижения воспламеняемости материалов.

«Сочетание фосфорсодержащих природных соединений с наноструктурами позволило не только снизить горючесть полимерных композитов, но и улучшить их физико-механические свойства», – отметил заведующий кафедрой «Общая и неорганическая химия» ВолгГТУ Олег Тужиков.

В вузе сообщили, что исследования в области создания новых огнестойких материалов ведутся во многих научных центрах мира, но отличительной особенностью работ ученых ВолгГТУ является фокус

на доступное сырье. По мнению разработчиков, это может значительно упростить процесс промышленного внедрения разработок и снизить их стоимость.

Участие ВолгГТУ в программе «Приоритет-2030» стало катализатором для развития межрегионального и международного сотрудничества в данном направлении исследований. В рамках стратегического проекта «Малотоннажная химия» были установлены тесные связи с Институтом химической кинетики и горения имени В. В. Воеводского, ИК ЦТО и университетом науки и технологий Китая.

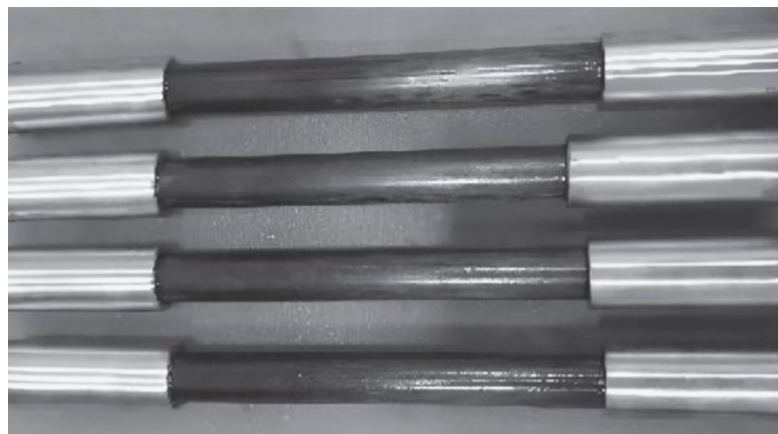
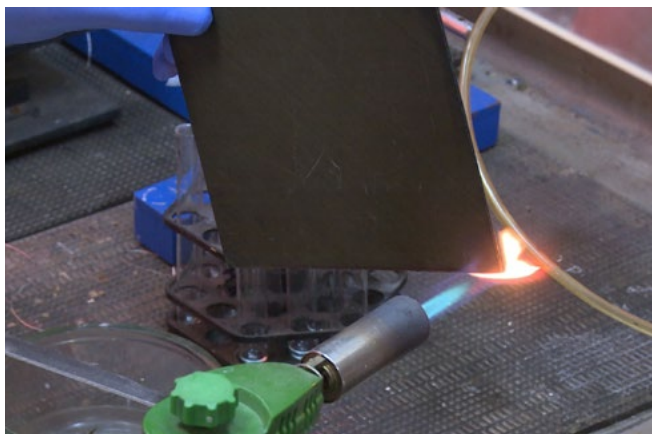
www.vstu.ru

В ПНИПУ изучили радиационную стойкость композитных материалов для медицины

Сегодня во всем мире разрабатывают композитные материалы с улучшенными характеристиками, востребованные во многих областях промышленности. В частности, базальтовые и углеродно-базальтовые композиты могут применяться в медицинских изделиях для фиксации костных фрагментов поврежденных конечностей. В отличие от аналогичных металлических конструкций, они обладают радиационной прозрачностью, что позволяет комфортно проводить всестороннюю рентгенографию. Однако при этом возникают вопросы их радиационной стойкости. Ученые ПНИПУ и УНИИКМ изучили воздействие гамма-излучения на прочность нового гибридного материала, изготовленного из базальтовых волокон и углеродных нитей. Такое сочетание повышает прочность изделия до 20 процентов.

Ученые Пермского Политеха совместно с Уральским институтом композиционных материалов изучили свойства такого гибридного базальтокомпозита, армированного углеродным волокном, подвергая его механическим нагрузкам и гамма-облучению.

«Прочность и радиационная стойкость материала – важные эксплуатационные требования для медицинских изделий, они работают в условиях сложных нагрузок (растяжение, сжатие и изгиб) и подвергаются многократному радиационному воздействию во время рентгенографий. Поэтому наше исследование актуально для создания долговечных



и надежных конструкций из композиционных материалов», — отмечает Владимир Онискив, доцент кафедры вычислительной математики, механики и биомеханики ПНИПУ, кандидат технических наук.

Ученые изготовили образцы, армированные базальтовыми и углеродными волокнами. Их подвергли радиационному воздействию различными дозами. После облучения испытывали на растяжение, сжатие и изгиб.

Эксперименты показали, что при облучении дозами в 5–10 Мрад происходит некоторое увеличение прочности образцов из-за межмолекулярного сшивания макромолекул. Но поглощенная материалом доза в 15–20 Мрад заметно снижает прочность материала, так как межмолекулярные связи разрушаются.

Исследователи установили, что использование сочетания базальтовых и углеродных волокон повышает прочностные характеристики гибридного композитного материала до 20%. Даже радиационное воздействие не снижает их до уровня, характерного для чистого базальтового композита.

«Радиационное воздействие современных рентгеновских аппаратов сравнительно невелико. С учетом этого и эффекта накопления дозы радиации допустимое количество таких сеансов может превышать несколько миллионов. Мы можем с уверенностью утверждать, что новые материалы обладают уникальным набором свойств с точки зрения радиопрозрачности, прочности и радиационной стойкости», — поделился Владимир Онискив.

Исследование ученых ПНИПУ и УНИИМК подтвердило, что базальтовые композиты, армированные углеродными волокнами, перспективны для изготовления элементов различных медицинских изделий и повышения их эффективности и долговечности при эксплуатации. А результаты экспериментов способствуют развитию новых видов композиционных материалов.

Naked-science.ru

Нижегородские учёные предложили новый метод оценки упругих свойств композитов

Учёными ННГУ им. Н.И. Лобачевского и Института прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова РАН создан экспериментальный стенд для определения упругих характеристик углепластиков – полимерных композитных материалов для производства изделий особой прочности и лёгкости. Разработка позволит оценивать качество импортозамещающих материалов для авиационной и космической промышленности.

«С каждым годом объём использования углепластиков увеличивается. Сегодня карбоновые композиты задействованы в производстве самых разных изделий: от капотов гоночных суперкаров и корпусов электрогитар до отдельных элементов и целых технических узлов в авиационной и космической отраслях, где цена ошибки слишком высока. Наш метод позволяет максимально точно определить упругие характеристики этих материалов», — рассказал один из соавторов разработки, кандидат технических



наук, научный сотрудник лаборатории источников интенсивного излучения миллиметрового диапазона радиофизического факультета ННГУ Кирилл Минеев.

Поперечная деформация образца композита при ударе измеряется микроволновым интерферометром. Продольная — с помощью стандартных тензометрических датчиков. По этим показателям и рассчитывается коэффициент для оценки механических характеристик материала. Зондирование микроволновым излучением позволяет достичь высокой точности измерений независимо от качества обработки поверхности композита. Кроме того, СВЧ-сигналы не рассеиваются в пылевых облаках, которые могут вылетать при ударе по образцу.

Учёные ННГУ уже отмечают высокий интерес к разработке со стороны отечественных производителей композитов для авиации и космоса.

«В условиях ограничений поставок зарубежных композитов активно развивается производство российских полимеров. Испытательные лаборатории таких производств могут оснащаться разработанными в Нижнем Новгороде стендами, для их обслуживания потребуется не более двух специалистов», — сообщил Кирилл Минеев.

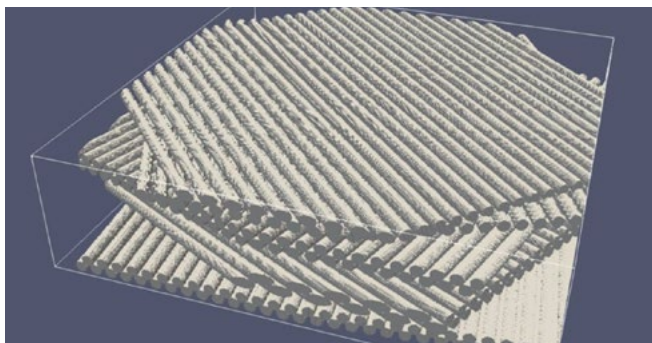
Технология запатентована в 2024 году при содействии Центра трансфера технологий ННГУ (Патент RU 2820039 С1).

www.unn.ru

Ученые изучили распространение ультразвуковых волн в композитных материалах

Исследование, проведенное учеными из МФТИ, направлено на улучшение понимания динамики распределения ультразвуковых волн в композитных материалах, используя инновационные методы моделирования, которые обещают коренным образом изменить подход к неразрушающему контролю.

В работе представлено новое поколение методов, основанных на химерных сетках и сеточно-характеристическом методе, которые вместе создают мощный инструмент для описания волновой динамики в изотропных линейных упругих средах. Это исследование позволяет глубже понять механизмы распространения ультразвуковых волн, что открывает новые возможности для анализа и диагностики композитных структур. Исследователи выбрали изотроп-



ную линейную упругую среду в качестве основной модели, чтобы глубже понять влияние внутренней структуры на волновые процессы. Сеточно-характеристический метод, применяемый одновременно как на структурированных, так и на криволинейных сетках, позволяет максимально точно описывать взаимодействие волн на границах материалов.

Метод был применен для исследования распространения ультразвуковых волн в композитном материале, состоящем из восьми слоев цилиндрических волокон, расположенных под разными углами, и залитых эпоксидной смолой.

Метод учитывает более сложные формы волокон за пределами упрощенной цилиндрической формы. Граничное условие адгезии задается на интерфейсе внешней и внутренней химерных сеток, определяя границу волокна. Условия отсутствия отражения были заданы на границах вычислительной области.

«Традиционные методы моделирования зачастую разрабатываются на основе анизотропных моделей, которые не всегда способны правильно передать тонкости микроструктур композитных материалов, — пояснил Евгений Песня, сотрудник кафедры вычислительной физики МФТИ — Разработанный подход преодолевает эти ограничения, предоставляя исследователям инструментарий для глубокого анализа взаимодействий ультразвуковых волн, обеспечивая детализированное понимание поведения волнового фронта, особенно на границах материалов».

naked-science.ru

Ученые исследуют влияние ультрафиолетового излучения на улучшение адгезии СВМПЭ волокон к терморезактивным связующим

Мировой рынок СВМПЭ динамично развивается. С 2018–2020 гг. рынок СВМПЭ рос со среднегодовыми темпами ~14% и достиг 280 тыс. т или 1,9 млрд \$ в 2020 г. По прогнозам ResearchInChina, спрос на СВМПЭ и композиционные материалы на его основе в изделиях технического назначения увеличится более чем в 2,5 раза относительно показателя 2020 г., и достигнет 670 тыс. т. к 2026 г.

Повышенный интерес к СВМПЭ волокнам объясняется их уникальными свойствами, такими как высокие удельные упруго-прочностные показатели, высокая

энергоёмкость, т.е. способностью к поглощению и рассеиванию высокоскоростного динамического удара, устойчивость к истиранию и изгибам, невосприимчивость к действию влаги, низких температур и солнечной радиации, химическая инертность, а также прозрачность в широком диапазоне электромагнитного излучения.

Такое исключительное сочетание свойств представляет возможность создания особых классов легких композитов для элементов высокотехнологичной техники, к которым предъявляются требования не только достаточной конструкционной прочности, но и высоких электрофизических показателей, а также стойкости к высокоскоростным нагрузкам.

Однако СВМПЭ волокна не лишены недостатков. Низкая поверхностная энергия и отсутствие ненасыщенных химических связей у СВМПЭ — волокон являются основными причинами их слабой адгезии практически ко всем терморезактивным матрицам. Разрушение образцов КМ на основе исходных СВМПЭ — волокон обычно происходит по границе раздела волокно — полимерная матрица.

Поэтому важными задачами при создании композитов на основе СВМПЭ волокон являются разработка методов активации поверхности тканей из СВМПЭ волокна для достижения оптимального адгезионного взаимодействия на границе раздела полимер — волокно.

В настоящее время известно о нескольких способах активации поверхности. Один из самых известных — плазменная обработка поверхности волокнистых материалов. Однако, эффект от плазменной обработки длится весьма короткое время, что делает такой способ малопривлекательным.

Ученые кафедры наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов СПбГУПТД исследуют влияние ультрафиолетового излучения (УФ-излучения) на активацию поверхности сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ). Предварительные эксперименты показали, что обработка СВМПЭ волокон УФ-излучением с длиной волны 123,6 нм приводит к образованию межмолекулярных сшивок и окислению поверхностного слоя с образованием кислородсодержащих полярных групп. Кроме данного способа, ученые рассматривают применение комбинированного метода, который включает в себя УФ обработку и модификацию поверхности химическими реагентами.

compositeworld.ru



Вторая жизнь композитов. Парковка из лопастей ветрогенераторов

В городе Лунд (Швеция) строится уникальный многоэтажный паркинг, фасад которого будет частично выполнен из списанных лопастей ветрогенераторов, демонстрируя новый подход к строительству.

Лопастей турбин изготавливаются из композитных материалов: стекловолокна, углеволокна, эпоксидной смолы и прочих компонентов. Они чрезвычайно прочны и устойчивы к погодным условиям, но их сложно утилизировать. Вместо захоронения этих материалов архитекторы нашли им новое применение.

Использование лопастей позволяет:

- Сократить объемы отходов — одна лопасть достигает 23,5 метров в длину.
- Снизить углеродный след строительства, заменяя бетон и сталь.

Фасад паркинга будет сочетать лопасти турбин и озеленение из растений, привлекающих опылителей. На крыше установят солнечные панели, а энергию от них будут аккумулировать в батареях для зарядки автомобилей.

Дизайн паркинга демонстрирует «видимую устойчивость»: каждый прохожий сможет увидеть, как отходы превращаются в полезную и стильную архитектурную деталь.

Такие компании, как Vattenfall, активно разрабатывают способы вторичного использования лопастей, превращая их в стройматериалы, панели для солнечных батарей и даже лыжи.

Шведский проект — пример того, как инновации в области композитных материалов могут менять привычные подходы к экологичному строительству.

t.me/kgforum

В Норвегии построили самый большой в мире композитный мост

В норвежском Бергене построили мост с самым большим пролетом среди аналогичных сооружений. Мост Paradis Bridge выполнен в виде фермы, изготовленной методом вакуумной инфузии. На сегодня это самый большой пролет среди аналогичных мостов.



Строение, общей длиной 42 метра, предназначено для пешеходов и велосипедистов.

Три элемента конструкции моста были изготовлены по технологии вакуумной инфузии, а затем соединены в единую конструкцию прямо на месте сборки. В создании моста использовались углеродное волокно, стекловолокно и винилэфирная смола, что гарантировало ему уникальные свойства. Композиты легче стали и бетона, но при этом обладают более высокой прочностью и устойчивостью к коррозии. Создатели Paradis Bridge ожидают, что затраты на его обслуживание будут минимальными.

Почему композитные мосты — будущее инфраструктурного строительства?

Практически не требуют обслуживания — в отличие от стальных и бетонных мостов, которые подвержены коррозии и износу, композитные материалы устойчивы к этим проблемам.

Долговечность — Paradis Bridge рассчитан на срок службы более 100 лет без необходимости проведения крупных ремонтных работ.

Этот мост — наглядное доказательство того, как композиты способны радикально изменить подход к проектированию и строительству инфраструктурных элементов.

t.me/kgforum

Важный шаг на пути к производству «зеленых» лопастей для ветроэнергетики

В мире возобновляемой энергетики стартовал амбициозный проект EOLIAN, который обещает изменить представления о производстве лопастей для ветряных турбин. Его цель — создание устойчивых, перерабатываемых и экологически чистых композитных лопастей нового поколения.



Все это стало возможным благодаря: использованию витримерной матрицы на биологической основе, которую отличает ремонтпригодность и возможность переработки; применению базальтовых волокон для повышения прочности и долговечности; интеграции систем мониторинга состояния, включая сенсоры для выявления эрозии и обледенения, а также встроенные системы обогрева

Проект объединяет усилия 10 ведущих организаций из 5 стран. Для проведения дальнейших физико-механических испытаний был изготовлен прототип длиной 14 метров.

jeccomposites.com

Байдарка из натуральных материалов

Байдарка Värmdö, изготовленная шведской компанией Melker, получила награду в категории «Морской каяк» на Paddle Sports Show в Страсбурге (Франция) в сентябре прошлого года.

Льняные волокна, кора пробкового дуба и биосмола — эти три материала являются частью секретного рецепта для изготовления каяка от Melker of Sweden. «Наша полностью натуральная, экологичная и высокоэффективная конструкция представляет из себя сэндвич-композит с прочной пробковой сердцевиной и льняными волокнами, пропитанные биосолами в качестве несущих слоев. Это позволяет нашим каякам достигать максимально возможных механических характеристик», — комментирует шведская компания Melker, основанная в 2015 году в Хаммарё (Швеция) предпринимателем и дизайнером Пелле Стафшеде.

Каяк длиной 4 метра, изготовленный по технологии вакуумной инфузии и процесса горячего формования с использованием льна Vcompr, тканей ampliTех и прочного пробкового сердечника, весит менее 20 килограммов. «Эти каяки являются прекрасным примером универсальности наших технологий, что позволяет шведской компании Melker создавать действительно инновационные и экологичные каяки для всех. А награда подчеркивает многообещающее направление для отрасли», — говорит Патрик Вуагна, директор по спорту и отдыху Vcompr.

jeccomposites.com



Первый 3D-печатный дом на колесах

LEMKI Robotix в сотрудничестве с Iscale3D представили инновацию в области крупномасштабной 3D-печати: DISCOVER 3D, первый в мире мобильный дом, созданный с использованием экологически чистой технологии 3D-печати. Изготовленный из композитного материала, состоящего из переработанного полипропилена (эквивалентного 7 400 пластиковым бутылкам) и стекловолокна, этот дом на колесах является примером экологичного и экономичного строительства.

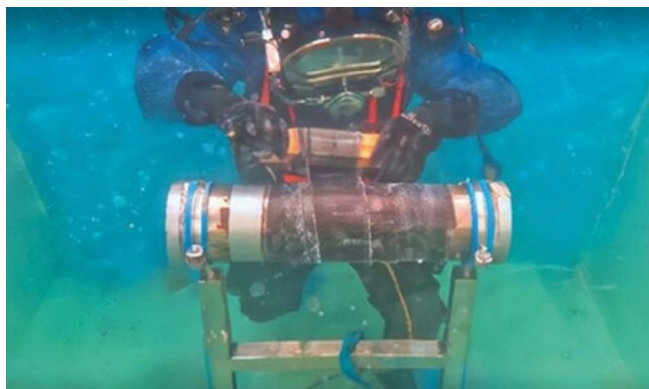
Используя технологию Fused Granulate Fabrication (FGF), команда использовала специализированное оборудование на основе роботизированной системы KUKA в сочетании с запатентованным программным обеспечением для создания крупномасштабных конструкций с непревзойденной точностью и прочностью. Благодаря области печати 3200 мм x 3200 мм x 8000 мм их система позволяет создавать крупные объекты, такие как DISCOVER 3D, сохраняя при этом высокое качество работы.

Мобильный дом DISCOVER 3D является выдающимся примером экологичной инженерии. Состоящий на 80% из перерабатываемых материалов, он представляет собой экологически безопасную альтернативу традиционному мобильному жилью. А производственный процесс не только сводит к минимуму отходы, но и сокращает время и затраты на изготовление, что делает эти дома более доступными для более широкой аудитории.

3dprinting.com

Harper International ввела в эксплуатацию две линии по производству углеродного волокна в Китае

Компания Harper International, крупнейший в США поставщик оборудования для термической обработки материалов, успешно завершила монтаж и ввод в эксплуатацию недавно завершённых линий по производству углеродного волокна для компании Shandong Yongcheng New Materials Co. Ltd. (SYNM) в провинции Шаньдун в Китае. Установленные производственные системы включают в себя печи окисления, печи карбонизации LT



и HT, бесшовно интегрированные системы рекуперации энергии и системы очистки отходящих газов.

На предприятии в Шаньдуне введены в эксплуатацию две производственные линии по производству углеродного волокна, которые позволят клиенту производить 3000 метрических тонн углеродного волокна в год с оптимизированным качеством продукции и максимальной эффективностью. Площадка SYNM включает в себя пространство для будущего расширения мощностей до 12 000 тонн в год.

jeccomposites.com

Belzona запускает новую композитную систему обмотки для водных сред

Уже более 16 лет композитная система обмотки Belzona SuperWrap II применяется в различных отраслях промышленности для восстановления прочности дырявых, ослабленных и корродированных объектов. В настоящее время отдел исследований и разработок Belzona Limited усовершенствовал возможности этой технологии таким образом, что с новой эпоксидной смолой Belzona 1984 эта технология оптимизирована для применения в водных средах.

Ян Уэйд (Ian Wade), менеджер по техническому обслуживанию Belzona Limited, один из ключевых разработчиков новой композитной системы, пояснил: «Система, соответствующая стандарту Belzona SuperWrap II, включает в себя три смолы, предназначенные для различных температур применения и эксплуатации. Belzona 1984 — это новейшая разработка в этой системе, разработанная с учетом допусков на поверхность. Эту смолу можно наносить непосредственно на влажные поверхности, в том числе и под водой без необходимости абразивоструйной обработки».

Ян продолжил: «После отверждения Belzona 1984 выдерживает температуру до 50°С и может применяться при температурах от 5 до 40°С. Система Belzona SuperWrap II может применяться в виде композитной пленки, прокладки, пластины или пластыря, в зависимости от требований к применению».

Система Belzona 1984 прошла тщательные испытания и полностью одобрена на соответствие стандартам ISO 24817 и ASME PCC-2. В этих испытаниях использовались образцы, которые были нанесены и отвержены под

водой в искусственной морской воде, представляющей наихудшие и наиболее агрессивные среды. Соответствие этим стандартам демонстрирует, что Belzona SuperWrap II оптимизирована для использования в различных сложных условиях, что делает ее желанным дополнением к ассортименту ремонтных решений многих инженеров по техническому обслуживанию.

С помощью полимерных технологий инженеры могут успешно обойти углеродоемкий и дорогостоящий процесс замены объектов, а вместо этого восстановить их и защитить от будущих повреждений. Теперь это может быть достигнуто даже в самых сложных условиях применения благодаря поверхностно-толерантной эпоксидной смоле Belzona 1984.

Основанная в 1952 году, компания Belzona стала первопроходцем в области инновационных полимерных технологий, которые произвели революцию в процессах промышленного ремонта и технического обслуживания.

jeccomposites.com

Многоразовый уплотняющий жгут для закрытого формования вместо одноразовых герметизирующих лент

Компания Magnum Venus Products (MVP) разработала многоразовый двухкомпонентный уплотняющий жгут для процесса вакуумной инфузии, заменив одноразовые герметизирующие ленты. Новое уплотнение, на которое подана заявка на патент, получившее название Secure Vacuum Bag Seal (SVB Seal), было разработано для снижения стоимости расходных материалов и отходов, сокращения затрат времени и труда, а также повышения качества и стабильности деталей.

Процесс вакуумной инфузии требует использования герметизирующих лент, широко известных как липкая лента, для крепления пластиковых мешков по периметру формы. Липкая лента является расходным материалом, то есть ее можно использовать только один раз, и ее достаточно трудно наносить из-за складок на пленке и часто приводит к утечкам воздуха. Уплотнение SVB устраняет плиссировку и создает воздухонепроницаемое уплотнение для каждой детали. В дополнение к сокращению отходов расходных материалов, одно уплотнение SVB



может быть использовано для изготовления сотен деталей без необходимости замены, что приводит к значительной экономии средств для производителей.

Уплотнение SVB предназначено для установки в паз, встроенный в периметр формы. После того, как ламинат подготовлен к инфузии, пакет прикладывается к верхней части формы. Вместо того, чтобы приклеивать липкую ленту для запечатывания пакета по периметру формы, пакет закрепляется первой частью уплотняющего жгута в пазе на фланце формы. Как только первая половина уплотнения находится на месте, устанавливается вторая половина уплотнения, и в оснастку подается вакуум. В результате обеспечивается герметичное уплотнение и равномерная инфузия.

Компания MVP не новичок в технологических инновациях. С запуском Flex Molding в 2010 году и Fast Flow LRTM в 2020 году, MVP на протяжении десятилетий модернизирует технологии закрытого формования.

www.mvpind.com

Эко-катамаран с использованием льняного волокна

Эко-катамаран, частично построенный с использованием композитов, армированных льняным волокном ampliTex компании Vcomr, этим летом начал перевозить пассажиров из порта Ровинь в Адриатическом море.

Высокоэффективный композит с натуральными волокнами был использован при строительстве практически всех неструктурных и полуструктурных компонентов судна, включая переборки, сиденья, потолок и боковые обшивки, а также некоторые части пола. Эти детали были изготовлены путем комбинирования льняного полотна ampliTex с инфузионной эпоксидной смолой на биологической основе с помощью вакуумной инфузии.



Вмещающая 100 пассажиров и двух членов экипажа, PROeco используется на коротких маршрутах более десяти часов в день. Использование электродвигателей привело к ежедневной экономии вредных выбросов дизельного топлива на 770 кг. Материалы на биологической основе, используемые вместо стандартного стекловолокна, полиэфирной и винилэфирной смолы, также сократили выбросы, связанные с производством этих компонентов.

Образцы панелей из биокомпозитного материала были подвергнуты механическим испытаниям в сотрудничестве с факультетом машиностроения и судостроения Загребского университета.

www.innovationintextiles.com

Революция в переработке углепластика: помогут грибы

Новая биотехнологическая методика, созданная группой исследователей из Университета Канзаса и Университета Южной Калифорнии, может изменить подход к этой проблеме. Ученые разработали химический процесс, который позволяет разрушать матрицу углекомпозитов, сохраняя структуру волокна. Более того, восстановленное волокно обладает механическими свойствами, сопоставимыми с исходным материалом, что делает его пригодным для повторного использования.

Один из ключевых продуктов разрушения матрицы — бензойная кислота. Для ее дальнейшей переработки специалисты использовали генетически модифицированный гриб *Aspergillus nidulans*. Этот гриб превращает бензойную кислоту в ценное химическое соединение



под названием ОТА (окта-2,4,6-триеновая кислота). По словам экспертов, это первый случай, когда удается извлечь пользу как из волоконного материала, так и из полимерной матрицы углекомполита.

«ОТА может быть использована для создания медицинских препаратов, например, антибиотиков или противовоспалительных средств», — объяснил автор исследования Клэй Ван. Он подчеркнул, что метод позволяет превращать отходы в ценные материалы, что открывает перспективы для медицинских разработок.

Методика уже демонстрирует значительные преимущества в плане экологичности и экономической эффективности. Вместо образования токсичных отходов или утилизации ценных материалов, процесс позволяет одновременно восстанавливать углеродное волокно и создавать химические соединения с высокой рыночной стоимостью.

Исследовательская группа под руководством профессора Берлом Окли продолжает работу над улучшением гриба *Aspergillus nidulans*. Ученые стремятся повысить его эффективность, чтобы адаптировать процесс для промышленного применения.

«С момента начала работы мы создали штаммы гриба, которые дают еще лучшие результаты, чем первоначальные», — отметил Окли. — «Однако впереди много работы по оптимизации этого процесса для масштабного использования». Если метод будет успешно адаптирован для промышленных масштабов, он станет важным шагом к более устойчивому и экологически ответственному производству.

pubs.acs.org

Льняное волокно для создания навесных конструкций для затенения здания

Инновационные композиты из льняного волокна Vcomr и производственный опыт Темса были объединены для создания облицовочных панелей для фасада нового здания Cité Scolaire Internationale Jacques Chirac в Марселе, Франция. Спроектированные

и изготовленные теневые панели собраны в красивую декоративную решетку, которая покрывает 5 000 м² школьного здания.

Решетка изготовлена из 880 ажурных панелей с использованием пяти различных формовочных форм. Для их изготовления потребовалось почти 8000 м² технической ткани ampliTex™, что делает этот проект крупнейшим архитектурным на сегодняшний день с использованием биокомпозитов Vcomr.

Панели были изготовлены по технологиям ручного формования и литья с использованием полиэфирной смолы, стекловолокна и материала Vcomr ampliTex™. Панели были покрыты специальным белым гелем, который выдерживает такие климатические воздействия, как ультрафиолетовые лучи, дождь и перепады температуры. Композит также соответствует требованиям к огнестойкости.

Панели были спроектированы и тщательно размещены на фасаде здания так, чтобы затенить здание в определенных местах. Следовательно, они играют важную роль в поддержании прохлады внутренних помещений и снижении энергопотребления.

Интеграция льняных волокон в композиты снижает вес ажурной облицовки. Панели весом от 18 до 37 кг каждая крепятся к внешней стороне здания с помощью вставок из нержавеющей стали и конструкционного клея.

jeccomposites.com

Рынок композитных материалов стремительно растет

Согласно недавнему отчету, к 2032 году объем мирового рынка композитов достигнет \$231,2 млрд, демонстрируя среднегодовой темп роста (CAGR) в 9,2% с 2024 по 2032 годы.

Ключевые факторы роста:

- Аэрокосмическая и автомобильная промышленность: активное внедрение углепластиковых композитов (CFRP) способствует повышению топливной эффективности и снижению выбросов.
- Строительство: использование стеклопластиковых



композитов (GFRP) растет благодаря их коррозионной стойкости и легкости, что делает их идеальными для мостов, фасадов и трубопроводов.

- **Экологичность:** производители инвестируют в биоразлагаемые композиты из возобновляемых источников, таких как лен и конопля, отвечая на растущий спрос на экологически чистые материалы.

Лидеры рынка: в 2023 году стекловолокно заняло около 65% рынка благодаря своей доступности и универсальности, особенно в строительстве, ветроэнергетике и автомобильной промышленности.

Региональный обзор: Азиатско-Тихоокеанский регион лидирует, обеспечивая более 47,3% мирового спроса на композиты в 2023 году, благодаря росту производства в Китае, Индии и Японии.

Тенденции: растет использование углепластиковых композитов в аэрокосмической и автомобильной отраслях, а также биоразлагаемых композитов из возобновляемых источников.

Прогноз: ожидается, что рынок композитов продолжит расти, поддерживаемый спросом на легкие и прочные материалы в различных отраслях, включая возобновляемую энергетику.

www.globenewswire.com

Три основных тренда применения композитов в авиации

Композитная промышленность уже давно превратилась из новичка в устоявшуюся отрасль и в настоящее время является движущей силой инноваций для многих секторов. Тем не менее, технологии

ручного формования по-прежнему доминируют в производстве композитных деталей. Несмотря на то, что автоматизированные системы существуют уже много лет, например, для автоматизированной укладки волокон, они постоянно сталкиваются с новыми проблемами из-за высокого давления на инновационные материалы и методы проектирования.

Авиастроение, которое всегда было драйвером этого развития, остается одним из крупнейших сегментов рынка промышленного производства углеродных компонентов, наряду со спортивной индустрией и автомобильной отраслью. В настоящее время в области производства композитных изделий для аэрокосмической промышленности наблюдается несколько векторов развития:

1. БПЛА и воздушное такси. Ключевым является спрос на средние и крупные БПЛА. Причем производителям нужно уметь быстро переходить от прототипа к серии.
2. Автоматизация в производстве ключевых компонентов. Здесь речь идет о технологии автоматической выкладке ленты (даже назван главный вызов — переход на автоматическую выкладку с одной стороны не только крупных, но и мелких деталей, а, с другой стороны, применение более широкой ленты (около 5 см).
3. Гибкость производства — способность быстро перенастраивать технологические процессы и механизмы.
4. Коммерческая авиация и водородный воздушный флот по-прежнему остается главным драйвером композитной отрасли.

www.jeccomposites.com





Автор фото: Евгений Погонин
Копирайт: Газета «Страна Росатом»

Лукичева Наталья
Гладунова Ольга
кафедра НВКМ, СПбГУПТД

Лучше один раз увидеть

Преподаватели кафедры наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов (НВКМ) им. А. И. Меоса Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна (СПбГУПТД) 22 ноября 2024 года в составе группы учёных ведущих университетов страны и экспертов в области углеродных волокон и композиционных материалов по приглашению АНО «Информационный центр атомной отрасли» и Композитного дивизиона госкорпорации «Росатом» посетили производственную площадку «АЛАБУГА-ВОЛОКНО»

Завод расположен в особой экономической зоне «Алабуга» (г. Елабуга, Республика Татарстан) и включает три производства: синтез полиакрилонитрила (ПАН), формование из него ПАН-волокна — прекурсора для углеродного волокна и непосредственно само производство углеродного волокна. На заводе работают более 300 сотрудников.

Исторический экскурс

Открытие завода по производству углеродного волокна состоялось в 2015 году. Для отечественной промышленности это стало знаковым событием и важным шагом в реализации государственной программы импортозамещения.

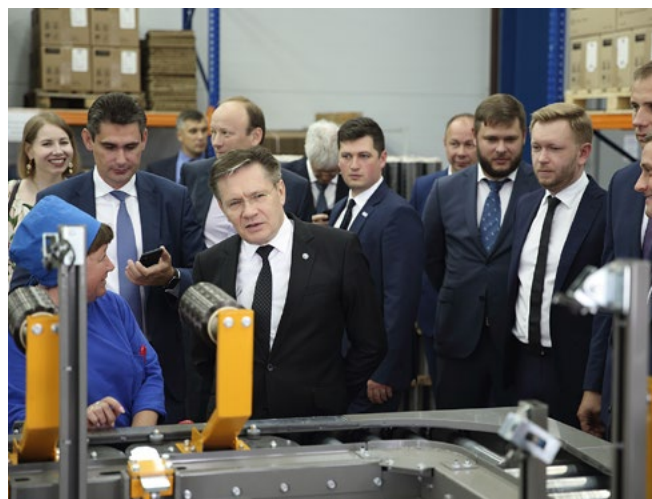
В 2021 году там же, в соседнем цеху, состоялся запуск производства полиакрилонитрильного прекурсора.

«С открытием этого завода цепочка производства углеродного волокна в России закончена. Теперь мы ни от кого не зависим. Это значимое событие не только для нашей республики, но и для всей страны», — сказал в день открытия завода раис Татарстана Рустам Минниханов.

На сегодняшний день мощность производственной линии по производству ПАН-прекурсора составляет до 5 тыс. тонн в год. Мощность производственной линии по выпуску углеродного волокна различных номиналов — до 1,2 тыс. тонн в год.

ПАН или пропал

«В этот проект не очень все верили, многие сомневались. Ну, во-первых, считали, что в России в принципе невозможно построить с нуля высокотехно-





логичное производство: не позволит технологическая база, нет людей, нет производственной цепочки... Тем не менее, это удалось сделать», — сказал генеральный директор Государственной корпорации «Росатом» Алексей Лихачев на церемонии запуска завода ПАН-прекурсора.

Технологический процесс получения ПАН-волокна начинается с синтеза волокнообразующего полимера — полиакрилонитрила — в цехе суспензионной полимеризации. Современное оборудование позволяет получать полимер высокого качества с низкой полидисперсностью (узким диапазоном молекулярно-массового распределения). Полимер высушивается и хранится в силосных колоннах.

Для изготовления прекурсора — ПАН-волокна — полимер, который внешне выглядит как мука, растворяют в диметилацетамиде. Полученный прядильный раствор фильтруют, обезвоздушивают и подают на

следующий этап — формование. Готовый прядильный раствор продавливается через отверстия в фильерах и тысячи тонких струек попадают в осадительную (коагуляционную) ванну. Далее волокно отмывается от растворителя в нескольких промывных ваннах, затем следуют стадии ориентационного вытягивания волокна и нанесения специальных замасливателей. Готовые ПАН-волокна наматываются на бобины, весом до 300 кг каждая.

Стадии ориентационного вытягивания являются определяющими для получения качественного ПАН-прекурсора с высокоориентированной структурой макромолекул и минимальной неравномерностью по диаметру. Существует связь между прочностью ПАН-волокна и углеродного волокна, ведь именно прекурсор определяет 70% качественных характеристик углеволокна.

Углеродное волокно. Удалить все лишнее!

Производство углеродного волокна представляет собой единую технологическую линию длиной 250 м и шириной 3 м, на которой исходное сырье, ПАН-волокно, подвергается окислению, высокотемпературной и поверхностной обработке, аппретированию.

На начальном этапе ПАН-волокно подвергается относительно длительному нагреву в среде воздуха до температуры 300°С. В ходе такой последовательной термообработки (термоокисления) в 6-ти печах происходит структурирование полимера, то есть перестройка линейных макромолекул ПАН в молекулы с лестничной структурой. Этот процесс рассматривается как начальная стадия превращения полимерной структуры в углеграфитовую. Продолжительность термоокисления является одним из





важнейших параметров, определяющих качество будущих углеродных волокон. Также особое значение имеет вытяжка волокна в процессе термоокисления, которое способствует ориентации предструктур.

Далее следуют стадии «низкотемпературной» до 800°C и «высокотемпературной» карбонизации до 1500°C в среде инертного газа. При температурах от 400 до 800°C происходит основная потеря массы волокна, отщепление почти всех элементов за исключением азота и углерода. При температурах от 600 до 1200°C формируются основные элементы структуры углеродного волокна и удаляются остав-

шиеся атомы (азот). При температурах 1200–1500°C углеродные волокна начинают обладать высокими физико-механическими свойствами, которые реализуются за счет формирования ориентированных графитоподобных турбостатных фибрилл. Содержание атомов углерода в углеродных волокнах после высокотемпературной обработки составляет 94–96%.

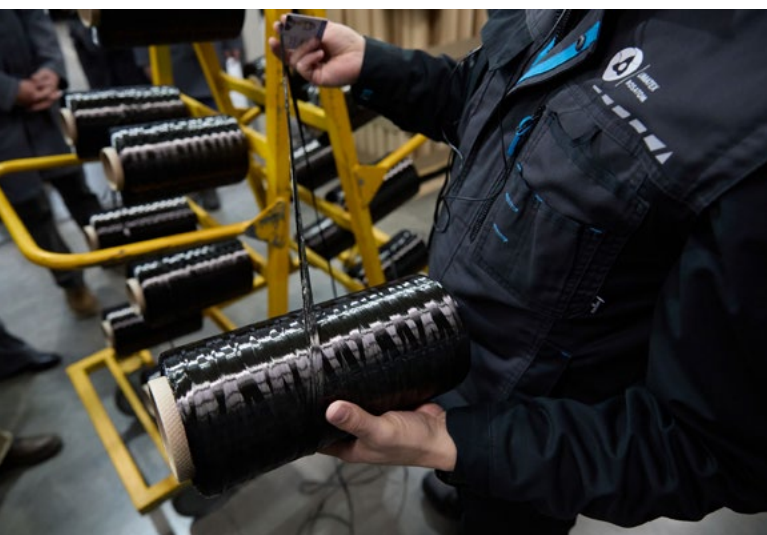
Производство углеродного волокна — это сложный многостадийный процесс, в котором каждый этап имеет решающее значение для получения высококачественного продукта.

А что дальше?

В завершении технического тура генеральный директор ООО «АЛАБУГА-ВОЛОКНО» Габерлинг Андрей Владимирович ответил на все интересующие вопросы и поделился планами на будущее.

В планах:

- масштабирование производства и запуск дополнительных производственных линий по производству ПАН-прекурсора и углеродного волокна,
- разработки нового поколения ПАН-прекурсоров и углеродного волокна с передовыми характеристиками,
- оптимизация производства ПАН-прекурсора и углеродных волокон с целью снижения себестоимости углеродных волокон. **KM**





ДЮРОПЛАСТИК™ ТРУДНОГОРЮЧИЙ СТЕКЛОКОМПОЗИТ

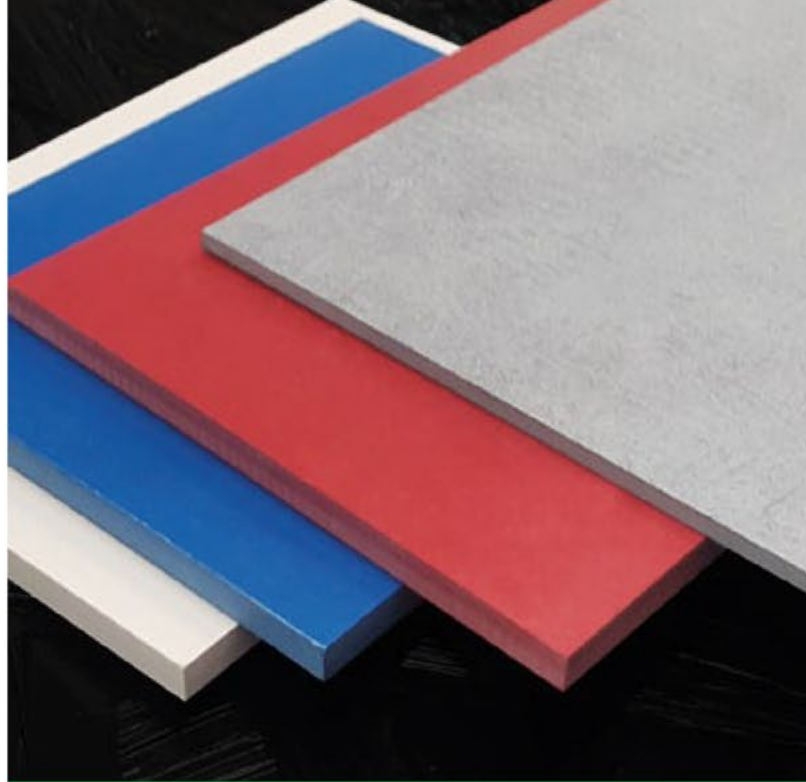
ОПИСАНИЕ:

«ДЮРОПЛАСТИК» представляет собой стеклокомпозит, изготавливаемый посредством инжестирования связующего на основе модифицированных ненасыщенных полиэфирных смол и минеральных наполнителей в горячую форму с армирующим стекломатом.



ПРИМЕНЕНИЕ:

Данный материал предназначен для применения в качестве электрической изоляции класса нагревостойкости F (155°C) в электрораспределительной аппаратуре, коммутационной высоковольтной и низковольтной аппаратуре, в сухих силовых трансформаторах, деталях электрических машин, дугогасительных камерах силовых выключателей, корпусах электроаппаратов, изоляционных корпусных элементах ветрогенераторов и инверторов тока.



СВОЙСТВА:

Материал имеет однородную структуру, обуславливающую стабильные физические свойства. Сочетает высокие конструкционные и диэлектрические качества. Обладает хорошей стабильностью электрических свойств при высокой влажности и сравнительно высокой дугостойкостью и трекингоустойкостью. Стекло-композит обладает стойкостью к воздействию слабых щелочей и кислот, масел, растворителей; относится к трудногорючим материалам. Длительно допустимая рабочая температура от минус 100°C до 155°C.

Соответствует:
стандарту GPO3 согласно NEMA LI.1
стандарту UPGM203 согласно EN 60893

ФОРМА ПОСТАВКИ:

Выпускается согласно
ТУ22.21.42-010-96763961-2018

Стандартная форма поставки изделий:

- в виде листов размерами:
Толщина 3 – 50: 2500x1500 мм и 2440x1220 мм
 - в виде формованных объемных изделий с толщиной стенки от 3 до 50 мм и произвольным габаритом в пределах 4x4 м
- Цвет – красный, белый.
Другие цвета – по согласованию.



Лукичева Н. С.
Кузнецов А. Ю.
Ширшова Е. П.
Дианкина Н. В.
Уварова Н. Ф.

кафедра НВКМ,
СПбГУПТД

без границ

Всероссийский фестиваль науки НАУКА 0+ 2024 состоялся в стенах Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна



Всероссийский фестиваль науки «НАУКА 0+» состоялся 1 и 2 ноября 2024 г. в стенах Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна (СПбГУПТД).

В эти дни для школьников был организован выставку, научные шоу, квесты, мастер-классы, экскурсии и лекции от ученых Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна. Ребята изучали, как устроен наш мир через физические и химические опыты, управляли беспилотными автомобилями, смотрели на одноклеточные организмы, проводили исследования качества воды и воздуха, создавали собственные изделия в технике мозаики и с помощью эмали. Кроме того, гости фестиваля посетили ряд лабораторий вуза и познакомились с работой современного оборудования, которое сегодня используется в целлюлозно-бумажной промышленности и в области полимерных композитов. Всего в мероприятии приняло участие порядка 500 школьников.

Педагоги кафедры наноструктурных, волокнистых

и композиционных материалов (НВКМ) им. А.И. Меоса на протяжении уже нескольких лет активно работают со школьниками в рамках профориентационной деятельности, проводят ознакомительные мастер-классы, помогают реализовывать школьные проекты, которые связаны с полимерными композитами.

Во время фестиваля «НАУКА 0+» в лабораториях кафедры параллельно проходили мероприятия для детей разного возраста.

Что общего между кольцами агата и древесины, какой бывает сахар, может ли лёд быть горячим, а металл расплавиться в ладошке? Ответы на эти и многие другие вопросы получили юные посетители интерактивного научного шоу-викторины «Химия вокруг нас», на котором для школьников от 6 до 11 лет ученые кафедры показали зрелищные химические опыты. Школьники посчитали кольца Лизиганга, вызвали настоящий тайфун, смогли сделать радугу путем химических реакций, а также вырастили дивные коллоидные водоросли. Но удивлялись не только дети.

«Признаться, нас порадовало, что многие, даже самые юные посетители увлеченно участвуют в экспериментах и прекрасно ориентируются в многообразии реагентов и химической посуды, и даже





приносят свою собственную. Такой интерес важно и нужно поддерживать!» — отмечает одна из организаторов, старший преподаватель кафедры НВКМ Надежда Дианкина.

Для старшеклассников была подготовлена программа посложнее. На специально разработанном лекционно-практическом занятии «Композиты вокруг нас» ребята узнали, что такое полимерные композиты, где они используются, из чего состоят. Демонстрационная часть занятия позволила участникам фестиваля убедиться в том, что композитные материалы обладают поистине уникальными свойствами. Школьники испытали углеродные текстильные материалы и углерод/углеродные композиты на огнестойкость и теплозащитные характеристики.

Особый интерес вызвала демонстрация процесса получения искусственной почвы (искусственные волокнистые и пористые субстраты для выращивания растений). Финальная часть занятия была посвяще-



на технологии получения дисперсонаполненных полимерных композиционных материалов методом заливки в форму. Участники своими руками изготовили образцы композиционных материалов из эпоксидной смолы и различных наполнителей.

Все участники фестиваля «НАУКА 0+» получили памятные дипломы и сувениры из полимерных композитов.

Работа кафедры со старшеклассниками продолжится в течение всего учебного года. В рамках нее будет проведен ряд мастер-классов «Знакомство с композитами» для учеников из разных школ, а особенно заинтересовавшиеся школьники смогут в лабораториях кафедры поработать над своим проектом. **КМ**



carbonStudio

Ваш партнер В ИННОВАЦИЯХ



15 лет на рынке КОМПОЗИТОВ



КОМПАНИЯ КАРБОН СТУДИО ОСУЩЕСТВЛЯЕТ ПОЛНЫЙ СПЕКТР УСЛУГ:

- консультация квалифицированных специалистов
- подбор материалов для создания композитного изделия
- доставка до пункта назначения
- консалтинг и обучение персонала

КАТАЛОГ МАТЕРИАЛОВ:

- армирующие материалы
- смолы и гелькоуты
- пенопласты и сотовые материалы
- модельные плиты
- силикон для различных применений
- разделительные системы
- вспомогательные и расходные материалы для различных технологий

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ:

Санкт-Петербург

192236, Софийская ул., д. 8
Тел/факс: +7 812 363-43-77, 8 800 707-23-67
carbon@carbonstudio.ru

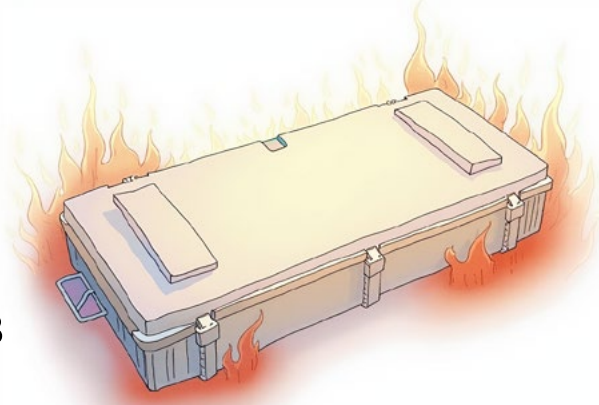
Москва

Тел/факс: +7 499 288-83-49, 8 800 707-23-67
График работы: Пн - Пт, с 10.00 до 18.00
officemsk@carbonstudio.ru

Минск

Республика Беларусь, 220104,
г. Минск, ул. П.Глебки, д. 11, пом. 27
Тел/факс: +375 44 775 37 92
Web-сайт: carbonstudio.by
info@carbonstudio.by

carbonstudio.ru



Новое решение в производстве гелькоутов на основе полиэфирных и эпоксидных смол, а также огнезащиты отечественного производства

carbonstudio.ru

К изделиям из полимерных композитных материалов предъявляют жёсткие требования по устойчивости к климатическим, химическим воздействиям, а также физико-механической стойкости.

В настоящее время рынок композитных материалов демонстрирует большое разнообразие смол на основе эпоксидных и полиэфирных связующих, армирующих материалов разных типов и составов, которые позволяют подобрать материалы для любых технологий и областей применения.

Но выбор гелькоутных покрытий не так велик. А именно гелькоутное покрытие и является главенствующим финишным и окончательным покрытием, отвечающим за надежные показатели самого изделия.

«ЭПОКСИ ГЕЛЬ-100»

Эпоксидный премиальный
огнезащитный
терморасширяющийся гелькоут

Огнезащитный терморасширяющийся гелькоут на эпоксидной основе ТМ «CS-Ероху-100», специально разработан для применения в производстве армированных стекло/углепластиков методом RTM, вакуумная инфузия.

Гелькоут «ЭПОКСИ ГЕЛЬ - 100» используется для создания внешнего покрытия ламината из эпоксидных смол и формирует эстетичный вид изделий. Рекомендуется для производства изделий высокого качества с длительным сроком эксплуатации, подверженных воздействию атмосферных условий, высокой температуры, УФ-излучения. Кроме этого, данный гелькоут стоек к воздействию загрязненной химическими соединениями окружающей среды, в том числе к агрессивным средам, щелочам, кислотам (кроме окислителей), растворам солей. Допускается эксплуатация в длительном контакте с водой.

Основные свойства данного гелькоута:

- Не образует воздушных пузырей и микропор;
- Обладает хорошей эластичностью, не подвержен растрескиванию;
- Устойчив к пожелтению, помутнению и выцветанию;
- Демонстрирует минимальное водопоглощение.

Области применения:

Предназначен для создания огнезащитного покрытия композитных конструкций в целях повышения



Рисунок 1.
Образец изделия
с огнезащитным
терморасширяющимся
гелькоутом



Рисунок 2. Образец изделия с огнезащитным терморасширяющимся гелькоутом после испытания на огнестойкость

их огнестойкости. Гелькоут можно наносить на такие материалы, как: стеклопластик, углепластик, бетон, дерево, металл.

«ПОЛИКС ГЕЛЬ-100»

Полиэфирный премиальный огнезащитный терморасширяющийся гелькоут

Полиэфирный огнезащитный терморасширяющийся гелькоут на базе ненасыщенной полиэфирной смолы на ортофталевой основе, специально разработан для применения в производстве армированных стекло/углепластиков по технологиям RTM, вакуумная инфузия.

Гелькоут «ПОЛИКС ГЕЛЬ-100» используется для формирования внешнего покрытия ламинатов из всех видов смол и формирует эстетичный вид изделия. Рекомендуется для производства изделий высокого качества с длительным сроком эксплуатации, подверженных воздействию атмосферных условий, высокой температуры, УФ-излучения. Кроме этого, данный гелькоут стоек к воздействию загрязненной химическими соединениями окружающей среды, в том числе к агрессивным средам, щелочам, кислотам (кроме окислителей), растворам солей. Допускается эксплуатация в длительном контакте с водой.

Основные свойства:

- Не образует воздушных пузырей и микропор;
- Обладает хорошей эластичностью, не подвержен растрескиванию;
- Устойчив к пожелтению, помутнению и выцветанию;
- Демонстрирует минимальное водопоглощение.

Области применения:

Предназначен для создания огнезащитного покры-

тия композитных конструкций в целях повышения их огнестойкости. Гелькоут можно наносить на такие материалы, как: стеклопластик, углепластик, бетон, дерево, металл.

Рекомендации по применению:

- после каждого открытия тары или ввода отвердителя и ускорителя гелькоут необходимо тщательно перемешать, избегая попадания воздуха;
- данный гелькоут можно наносить методом напылением или кистью;
- толщина мокрой пленки — 0,6–0,8 мм, расход — 0,8–1,0 кг/м²;
- к укладке армирующих материалов следует приступать после положительного результата теста «до отлипа». Время начала контроля положительного теста «на отлип» начинается после 15 мин после нанесения гелькоута на начальном этапе нанесения. Дискретность контроля «на отлип» — 1–2 мин.

Гелькоут «ПОЛИКС ГЕЛЬ-100» наносится в один слой.

Рекомендуемая температура в помещении при работе с гелькоутом должна составлять не ниже +15°С. Для хорошего отверждения влажность воздуха должна быть низкой, а температура окружающей среды выше +18°С. Чтобы достичь наилучших характеристик гелькоутного слоя и наиболее полное его отверждения, оптимальное количество отвердителя МЭКП составляет 2%. Регулировать время гелеобразования можно путем изменения количества отвердителя — от 1% до 2% (10–20 мл/кг гелькоута). После продолжительного хранения гелькоута рекомендуется провести контрольный тест на время гелеобразования и время отверждения. При необходимости добавить на 1 кг гелькоута 0,4–1 мл ускорителя Со 10%. **КМ**

Исследования износостойкости композитов производственно-технического назначения

Холодников Ю. В.
к.т.н., Ген. директор
ООО СКБ «Мысль»
г. Екатеринбург

Одним из важнейших эксплуатационных свойств изделий производственно-технического назначения (т.н. «промышленных композитов») из композиционных материалов, является их износостойкость в рабочей среде. Стойкость композита в жидкой или газообразной среде обогатенной абразивными частицами, наряду с химической стойкостью, термо-, биостойкостью и механической прочностью делает изделия конкурентоспособными по сравнению с тра-

диционным материалам при производстве промышленного оборудования и строительных конструкций, а также при проведении ремонтно-восстановительных работ на предприятиях различной хозяйственной деятельности.

Исследованию износостойкости композитов с различной матрицей и видами органических и неорганических наполнителей посвящено много работ [1, 2, 3, 4 и др.], однако, проблема в том, что большинство этих работ носят узко ориентированный научный интерес и касаются вопросов изучения износостойкости в изделиях для ВПК, авиации, перспективных видов изделий, которым до реального применения еще слишком далеко. В СКБ достаточно много лет проводятся эксперименты по изучению влияния абразивной и химически активной рабочей среды на промышленные изделия из полимерных композитов на термореактивной матрице для реального сектора экономики [5, 6, 7]. Представляем вашему вниманию результаты последних экспериментов по данной теме.

В качестве связующего в композите принимаем полиэфирные смолы холодного отверждения, стеклоармирующие материалы, а основным наполнителем служит кварц разного фракционного состава и объемного наполнения. Выбор поименованного состава композиционных материалов объясняется их доступностью, отработанностью различных технологий изготовления широкого круга промышленных изделий и строительных конструкций, а также хорошими результатами практического применения внедренных видов изделий. Метод испытаний — соответствует ГОСТ 11012-2012.

Для оценки объективности полученных результатов одновременно исследовались абразивные свойства некоторых материалов, которые традиционно применяются в промышленности для повышения износостойкости технологического оборудования (резина, каменное литье, керамика и др.).

На рис. 1 представлены образцы (после комплексных испытаний). В таблице 1 — описание образцов и результаты эксперимента.

Результаты проведенных исследований показывают, что наиболее стоек к истиранию образец



Рис. 1. Образцы материалов (после испытаний)

из каменного литья, полученный из футеровочной плитки. Однако изделия из этого материала трудоемкие в изготовлении, обладают большой массой, что ограничивает область их применения. Вторым по степени сопротивления износу следует композит с кварцевым наполнителем. В этом варианте исполнения композита возможно изготовление изделий различными методами: литье в формы, прессование, ручное формование, центробежное литье, футеровка и т.д., что существенно повышает область применения композита, снижает трудоемкость изготовления и позволяет реализовывать различные варианты ремонтно-восстановительных работ в условиях действующего производства. Следует подчеркнуть высокую химическую стойкость композита с кварцевым наполнителем, что важно в условиях контакта с агрессивной рабочей средой.

Бонусом к приведенным данным исследований износостойкости композита в табл. 2. показаны результаты испытаний этих же образцов в термошкафу, где мы отследили влияние температуры на твердость образцов.

Вывод: кварцевый наполнитель повышает теплоустойчивость композита, а, следовательно, расширяет область его промышленного применения. **КМ**

Литература

1. Заболотнов А. С. «Влияние природы наполнителей на комплекс износостойких и физико-механических свойств композиционных материалов на основе сверхмолекулярного полиэтилена, полученных методом полимеризации»/ (ФИЦ ХФ РАН). Диссертация к.т.н., 2019 г.
2. Кочергин Ю.С и др. «Износостойкость композиционных материалов на основе эпоксидно-каучуковых полимеров»/ Вестник БГТУ, 2017 г. №4.
3. Справочник по композиционным материалам: В 2-х кн. Кн. 1. Под ред. Дж. Любина; Пер. с англ. А.Б. Геллера, М.М. Гельмонта; Под ред. Б.Э. Геллера. М.: Машиностроение, 1988. 448с.
4. Крыжановский В.К. Износостойкие реактопласты. Л.: Химия, 1984. 130 с.
5. Холодников Ю.В. и др. «Кварцевые наполнители для полимерных композитов»/ Жур. «Композитный мир», №1, 2016 – стр. 39-41.
6. Холодников Ю.В. и др. «Промышленные композиты. Возможности и перспективы» /Изд. LAP LAMBERT Academic Publishing. 2016. – 450 с.
7. Холодников Ю.В. «Промышленные композиты»/ Изд. Инфа-Инженерия, 2023 г – 340 с.

Таблица 1. Результаты испытаний

№ обр.	Наименование	Состав	Масса, г.	Твердость по Шору	Показатель истирания Vi, мм ³ /м
1.	Смола полиэфирная изофталеиновая	Смола+отвердитель	27,67	90	15,74
2.	Смола с кварцевой пылью	Смола – 50% Кварц (фр. 0,25 мкм) – 50%	54,56	90-95	8,78
3.	Смола с кварцем	Смола – 50% Кварц (фр. 5,0 мм) – 50%	50,37	100	4,98
4.	Смола и керамзит	Смола - 80% Керамзит (фр. 3 мм) – 20%	26,55	100	12,8
5.	Смола и гранитный отсев	Смола – 50% Гранитный отсев – 50%	43,46	100	7,04
6.	Резина ТМКЩ	—	19,14	65	36,6
7.	Полиэтилен	—	6,50	80	8,85
8.	Каменное литье	—	59,62	100	0,4
9.	Шамот	—	42,09	100	6,45
10.	Резина В14	—	11,09	60	33,5
11.	Резина с кварцем	Резина — 50% Кварц (фр. 2.0 мм) – 50%	14,73	80	25,02

Таблица 2. Испытания на температурную стойкость

№ обр.	Твердость по Шору при температуре °С					
	20	50	75	100	140	175
1.	90	87	83	80	80	75
2.	95	95	95	95	90	86
3.	100	100	97	97	95	85
4.	100	100	97	96	92	90
5.	100	100	97	97	95	85
6.	65	60	50	48	45	42
7.	80	78	75	30	—	—

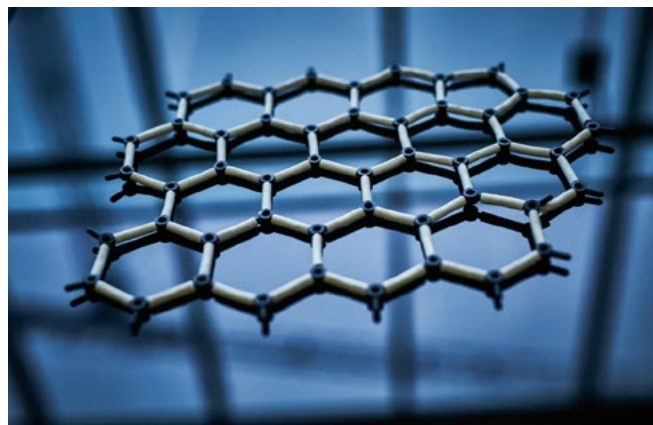
По материалам:
www.science.org
birdinflight.com
www.nature.com
www.timeshighereducation.com

Графен. Есть ли у «чудо-материала» шансы на научный прорыв?

20 лет назад ученые Гейм и Новоселов получили графен. Их открытие обещало настоящую технологическую революцию — но ее не случилось. Что пошло не так? И есть ли у «чудо-материала» шансы на научный прорыв?



Сотрудник британского Национального института графена в Манчестере показывает полимерно-графеновую смесь. Подобные композитные материалы исследуются с целью применения в электрических батареях. Matthew Lloyd / Bloomberg / Getty Images



Модель, демонстрирующая структуру графена — плоскую однослойную шестиугольную решетку углеродных атомов. Matthew Lloyd / Bloomberg / Getty Images

20 лет назад, в конце октября 2004 года, в журнале Science вышла статья, авторы которой описали технологию получения сверхтонкого материала — графена. В 2010-м за опыты с графеном физикам Андрею Гейму и Константину Новоселову была присуждена Нобелевская премия. Журналисты и предприниматели называли находку «материалом будущего» и обещали скорую технологическую революцию, вызванную его внедрением. Научный журналист и автор телеграм-канала «Лайфлонг муки» Илья Кабанов выяснил, почему надежды на графен до сих пор не оправдались и сможет ли он когда-либо соответствовать своей репутации «чудо-материала».

Что такое графен

Графен — это напоминающий пчелиные соты слой углерода (точнее — графита, одной из его форм, из которой, например, делают стержни простых карандашей) толщиной в один атом. Он не только очень тонкий, но и рекордно прочный, а также обладает большой теплопроводностью. Теоретически, такие свойства делают его перспективным материалом для самых разных отраслей — от электроники до строительства.

Физики из Манчестерского университета Андрей Гейм и Константин Новоселов первыми получили графен, отделяя чешуйки графита с помощью обычного скотча (эти эксперименты они проводили еще в 2003 году). Впрочем, их открытие, конечно, заключается не только в том, что они нашли новое применение липкой ленте и вряд ли удастся повторить дома: ученые смогли не только получить углеродные чешуйки, но и определить их толщину, взглянув и отметив однослойные — тот самый графен.

Получение графена во многом стало неожиданно. Долгое время ученые считали, что такие двумерные материалы будут нестабильны, разрушаясь из-за тепловых колебаний. Гейм и Новоселов показали, что за счет стабилизирующей роли подложки, на которой размещались отделенные от графита чешуйки графена, это ограничение можно обойти.

За 20 лет статью Гейма и Новоселова процитировали более 40 тысяч раз — это одна из самых цитируемых научных работ всех времен. В 2010 году манчестерские ученые получили Нобелевскую премию по физике за свои эксперименты с графеном. Правда, совершили открытие они не в одиночку: Гейм и Новоселов были лидерами исследовательской группы, в которую входили и их коллеги из российского Института проблем технологии микроэлектроники и особочистых материалов.

С легкой руки научных коммуникаторов журналисты быстро окрестили графен чудо-материалом. Список его удивительных свойств действительно поражает воображение: графен хорошо проводит электричество, невероятно прочен (для своей толщины и массы), почти прозрачен и может гнуться, не ломаясь.

Эти качества обещали широкий спектр возможных применений, включая устройства хранения энергии, фильтры для воды, гибкие экраны и другую передовую электронику, в том числе нейроимпланты.

По оценке материаловеда из шотландского Университет Стратклайда Стивена Лифа, за последнее десятилетие ученые и инженеры разработали более 90 коммерческих продуктов на основе графена. Среди них — смазочные масла, профессиональные теннисные ракетки, шины для спортивных велосипедов.

Что не получилось

Тем не менее, революция, которую обещали материаловеда, пока не произошла. Для массового потребителя графен спустя 20 лет после открытия все еще остается скорее словом из заголовков научных новостей, чем реальным продуктом, который можно потрогать руками. Многочисленные обещания вроде планов строительства графеновых небоскребов, которые сами вырабатывали бы электричество, так и остались нереализованными фантазиями.

Как отметила редакция Nature Physics в опубликованном в начале года обзоре, главное разочарование в графене за последние 20 лет заключается в том, что, несмотря на первоначальный ажиотаж, он не оказал большого влияния на повседневные продукты. Особых коммерческих успехов графен до сих пор не принес.



Модель Бетан Шоурби в платье с добавлением графена во время презентации в Intu Trafford Centre в Манчестере. Peter Byrne / PA Images / Getty Images



Взлетная полоса в римском аэропорте Фьюмичино. На тестовых участках ее покрытие, сделанное из одной из разновидностей асфальта, усилено графеновой присадкой

Британские компании по производству графена в последние годы испытывали финансовые трудности, а мировые продажи нового материала в 2022 году составили скромные 380 миллионов долларов.

Обиднее всего может показаться то, что примеры реального применения вроде теннисных ракеток или мотоциклетных шлемов используют, в основном, механические, а не электронные свойства графена. Вообще, механические свойства графена — его прочность («прочнее стали!») и гибкость — стали своего рода мемом. На них фокусируются разработчики, про них пишут медиа. Но, самое интересное в графене с точки зрения фундаментальной науки, безусловно, — его электрические свойства.

Графен не вписывается ни в одну традиционную категорию вроде металлов, диэлектриков или полупроводников. Необычное расположение энергетических состояний графена заставляет его электроны вести себя так, будто у них нет массы, — в результате

они проходят сквозь этот материал с минимальным сопротивлением. Это имеет решающее значение для электроники, поскольку теоретически позволяет создавать более быстрые процессоры, более эффективные транзисторы и сенсоры с низким потреблением энергии.

Проблема в том, что такие потенциально востребованные свойства пока не нашли применения в промышленных масштабах. Частично это объясняется тем, что первое время графен оставался объектом лабораторных исследований, который сложно было производить в большом объеме. Казалось, что решение появилось только в 2009 году с открытием способа выращивания графеновых монослоев на медной фольге, но через несколько выяснилось, что такая технология ухудшает свойства материала. Со временем возникли и другие процессы производства графена, но и они не позволяли получать «чистый» продукт лабораторного качества. Такие препятствия сильно подпортили репутацию «чудо-материала», оставляя впечатление, что кроме хайпа за ним ничего нет.

К тому же, полупроводниковая промышленность давно отточила недорогое производство на основе кремния. Графену как новому игроку на этом рынке тяжело конкурировать с понятным, а главное дешевым материалом, лежащим в основе всей современной микроэлектроники. Если стоимость графена достигает 200 тысяч долларов за тонну, то кремний стоит на пару порядков меньше.

Наконец, несмотря на всю привлекательность, графен сложно интегрировать в массовые устройства без потери его ценных качеств. Проблему усугубляет путаница в терминах. В 2017 году Международная организация по стандартизации постановила, что слово «графен» должно относиться только к монослоям, а «малослойный графен» может содержать от трех до десяти слоев. При этом многие коммерческие продукты на основе графена содержат материал с большим количеством слоев (и, как следствие, с худшими свойствами — например, уступают по прочности «настоящему» графену).

Все это отпугивает крупных производителей от серьезных инвестиций в развитие графенового бизнеса.



Принц Уильям и герцогиня Кембриджская Кэтрин у автомобиля AC Monoposto R во время посещения Национального института графена в Манчестере. Monoposto R — первый в мире серийный автомобиль, в каждом кузовном элементе которого использовано углеродное волокно с графеновым усилением. В 2016 году, когда состоялась эта съемка, ожидания от технологического применения графен-содержащих материалов были на пике. Samir Hussein / WireImage / Getty Images

20 лет истории графена



Что дальше

Хотя двадцать лет кажется внушительным периодом, для научно-технического прогресса это не срок. Внедрение разработок порой занимает много времени (к примеру, между появлением Arpanet, прототипа интернета, и созданием фейсбука прошло почти в два раза дольше).

На протяжении последних десятилетий ученые продолжали исследования графена, а инженеры и стартаперы экспериментировали с его практическим применением. Из области фундаментальной науки графен постепенно, хоть и довольно медленно, проникает в прикладную сферу.

Так, в последние годы появились новые производственные процессы вроде получения оксидов графена (GO) и восстановленных оксидов графена (rGO), которые похожи на графен, но имеют больше дефектов в гексагональной структуре. Они сохраняют некоторые свойства графенов и могут применяться, к примеру, для производства нейроинтерфейсов. Плюс такого подхода — возможность производства большого объема материала. Например, китайская Sixth Element Materials Technology может выпускать около 1000 тонн оксидов графена в год — и их использует, в частности, Huawei для отведения тепла от чипов своих смартфонов.

Недавно в Манчестере начались первые клинические испытания мозгового имплантата из графена (точнее — из rGO). В ходе эксперимента гибкий интерфейс с 64 графеновыми электродами

разместили на мозге пациента во время операции по удалению глиобластомы. Имплант с высокой точностью считывал нейронную активность, помогая хирургам убедиться, что они не затронули важные участки мозга. По замыслу разработчиков из испанской INBRAIN Neuroelectronics, с помощью восстановленных оксидов графена можно будет создавать более чувствительные нейроинтерфейсы, чем с традиционными металлическими электродами. Это может привести к прорывам в лечении неврологических заболеваний — от болезни Паркинсона до инсульта.

Разработкам способствует развитая инфраструктура, на которую за последние годы потратили десятки миллионов долларов. К примеру, манчестерский Graphene Engineering Innovation Centre (GEIC) предоставляет стартапам доступ к лабораториям и оборудованию, помогая производить графен и смешивать его с другими веществами, что позволяет предпринимателям масштабировать процессы.

Следующий этап — коммерциализация графена, и здесь тоже можно надеяться на то, что ждать осязаемых результатов осталось недолго. Доклад Института Фраунгофера, опубликованный в журнале 2D Materials, содержит прогноз, по которому рынок продуктов на основе графена достигнет 5,5 миллиарда долларов уже к 2027 году. Авторы выделяют три основные области применения: электронику, композитные материалы и аккумуляторы.

Внедрению графена должны помочь технологии, призванные решить некоторые из его врожденных проблем. К примеру, формирование «стопок» из различных двумерных материалов позволяет исследователям точно настраивать поведение такого «сэндвича» за счет комбинирования свойств разных веществ. Так, размещение графена между двумя слоями гексагонального нитрида бора помогает сохранить электронные свойства графена в реальных устройствах.

Тем временем, «родители» графена остаются оптимистами и не перестают напоминать, что их материал уже сейчас много где используется. «Графен присутствует в электромобилях, — заявил в начале октября на саммите Times Higher Education 2024 Андрей Гейм. — Если мы говорим о гибкой, прозрачной и носимой электронике, графеноподобные материалы можно встретить и там. Графен также есть в литий-ионных аккумуляторах, эффективность которых он улучшает на 1 или 2 процента».

Хайп не прошел бесследно: по словам Константина Новоселова, инвестиции в графен принесли пользу разным научным дисциплинам, особенно в сфере новых материалов. В частности, они позволили «собрать в Манчестере критическую массу ученых, которые, вероятно, будут возглавлять исследования в области материаловедения в течение следующих десятилетий».

«Мы видим, что некоторые вещи возможны с графеном, а некоторые — нет, — отмечал Новоселов. — Это более реалистичный подход, чем говорить, что его можно использовать везде». **КМ**



Графен — это однослойная форма обычного графита, однако получить одно вещество из другого не так просто, особенно в промышленных количествах. На фото запечатлена одна из технологий получения, в ходе которой чистый графит (слева) частично распадается на одноатомные слои, превращаясь в смесь графита и графена (справа). John Tlumacki / The Boston Globe / Getty Images

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОСНАСТКИ



- ▶ Полиуретановые модельные плиты, плотность 0,55-1,7 г/см³
- ▶ Клей для модельных плит с различным временем жизнеспособности
- ▶ Разделительные и порозаполнительные составы
- ▶ Гелькоут высокотемпературный
- ▶ Углеродные ткани 200, 400, 600 г/м²
- ▶ Высокотемпературное эпоксидное связующее
- ▶ Вакуумные вспомогательные материалы

Обеспечение проектов любого масштаба и сложности

Отлаженная система поставок клиентам от предпринимателей до госкорпораций

Одобренный поставщик ведущих производителей композитных деталей

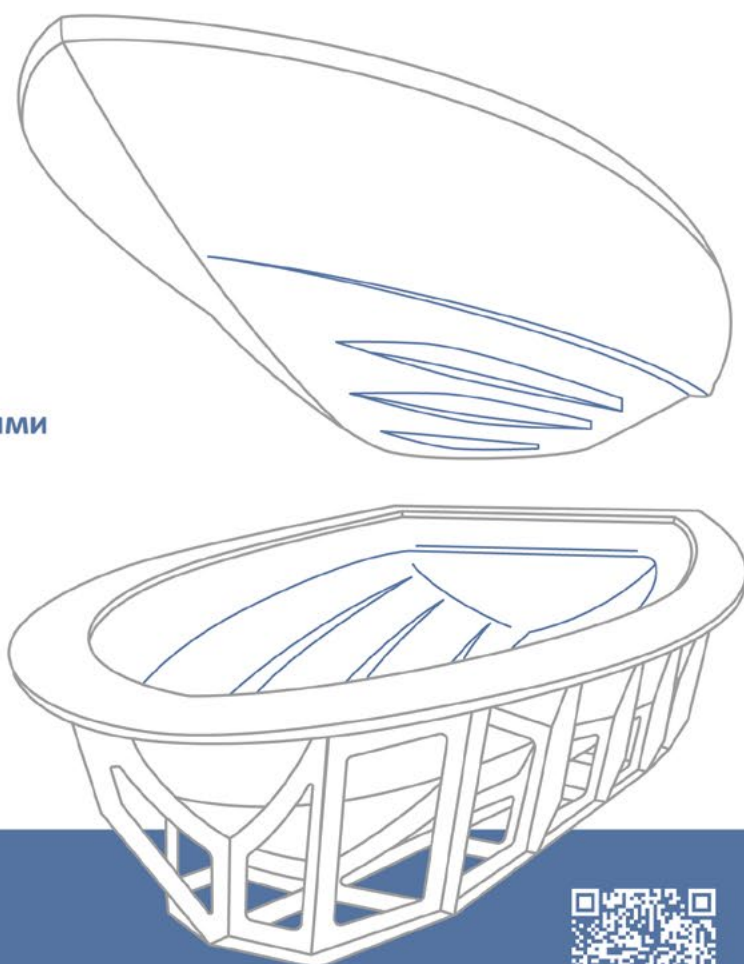
Локализация серийного производства на территории РФ

Долгосрочные контракты с производителями из дружественных стран

Разработка и поставка нестандартных продуктов

Сквозное техническое сопровождение проектов

Собственный тренинг центр



+7 499-281-66-37

www.cp-vm.ru | info@cp-vm.ru





Холодников Ю.В.
г. Екатеринбург

Альшиц Л. И.
г. Санкт-Петербург

Есть такая профессия...

Защита Родины — это укрепление ее обороноспособности путем создания передовых видов вооружения, соответствующий уровень подготовленности экономики, населения и вооружённых сил страны к отражению внешней агрессии, защите территориальной целостности и независимости государства. Все вышесказанное невозможно надежного научно-технического фундамента, базирующегося на современной производственно-технологической базе реального сектора экономики.

Утилитарной задачей развития реального сектора экономики является: повышение надежности, долговечности и эффективности эксплуатации основного технологического оборудования и строительных конструкций; модернизация производства и интенсификация производственных процессов, задействованных в решении стратегических планов развития различных отраслей промышленности по выпуску инновационной, качественной и конкурентоспособной продукции мирового уровня качества.

Одной из составляющей данной задачи является решение проблемы защиты оборудования и конструкций от воздействия опасных производственных факторов, а именно, защита от коррозии и других видов разрушения, сопутствующих большинству технологических процессов в добывающих, перерабатывающих, машиностроительных и других секторах производственного сектора экономики.

Огромные потери устранить полностью невозможно, поскольку в основе коррозионных (абразивных, термических и пр.) процессов лежат объективные законы природы. Однако, грамотное применение уже имеющихся методов и средств защиты, а также разработка и внедрение новых антикоррозионных материалов и технологий их эффективного использования позволяют сократить ущерб от коррозии, повысить надежность и безопасность эксплуатации оборудования, машин и сооружений.

Способов защиты от коррозии (в широком смысле этой проблемы) — много.

Рассмотрим только одно из самых эффективных направлений этого вида деятельности, а именно футеровку технологического оборудования и строительных конструкций полимерными композици-

онными материалами. Мы занимаемся этой темой более 20 лет, имея свои наработки и свое мнение по этому направлению, которое постараемся донести в рамках настоящей публикации.

Рассматривая совокупность признаков определяющих целесообразность применения того или иного вида защитной системы, для технологического оборудования и строительных конструкций, эксплуатируемых в опасных производственных условиях, следует констатировать, что на данный момент времени футеровка химстойкими композиционными материалами является наиболее предпочтительным видом защиты, ввиду своей универсальности, отличной химстойкости, технологичности и наличия явных эксплуатационных преимуществ.

На рис. 1 представлена схема основных видов полимерных футеровочных материалов (ФМ), определяющих способы футеровки оборудования, эксплуатируемого в условиях воздействия агрессивных рабочих сред.

Под оклеечными футеровочными материалами (ОФМ) подразумеваются гибкие тонкие материалы (специальные технические ткани, эластомеры, полимеры и т.п.), адгезия которых к защищаемой поверхности достигается за счет применения различных клеевых составов, филлеров, праймеров и т.п.

Ярким примером современного высокоэффективного способа применения ОФМ служит послойная укладка функциональных слоев, как правило, стеклоармирующих материалов (стекломат, стеклоткань, вуаль и пр.), на подготовленную поверхность, покрытую специальным эластичным праймером, и пропитываемых органическими смолами, т.н. — «ламинирование». Подробно данный способ защиты описан в



Рисунок 1.

следующих источниках — [1,2,3,4]. На рис. 2 показана схема ламинатной системы защиты и пример такой защиты. Данный способ защиты оборудования отлично зарекомендовал себя в качестве долговременной и эффективной защиты от воздействия химически активных жидких и газообразных рабочих сред с рабочей температурой до 150°C.

Преимущества данного способа защиты оборудования и конструкций по сравнению с другими способами защиты, заключаются в следующем:

- высокая химическая стойкость покрытия в широком диапазоне агрессивных промышленных сред;
- высокая прочность покрытия, позволяющая защите воспринимать вибрационные и динамические нагрузки;
- возможность нанесения покрытия на сложные

поверхности: сферические, криволинейные, конусообразные и пр., при этом покрытие сплошное, не имеющее сочленений и стыковок;

- возможность варьировать толщину покрытия, усиливая его в наиболее ответственных местах, при этом, малый вес покрытия не влияет на прочностные качества защищаемого оборудования;
- хорошая совместимость с другими видами защитных покрытий, что позволяет оптимизировать систему защиты различными материалами в зависимости от видов агрессивного воздействия на оборудование;
- ремонтпригодность защитного покрытия, при этом ремонт — не огневой;
- относительная простота нанесения защитной системы, не требующая применения сложного оборудования и оснастки.

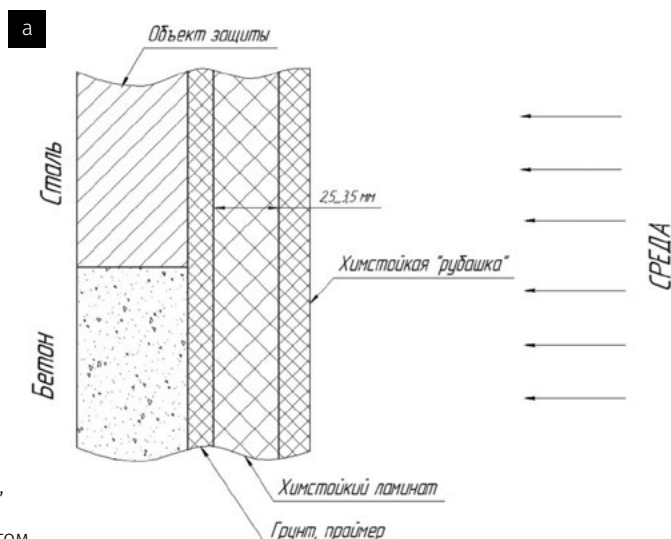


Рисунок 2.

а — Схема ламинатной системы защиты

б — Ванна травления, ламинированная химстойким композитом





Рисунок 3. а — Шпатлевочный агрегат, б — Шпатлевочный пистолет

Жидкие футеровочные материалы — это защитные системы, наносимые на поверхность в жидком (пастообразном) состоянии различными способами (ручной — шпателями, механизированный — шпатлевочными пистолетами, агрегатами см. рис. 3) с последующим отверждением за счет полимеризации/поликонденсации связующего, естественной сушки (при комнатной или повышенной температуре) или воздействия энергетического излучения (например — УФ).

Большая доля связующего почти любой шпатлевки отечественного производства композитного типа приходится на эпоксидную смолу. Остальные части составляют разного рода пигменты и модифицирующие добавки с пластификаторами. Этот состав шпатлевок позволяет отнести их к разряду композиционных материалов ввиду наличия квалификационных признаков — связующее + наполнители, не вступающие в реакцию друг с другом. Коэффициент нелетучих элементов в описываемых шпатлевках составляет порядка 90%, а толщина таких покрытий достигает нескольких сантиметров.

В СКБ «Мысль» за последние три года проведен большой объем НИР по разработке, тестированию и применению шпатлевок на полиэфирном и винилэфирном связующем и кварцевых наполнителях различного фракционного состава. Определен оптимальный фракционный и гранулометрический состав кварцевого наполнителя, позволяющий получить защитное покрытие с высокими эксплуатационными

качествами: химическая стойкость, механическая прочность, абразивостойкость, теплостойкость и др. Установлено, что введение кварцевых наполнителей в органическое связующее существенно повышает защитные свойства покрытия, причем в разных фракционном и гранулометрическом составах повышаются те или иные эксплуатационные параметры. В настоящий момент разработана технологическая и эксплуатационная документация, утвержденная в установленном порядке [5, 6]. Готовится к запуску опытно-промышленное производство шпатлевочных материалов.

Достоинством защитных шпатлевочных покрытий является, во-первых, возможность оперативного нанесения на сложные поверхности и отличная адгезия к бетону. Во-вторых, высокая абразивостойкость и теплостойкость. В третьих, ремонтпригодность и возможность применения в качестве кладочного раствора при футеровке штучными материалами (плитка, кирпич). Недостатки шпатлевки — это, прежде всего, низкая прочность покрытия, что не позволяет применять ее в условиях вибрации и динамических нагрузок на футеруемое оборудование.

Толстослойные наполненные лакокрасочные материалы (ЛКМ) в отличие от шпатлевочных ФМ наносятся на защищаемую поверхность методом воздушного или безвоздушного напыления с помощью окрасочных агрегатов (рис. 4). Толщина таких покрытий, как правило, не превышает 2–3 мм. они относятся к пленочным покрытиям.

Наполнителями в толстослойных ЛКМ служат: чешуйки стеклянные, слюдяные, графитовые/углеродные, стекло- и зольные сферы, а также мелкодисперсные порошки диоксида кремния, оксида алюминия (корунд), кварца, нитрата бора, ПВХ и др., и, наконец, мелкорубленый стеклоровинг.

Достоинства толстослойных ЛКМ заключаются, прежде всего, в высокой производительности аппаратных систем нанесения покрытия и в более надежной защите, по сравнению с «обычными» химстойкими ЛКМ. Основной недостаток — ненадежность защиты в условиях ударных, абразивных и вибронгрузок.

Центробежное литье — внутренне покрытие тел вращения специальными защитными полимерными



Рисунок 4. Нанесение толстослойного покрытия



Рисунок 5. Образцы труб с внутренней центробежной футеровкой различными композиционными материалами

составами.

Главная особенность формирования покрытия при центробежном способе заключается в том, что заполнение формы защитным составом и его затвердевание происходят в поле действия центробежных сил, во много раз превосходящих силу тяжести. В этих условиях, если твердые частицы соприкасаются со стенкой объекта защиты, они оказываются прижатыми к стенке и уже не всплывают.

В СКБ «Мысль» проведен большой объем НИОКР по данной теме (рис. 5), в результате которого разработаны различные защитные композитные составы, повышающие химическую стойкость защищаемого оборудования, твердость, прочность, теплостойкость и др. эксплуатационные параметры изделий, эксплуатируемых в агрессивной рабочей среде [7, 8]. Конструкция установки для центробежного литья композитов защищена патентом РФ [9].

Штучные ФМ — широко применяются для облицовки строительных конструкций и футеровки технологического оборудования, работающего при воздействии экстремально агрессивных рабочих сред. В качестве штучных футеровочных композитных материалов целесообразно применять футеровочные плитки на винилэфирном связующем и минеральных наполнителях, разработанных и протестированных в ООО СКБ «Мысль» [10, 11.]. Плитки изготовлены способом прессования с наполнителями специально подобранными по фракционному составу (см. рис. 6).



Рисунок 6. Образцы композитных плиток из разных наполнителей

По требованию заказчика могут быть изготовлены фасонные плитки.

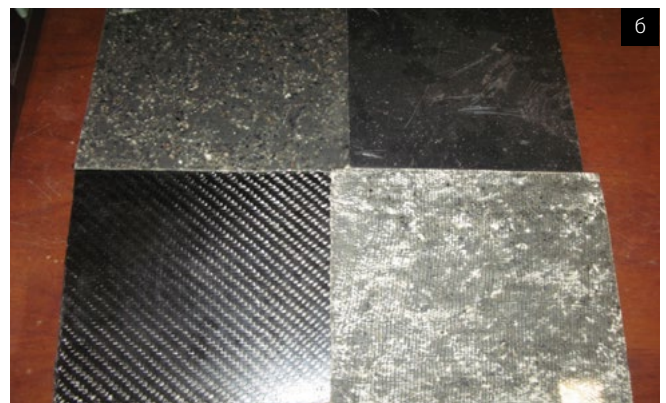
По сравнению с известными штучными ФМ композитные плитки имеют ряд преимуществ, а именно:

- они легче камнелитых плит и специальных видов кирпича и поэтому в меньшей степени влияют на вес футерованного оборудования;
- они прочнее керамических плиток и не боятся ударных нагрузок;
- они устойчивы в широком диапазоне агрессивных рабочих сред, и могут выпускаться в специальном исполнении, например: химстойкие, абразивостойкие, биостойкие, теплостойкие, комбинированные, повышенной механической прочности и пр.;
- совместимость с другими видами футеровочных покрытий (не только из композиционных материалов).

Среди листовых ФМ остановимся на композиционных листовых материалах, специально изготовленных для футеровки технологического оборудования. Конструкция листа защищена патентом РФ [12]

Преимущества футеровки листовым многослойным композитом, в следующем:

- высокие удельные прочностные характеристики листового композита;
- отсутствие сварных швов между листами, которые в листовых термопластах являются концентраторами внутренних напряжений, в том числе, снижающие прочностные и химзащитные свойства покрытия;
- ремонтпригодность и отличная адгезия к материалу защищаемого объекта;
- относится к трудногорючим материалам и гарантируют безвредность в отвержденном состоянии для окружающей среды;
- высокая ударо-вибропрочность, гасящая резонансные колебания футеруемого оборудования;
- возможность варьирования свойств композита, в зависимости от требуемых рабочих параметров, например, повышенная износостойкость, электропроводность, термостойкость, антиадгезивность и т.д.;
- малый удельный вес композита в сочетании с высокой прочностью, позволяет снизить толщину футеровочного листа до минимального — 2,5 мм, что благоприятно отражается на условиях проведения работ, не существенно меняет массу и габариты



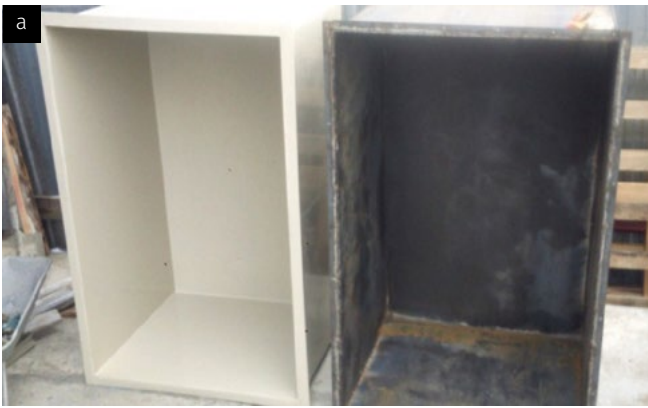


Рисунок 7. а — Ванна травления металлическая и полимерный химстойкий вкладыш, б — Стеклопластиковый вкладыш, вставленный в бетонную канализационную трубу

оборудования и выгодно отличает композит в ценовом аспекте;

- возможность применения различных схем крепления листа к защищаемой поверхности: на праймере, саморезами, анкерами к бетонной поверхности и пр.

Важнейшим достоинством защиты листовым композитом перед всеми другими способами и методами футеровки, является возможность сочетания способов защиты — листового и «мокрого ламинирования». В тех случаях, когда защищаемая поверхность состоит из прямолинейных и криволинейных плоскостей (например — сферических), прямолинейные участки футеруются листовым композитом, а криволинейные — по технологии «мокрого ламинирования». Аналогично решаются проблемы с защитой приформованных фланцев, патрубков и т.п.

Преимущества ведения футеровочных работ листовым композитом перед технологией «мокрого ламинирования» заключаются в следующем:

- листовый композит, изготовленный в цеховых условиях с соблюдением всех требований технологического регламента, наиболее полно соответствует идеальным прочностным и защитным критериям, заложенным в него нормативными документами, и принимаемыми в расчет при выборе системы защиты;
- некоторые виды специального защитного слоя, придающие композиту уникальные эксплуатационные параметры (например, применение нано-компози-

- нанесение нетиксотропных покрытий, термостабилизирующиеся и износостойкие покрытия и т.д.) можно нанести только в заводских условиях;
- значительно улучшаются санитарно-гигиенические параметры воздушной среды на месте проведения работ и повышается пожаро- и взрывобезопасность при проведении работ;
- футеровка листовым композитом занимает меньше времени, чем «мокрое ламинирование».

Подробная информация по описанному футеровочному материалу приведена в [1, 13, 14].

Футеровочные вкладыши — это готовые изделия для защиты внутренней поверхности оборудования, изготовленные из специальных материалов, стойких в конкретной рабочей среде, повторяющие форму защищаемой поверхности и свободно встраиваемые в данное рабочее пространство (рис. 7).

На данный момент времени известны два вида футеровочных вкладышей: «жесткий» и «мягкий». Жесткий вкладыш применяется для футеровки оборудования простой геометрической формы (прямоугольной, плоской, круглой и т.п.) и свободно вставляется во внутреннее пространство защищаемого оборудования. Достоинства: простота конструкции и монтажа, возможность иметь запасной комплект вкладышей. Недостатки: ограниченная область применения, связанная с невозможностью защиты емкостного оборудования и оборудования свободный доступ к которому затруднен, криволинейного оборудова-

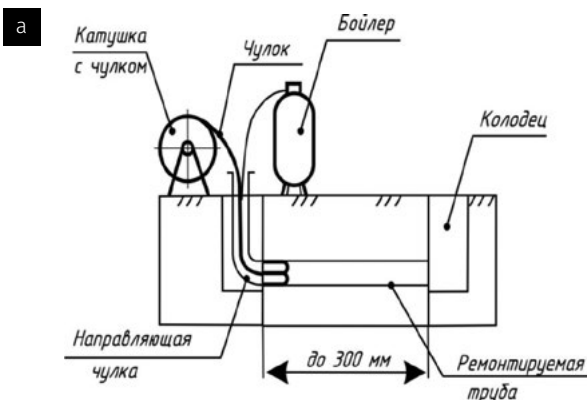


Рисунок 8. а — Схема установки CIPP, б — Фрагмент работы по футеровке подземного трубопровода

ния (цистерны, закрытое емкостное оборудование: мерники, чаны, подземные емкости, а также трубопроводы с разными диаметрами труб и изгибами по трассе и т.п.).

Характерным примером, т.н. «мягкого» футеровочного вкладыша является применение системы защиты трубопроводах CIPP (cured-in-place pipe – «отверждаемая на месте оболочка») [15].

Суть процесса рассматриваемой технологии защиты заключается в том, что «чулок» из нетканого стеклоармирующего материала пропитывается связующим и заводится в трубу. Затем в «чулок» подается под давлением рабочая среда, которая прижимает его к внутренней поверхности трубы и связующее полимеризуется. В качестве рабочей среды может применяться сжатый воздух, вода, или пар. Схема установки для реализации технологии CIPP показана на рис. 8.

Достоинством описанного способа футеровки является возможность защиты подземных трубопроводов без вскрытия траншей. Недостаток – сложность процесса футеровки, специальное оборудование, специальные материалы, квалифицированные работники.

Разработанная в ООО СКБ «Мысль» технология объемной футеровки (surround molding technology) [16] позволяет защищать практически любые объемные изделия, при этом до минимума сведены затраты на технологическую оснастку и время на изготовление защитного покрытия.

Выводы

1. Композиты широко представлены во всех видах футеровки и получают все более широкое применение при выполнении защитных работ на технологическом оборудовании и строительных конструкциях эксплуатируемых в агрессивной рабочей среде. Большой выбор способов футеровки композиционными материалами позволяет оптимизировать технологические процессы нанесения защитных покрытий, повысить надежность эксплуатации промышленного оборудования и строительных конструкций, продлить сроки работы оборудования, модернизировать оборудование, интенсифицировать технологические процессы и снизить риски техногенных катастроф.
2. Отмечается недостаток нормативно-технической документации, уровня НИОКР и отечественных материалов по теме эффективной защиты промышленного оборудования различными способами его футеровки.
3. Важнейшим эксплуатационным преимуществом защитных футеровочных покрытий композитами, является их прочность, ремонтпригодность, стойкость к разным рабочим средам и функциональность.
4. При минимальной гос. поддержке данный вид научно-технической деятельности мог бы стать одним из драйверов высокоэффективного развития производственного сектора нашей страны и гарантом надежности и эффективности работы реального сектора экономики, включая ВПК. К сожалению,

такой заинтересованности нет. Государственные программы развития композитной отрасли провалены и тихо слиты на третьестепенные позиции.

5. Надежная защита оборудования и строительных конструкций – это фундаментальная база развития других отраслей жизнедеятельности, включая ИИ, ИТ, космос и пр. Это та самая точка опоры, с помощью которой Архимед собирался перевернуть мир. **КМ**

Литература

1. Холодников Ю.В., Альшиц Л.И. Футеровка технологического оборудования и строительных конструкций композиционными материалами: справ. пособие. // – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2013 г. – 145 с.
2. ГОСТ Р 55074 – 2012. «Химостойкие полимерные композиты для футеровки технологических емкостей».
3. Патент РФ №2365678 «Способ получения защитного футеровочного покрытия», опубл. 27.08.09. Патентообладатель – ООО СКБ «Мысль».
4. Ю.Холодников, Л.Альшиц, В.Таугер. Промышленные композиты. Возможности и перспективы. / Из-во: LAP LAMBERT Academic Publishing is a trademark of: OmniScriptum GmbH & Co, 2016 г. – 450 с.
5. Патент РФ №2636495 «Способ получения полимерного композиционного материала для изготовления изделий», опубл. 23.11.2017 г. Патентообладатель – ООО СКБ «Мысль».
6. СП 001-2009 СКБМ «Правила проведения футеровочных работ композиционными материалами». Стандарт предприятия.
7. Холодников Ю.В. и др. «Технологии композитостроения» // М.: АНО Изд. Дом «Научное обозрение», 2017. – 154 с., рис., табл.
8. Холодников Ю.В. Футеровка оборудования полимерными композитами. Теория, исследования, и практика химической защиты. / М.: АНО Изд. Дом «Научное обозрение», 2019.-285 с
9. Патент РФ №26001602 «Способ центробежного формирования труб из полимерных композиционных материалов и устройство для его осуществления», опубл. 13.10.2016 г. Патентообладатель – ООО СКБ «Мысль».
10. ТУ 2259-011-20161638-2015. «Плитка из полимерных композитов для специальных условий эксплуатации. Общие ТУ».
11. И 017-2016 СКБМ. «Инструкция по футеровке оборудования штучными футеровочными материалами».
12. Патент на полезную модель РФ №92383. «Лист футеровочный слоистый», опубл. 20.03.2010. Патентообладатель – ООО СКБ «Мысль».
13. ГОСТ Р 54927-2012. «Лист полимерный композиционный специального назначения. Общие ТТ.».
14. Холодников Ю.В., Альшиц Л.И. «Защита оборудования листовым композитом» / Журн. «Композитный мир», №1., 2010 г.
15. Абдюшев Д. «Бестраншейные методы устранения утечек в трубопроводах»/ Журн. «Основные средства». №9., 2009 г.
16. Патент РФ №2473424. «Способ изготовления объемных изделий из композитов», опубл. 27.12.2013 г. Патентообладатель – ООО СКБ «Мысль».

Неразрушающий контроль крупногабаритных композитных изделий

Котовщиков И. О.
к.т.н., ведущий инженер-разработчик
ООО «ЛОКУС»



ЛОКУС

www.locus.spb.ru

С широким применением композитных материалов, особенно в таких ответственных отраслях промышленности как авиация, космос, судостроение и энергетика, все более актуальным становится неразрушающий контроль композитных изделий, как в условиях производства, так и в эксплуатации.

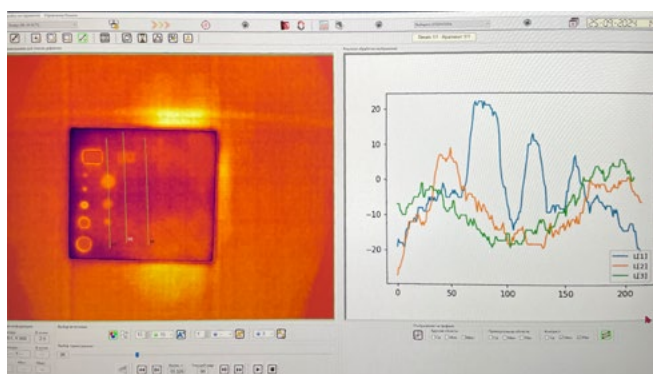
Неразрушающий контроль (НК) большинства крупногабаритных композитных изделий сложной формы является ответственной технологической операцией и требует сложного автоматизированного оборудования. Одним из наиболее перспективных и эффективных методов НК таких изделий является метод активной термографии.

Компания ООО «Локус» занимается исследованиями в области активного теплового контроля и разработала систему автоматизированного неразрушающего контроля «Локотерм» для бесконтактного поиска внутренних и поверхностных дефектов в изделиях из слоистых угле- и стеклопластиков, в том числе в крупногабаритных телах вращения.

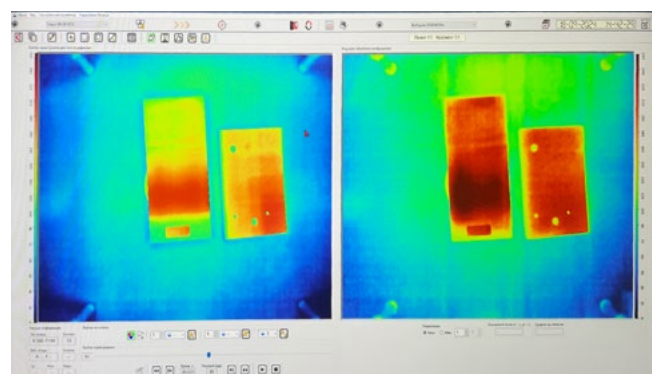
Система «Локотерм» предназначена для контроля

изделий криволинейной формы типа «цилиндр» и «усеченный конус» диаметром до 2500 мм с высоким допуском к овальности. Благодаря использованию сверхчувствительной инфракрасной камеры (тепловизора), система позволяет выявлять дефекты размером от 3 мм в различных композитных структурах.

Контроль изделий производится при автоматизированном взаимном перемещении блока активной термографии (термографа) и специального дополнительного нагревателя относительно контролируемого изделия. Таким образом, данная система позволяет реализовывать как одностороннюю термографию, так и двустороннюю, что потенциально увеличивает предельную глубину контроля до 10 мм. Блок термографа системы «Локотерм» разработан компанией ООО «Локус».



Пример отображения дефектов в ПО Ассессор-Термо



Пример выявления дефектов на термограммах

Оборудование

В основе системы лежит реализация метода активной термографии, при котором, объект контроля нагревается галогенными лампами, а изменение температуры поверхности изделия регистрируется инфракрасной камерой. Выявленные дефекты отображаются на тепловых изображениях детали – термограммах, как более тёмные или более светлые области. Таким образом, критерием дефектности изделия является однородность зарегистрированного теплового поля на поверхности объекта контроля (ОК).

В системе «Локотерм» используются современные средства автоматизации, позволяющие эффективно сканировать большие детали. Кроме оперативности контроля, автоматизация процесса НК увеличивает достоверность и повторяемость контроля.

Для отслеживания текущего положения поверхности криволинейного ОК относительно термографа и автоматического поддержания их заданной взаимной конфигурации в ходе сканирования, в системе «Локотерм» заложена система слежения за поверхностью ОК на основе лазерных дальнометров.

В систему встроено, уникальное программное обеспечение «Ассесор-Термо», разработанное в ООО «Локус» и содержащее наиболее эффективные алгоритмы обработки термограмм, которые улучшают выявляемость дефектов на снимках.

После автоматической обработки изображений, пользователю системы доступны инструменты анализа полученных изображений и формирования протокола результатов контроля по установленной заказчиком форме. Также пользователю доступна функция автоматического поиска дефектов на

термограммах, позволяющая упростить и ускорить процесс анализа термограмм.

Система «Локотерм» может быть адаптирована к контролю изделий из композиционных материалов различных форм и размеров. С помощью системы «Локотерм» возможно выявление таких дефектов, как:

- непроклеи;
- расслоения;
- полости;
- отслоения обшивки;
- инородные включения;
- поры;
- и другие дефекты композитных структур.

Пользователи системы получают важные преимущества для выявления дефектов в композитных материалах:

- повышение оперативности контроля;
- контроль изделий со сложной геометрией;
- использование бесконтактного метода, не требующего использования контактной жидкости;
- низкие требования к шероховатости поверхности объекта контроля.

Модульная архитектура системы «Локотерм» позволяет использовать термограф отдельно от системы автоматизированного сканирования в качестве мобильного прибора НК. Термограф «Локотерм» может применяться для оценки остаточного ресурса композитных изделий в эксплуатации, а также для лабораторных целей. **КМ**



Общий вид автоматизированной системы «Локотерм»



Машины высокой производительности (МВП) для производства изделий из стеклопластика

polymerprom-nn.ru



Компания «Полимерпром» с 2006 года являлась дистрибьютором американской компании MVP (Magnum Venus Products). За это время было продано более 400 установок, которые необходимо обслуживать и обеспечивать запасными частями. С 2020 года усложнилась логистика и увеличилось время поставки из США, что привело к решению об организации производства собственного оборудования под торговой маркой Оборудование МВП (Машины Высокой Производительности).

«Процесс создания оборудования, основанный на принципе реинжиниринга, только на первый взгляд кажется легкой задачей. На практике все оказалось гораздо сложнее», — поделился генеральный директор ООО «Полимерпром» Ткаченко Николай Михайлович.

Так в компании появился проектно-конструкторский отдел, который занялся подготовкой чертежей для более чем 1000 деталей, участок металлообработки и участок сборки и испытаний. Особая сложность заключалась в изготовлении деталей с высокой точностью размеров, формы и поверхности, поскольку это требует



специализированных методов обработки металлов. Еще одна трудность была связана с изготовлением особо износо- и химостойких резинотехнических изделий и оснастки для них.

«На этапе конструирования установок МВП мы должны были учитывать тот факт, что все детали и основные узлы оборудования должны быть взаимозаменяемы для уже работающего на территории РФ импортного оборудования, что упрощало бы ремонт и замену узлов. Исключением здесь является вакуумная станция. Это полностью собственная разработка, которая отличается надежностью и гарантирует длительный срок службы», — уточнил начальник отдела оборудования Лабутин Александр Сергеевич.

В 2023 году первые установки были собраны и продемонстрированы на выставке «Композит-Экспо». На данный момент продано и успешно работают 35 единиц оборудования. Произведенные в России установки зарекомендовали себя как оборудование, которое реально повышает производительность труда в композитной индустрии.

На демонстрационной площадке компании «Полимерпром» в Нижнем Новгороде 14 ноября прошел обучающий семинар-презентация оборудования МВП для производства изделий из стеклопластика.

В ходе семинара сотрудники компании рассказали об установках МВП, показали основные узлы, из которых они состоят, продемонстрировали всю линейку оборудования, которое позволяет значительно облегчить процесс изготовления и улучшить качество изделий из стеклопластика.

Одна из них — установка МВП-Г для нанесения гелькоута (защитно-декоративного слоя), который придает цвет будущему изделию, а также защищает от

механических повреждений, УФ излучения, придает химостойкость и влагостойкость ламинату.

На примере изготовления ванны была продемонстрирована технология напыления смолы и рубленого ровинга и специальное оборудование МВП-СР для данной технологии. Технология напыления позволяет быстро изготавливать крупногабаритные изделия сложной формы, например, лодки, ванны, фигуры для парков и аттракционов тд. Стекланный ровинг подается с бобины в устройство-измельчитель, рубится на отрезки длиной 1,5–3 см. После рубки короткие волокна попадают в струю пропиточной смеси (полиэфирная смола с отвердителем) из распылительного пистолета и пропитываются ею во время переноса на оснастку (форму). Далее этот напыленный «ковер»-ламинат уплотняется прикаточными валиками.

Участники семинара смогли увидеть работу установки дозирования смолы и отвердителя МВП-СД. Данное оборудование позволяет быстро и точно подготовить связующее для литья и формования в любую емкость в требуемой пропорции. Остается только тщательно перемешать готовую смесь.

На семинаре также была продемонстрирована установка МВП-СИ для инъекции смеси смолы и отвердителя в закрытую форму при контролируемом давлении. Установка может использоваться для производства композиционных изделий методами закрытого формования: инфузия, Flex Molding, LRTM, RTM. Данные технологии позволяют производить изделия более экологичным способом, с высокой производительностью и сводят к минимуму влияние человеческого фактора. Кроме того, изделия, произведенные по данной технологии, обладают высоким качеством поверхности и лучшими проч-

Оборудование



ностными характеристиками, поскольку позволяют достичь более высокой степени армирования, по сравнению с технологиями контактного формования.

Кроме новейшего оборудования, участники семинара познакомились с ассортиментом смол и гелькоутов, а также полупостоянных разделительных составов, производимых компанией «Полимерпром».

Среди участников семинара были представители производственных компаний из нескольких регионов России, в том числе из Москвы, Санкт-Петербурга, Казани, Нижнего Новгорода, Владимира, Рязани, Ижевска, Калуги и др., которые непосредственно связаны с производством изделий из стеклопластика. Также на семинаре присутствовали представители журнала «Композитный мир» и преподаватели кафедры наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов им. А. И. Меоса СПбГУПТД.

Семинар прошел в формате живого и продуктивного диалога, в ходе которого удалось выяснить, какие задачи есть у компаний и какие новые продукты они хотели бы видеть на рынке.

В завершении семинара генеральный директор ООО «Полимерпром» Ткаченко Н. М. поделился планами на будущее: «Впереди большая работа по созданию новых и усовершенствованию уже существующих установок. Сейчас наша команда работает над установками для напыления с внешним смешиванием смолы и отвердителя. Мы ожидаем от всех заинтересованных сторон предложений и пожеланий по развитию линейки оборудования, используемого в композитной индустрии». **КМ**





CARVO CARVO
КОМПОЗИТНЫЙ СУПЕРМАРКЕТ

ЭПОКСИДНЫЕ ПРЕПРЕГИ ДЛЯ ШИРОКОГО СПЕКТРА ПРИМЕНЕНИЙ

Тип препрега	Универсальный	Быстроотверждаемый	Негорючий
Марка связующего	CP-M201	CP-L5100	CP-2201
Минимальное время отверждения	60 мин.	10 мин.	90 мин.
Температура формования	130°C	150°C	160°C
Температура стеклования Tg	140°C	120°C	154°C
Технологии переработки	безавтоклавная	безавтоклавная, прессование	прессование, автоклав
Области применения	БПЛА, машиностроение, спортивный инвентарь и экипировка	спортивный инвентарь 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

carbocarbo.ru
+7(499)281-66-33

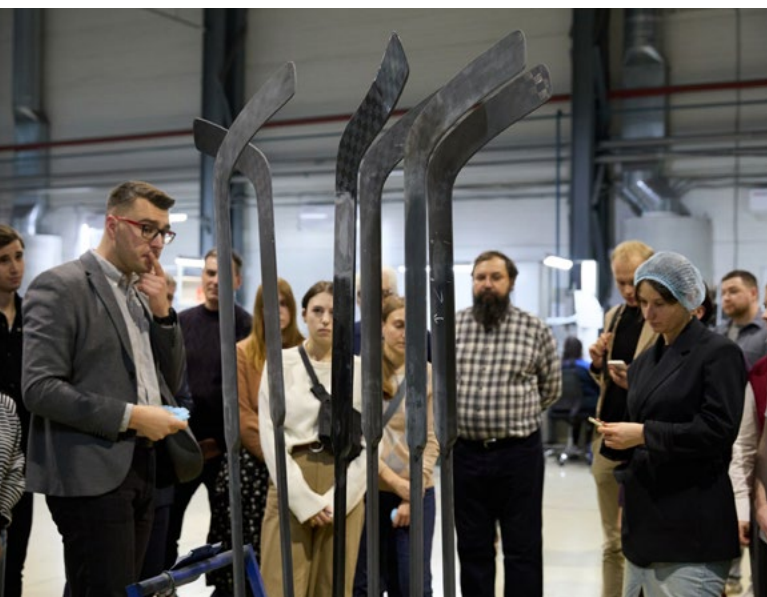


Как производят компазитные хоккейные клюшки Заряд

Лукичева Наталья
Гладунова Ольга
кафедра НВКМ, СПбГУПТД

Автор фото: Евгений Погонин
Копирайт: Газета «Страна Росатом»

В рамках технического тура по композитным производствам Республики Татарстан, организованного АНО «Информационным центром атомной отрасли» и Композитным дивизионом госкорпорации «Росатом», преподаватели кафедры НВКМ СПбГУПТД посетили завод по производству композитных хоккейных клюшек «Заряд»



Завод по производству профессиональных хоккейных клюшек «Заряд» был запущен в 2016 году в г. Набережные Челны (Республика Татарстан) по инициативе трехкратного чемпиона мира по хоккею, единственного пятикратного обладателя Кубка Гагарина Даниса Зарипова. Сейчас здесь производят полный ассортимент хоккейных клюшек для всех возрастов и уровней игры.

Процесс изготовления хоккейной клюшки начинается с изготовления препрега. Это полуфабрикат композиционного материала с основой из волокнистого материала, пропитанный полимерным связующим. В производстве клюшек «Заряд» используются препреги из стекловолокна и углеволокна.

Из стекловолокна производятся наиболее доступные по цене модели «Мастер» и «K52». При этом крюк клюшки «Мастер» изготавливается из карбона. Все остальные модели в линейке «Заряд» произведены из высококачественного углеволокна.

При изготовлении препрега углеродные волокна сначала пропускают через ванну со смолой и прядильную машину с системой роликов, что позволяет обеспечить натяжение и равномерную пропитку. Затем волокна наматывают на барабан прядильной

машины, который обтянут силиконизированной бумагой, и после чего разрезают на листы. До своего применения препрег хранится в холодильнике при температуре -20°C .

Далее на участке раскроя листы препрега складываются в пакет, толщина пакета и направление расположения армирующих волокон для каждого типа клюшки различно и указывается в операционной карте. Далее пакет нарезается на детали для будущей клюшки. Заготовки для рукоятки и крюка готовятся отдельно. Затем нарезанные заготовки направляются на этап формообразования.

Для изготовления клюшек «Заряд» используют несколько технологий. Методом ручного (контактно-го) формования специалист обклеивает препрегом оправку, которая повторяет форму клюшки. Специальная резиновая мембрана прижимает каждый слой препрега к оправке. Некоторые участки клюшки усиливают специальным синтактным слоем, что придает жесткость и лёгкость будущему изделию. Рукоять и крюк формуются отдельно, а дальше происходит их соединение. Таким образом, клюшка приобретает знакомую геометрию, но пока является «сырой».

На данном этапе проверяется, соответствуют ли заготовки технологическому регламенту. Контролируются норма массы клюшки, размеры рукояти на обхват в 14 точек, загиб в соответствии с шаблоном стыка. Проверяется правильности сборки и установки каждой детали. После формирования мягкая клюшка передается на участок термопрессования, на котором она уже приобретёт твёрдую форму.





На участке термопрессования заготовка укладывается в металлическую оснастку, которая затем помещается в термопресс. Там по определённому алгоритму происходят два этапа термической обработки: сначала нагрев, а затем резкое охлаждение. В этот момент внутрь подаётся давление, то есть изнутри на клюшку давит воздух. Благодаря этому происходит отверждение препрега и клюшка приобретает прочность и гибкость.

Уже отпрессованная клюшка подвергается механической обработке, в результате чего удаляется облой и устраняется шероховатость поверхности. Также клюшку проверяют на герметичность: для этого ее помещают в специальную ванну, внутрь клюшки подают воздух и проверяют наличие пузырьков. После этого все изделия проверяют на их профессиональные характеристики, то есть на жёсткость и гибкость: каким образом клюшка гнётся и сопротивляется воздействию, не ломаясь при этом.

На заключительном этапе на клюшку наносят лакокрасочное покрытие, чтобы она приняла свой окончательный товарный вид. По желанию заказчика на поверхность можно нанести специальное противоскользкое покрытие (Grip), которое обеспечивает надёжную фиксацию рукояти в руках. На официальном сайте компании можно выбрать покрытие на свой вкус — стандартное, усиленное или без Grip.

После этого клюшка отправляется в сушильную камеру, где высыхают лакокрасочные слои. Далее на участке этикирования на клюшку наносятся специальные переводные изображения, используемые для маркировки и декорирования. Дизайн изображения отличается в зависимости от модели клюшки или пожелания заказчика. После этикирования клюшка вновь отправляется в сушильную камеру.

После итогового технического контроля клюшки упаковываются и отправляются на склад, откуда уже передаются в курьерскую службу для доставки. Компания «Заряд» бесплатно предоставляет своим клиентам доставку прямо до дверей квартиры. **КМ**





КОМПАС-3D: Композиты. Анонс нового продукта

В 2025 году АСКОН выпустит новый программный продукт «КОМПАС-3D: Композиты», систему проектирования и подготовки производства изделий из композиционных материалов (композитов). Её разработка ведётся при участии Индустриального центра компетенций «Двигателестроение» в рамках реализации особо значимого проекта в АО «ОДК-Авиадвигатель». Планируется, что система станет заменой зарубежному программному обеспечению Fibersim.

Над «КОМПАС-3D: Композиты» работает профессиональная команда — это и создатели легендарной САПР КОМПАС-3D, и отраслевые эксперты, и инженеры по внедрению с богатым производственным опытом. При разработке используется мощный движок — отечественное геометрическое ядро С3D, которое защищено от санкций и может развиваться под задачи приложения.

Чтобы заранее познакомить пользователей с возможностями продукта, команда КОМПАС-3D подготовила статью. Автор — Дмитрий Крекин, руководитель группы продуктового сопровождения маркетинга КОМПАС-3D. В статье использованы материалы, предоставленные НПО «АэроВолга», разработчиком и производителем самолётов-амфибий.

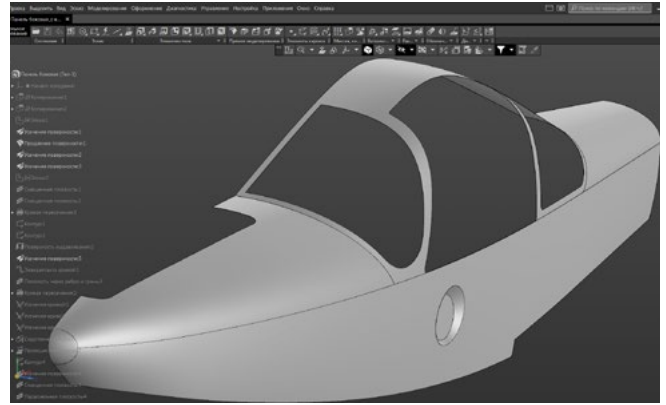
Что даёт применение специализированной САПР полимерных композитных материалов (ПКМ)? Во-первых, ускорение конструкторско-технологической подготовки производства за счёт автоматизации сложных и/или рутинных задач. Во-вторых, повышение качества изделия и снижение количества брака, т. к. можно заранее спрогнозировать, как материал слоя поведёт себя при укладке. В-третьих, при использовании связки «программное обеспечение +

оборудование» можно снизить количество отходов, увеличить эффективность производства и обеспечить высокую «повторяемость» деталей.

Изделия из ПКМ превосходят большинство металлов и сплавов по своей прочности, легкости, коррозионной стойкости, износостойчивости и относительной простоте формования. Ключевые отрасли применения композитов очевидны — это двигателе-, авиа, судостроение, автопром, космос и некоторые другие.

В основе «КОМПАС-3D: Композиты» лежит подход послойного моделирования. Продукт ориентирован на изделия из слоистых пластиков (ламинатов), где в качестве усиления могут применяться армирующие волокна, а полимерным связующим чаще всего является смола.





Поверхность готова. Теперь в процесс включается приложение «КОМПАС-3D: Композиты».

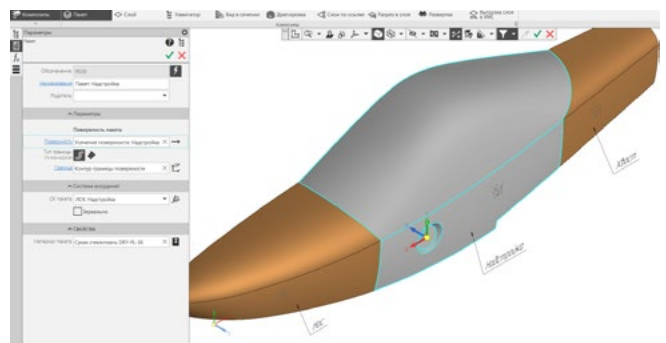
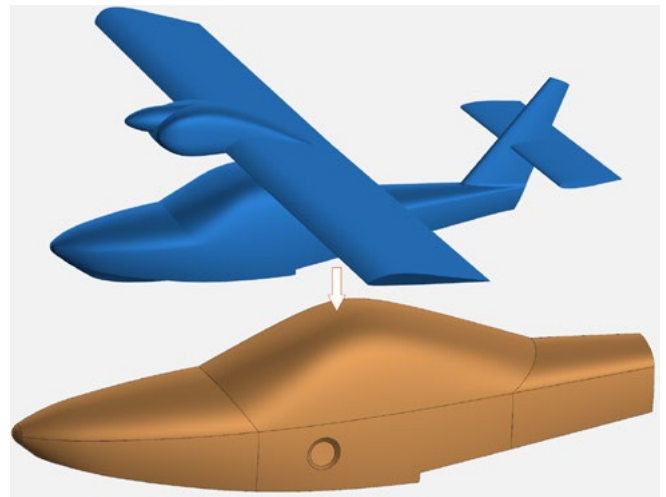
Начинаем с создания **пакета**, в котором позднее будут сгруппированы слои, относящиеся к области надстройки. Указываем поверхность выкладки будущих слоёв (на неё будем послойно укладывать ткань), определяем инженерную границу пакета и его ориентацию в 3D-пространстве. Пакет показан серым цветом.

Функциональные возможности «КОМПАС-3D: Композиты»

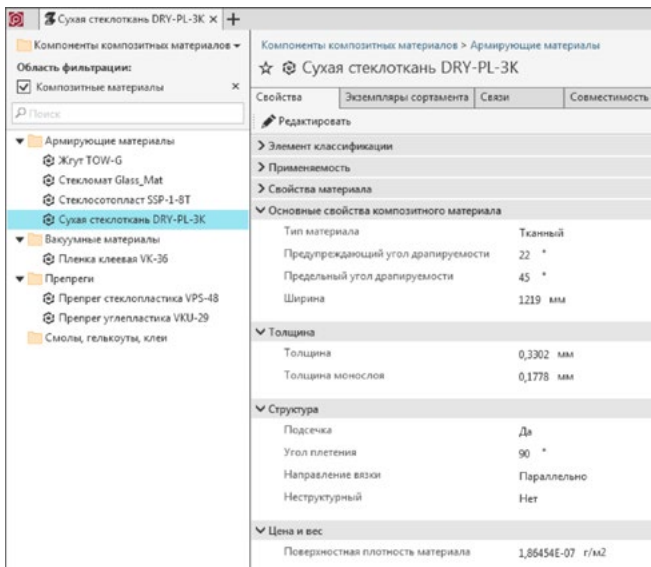
CAD-приложение функционирует в интерфейсе КОМПАС-3D и реализует как конструкторские, так и технологические задачи. Рассказываем о возможностях нового продукта на примере самолёта-амфибии BOREY, созданного самарской компанией ООО «НПО «АэроВолга» с помощью КОМПАС-3D. Самолёт содержит большое количество композитных деталей и составных частей, которые изготавливаются на собственном производстве.

Рассмотрим композитную деталь «Панель боковая» — это составная часть фюзеляжа, в который также входят Киль и Днище.

Перед началом работы с композитами необходимо подготовить исходную поверхность. Это делается базовыми средствами КОМПАС-3D. Например, можно скопировать часть теоретической модели самолёта, что позволит учесть возможные изменения исходных данных.

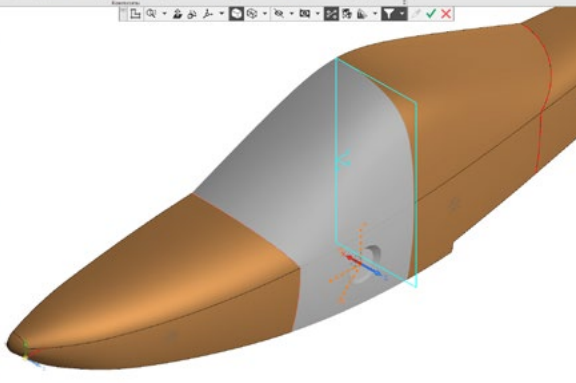
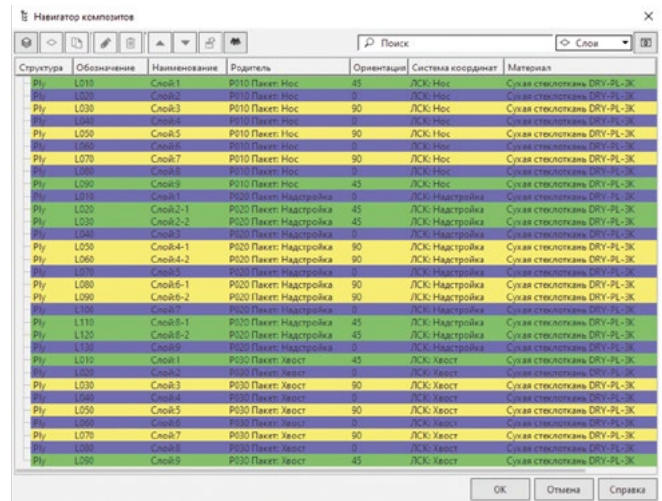


Здесь же выбираем материал, который будет назначаться всем новым слоям пакета. Выбор осуществляется из нормативно-справочной системы ПОЛИНОМ:MDM — это обширная база материалов, сортментов, покрытий и не только. Специально для работы с новым продуктом мы ввели некоторые композитные материалы: армирующие, вакуумные и препреги. Недостающие материалы пользователь



позитной модели.

Вид в сечении. Это инструмент визуального контроля выкладки слоёв в конкретных местах или сечениях. Цвет указывает на направление основы (ориентацию нити): синий цвет — 0 градусов, зелё-



ный — 45, жёлтый — 90.

Навигатор структуры. Универсальный инструмент, необходимый и конструктору, и технологу.

Навигатор не только содержит состав композитного изделия, но и позволяет управлять слоями — создавать новые, сортировать, копировать и удалять. Копирование позволяет быстрее создавать новые слои на основе других.

Далее ещё один промежуточный этап, который реализуется базовыми возможностями КОМПАС-3D — подготовка технологической оснастки, то есть формы, на которую будет выкладываться композитный материал.

Композитная заготовка, как правило, имеет припуск под обрезку. Поверхность с припуском называется «технологической». Именно поэтому в теме ПКМ помимо конструкторских слоёв выделяют и технологические. До текущего момента мы работали только с конструкторскими.

Технологические слои (далее «техслои»). Это объект технолога — именно по техслоям изделие готовится к раскрою и выкладке. Здесь технолог назначает технологический припуск материалу. Команда «Слой

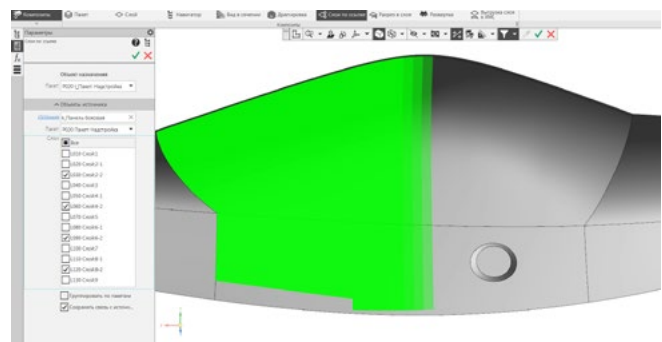
может внести в базу самостоятельно. В нашем конкретном случае требуется сухая стеклоткань.

Пакет готов. Далее приступаем к созданию слоёв. Слой — это единица укладываемой ткани. Текущий слой кладем не по всей поверхности пакета, а только в нужную область — переднюю часть надстройки. Вливаем слой в границы пакета и назначаем материал.

Ограничивать контур слоя можно пространственными кривыми и/или плоскостями.

Обязательно задаём направление волокон в процессе укладки ткани. Материал может быть отличным от материала пакета, но в данном случае сухая стеклоткань нас устраивает.

Аналогично создаются все остальные слои ком-



по ссылке» позволяет автоматизировать процесс, то есть создать техслои на основе конструкторских.

Ключевым здесь является то, что сохраняется ассоциативная связь с конструкторским слоем (как первоисточником). Например, при изменении геометрии теоретической модели, будет обновлена геометрия и конструкторских, и технологических слоёв.

Анализ драпируемости. Драпируемость — свойство материала принимать требуемую форму. Крайне важно ещё до производства понимать, как композитный материал поведёт себя при выкладке, и спрогнозировать возможные дефекты — складки и растяжения.

В приложении «КОМПАС-3D: Композиты» реализовано представление в виде сетки, которую можно масштабировать. Красный цвет сетки указывает на область появления дефектов, синий — дефектов нет, жёлтый — пограничное состояние, на которое тоже нужно обращать внимание.

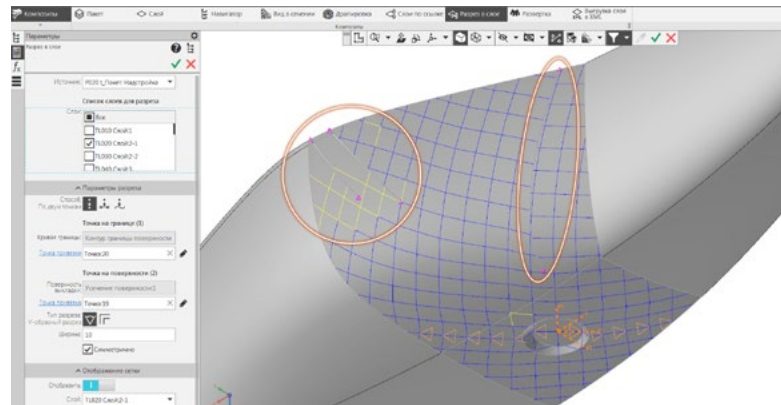
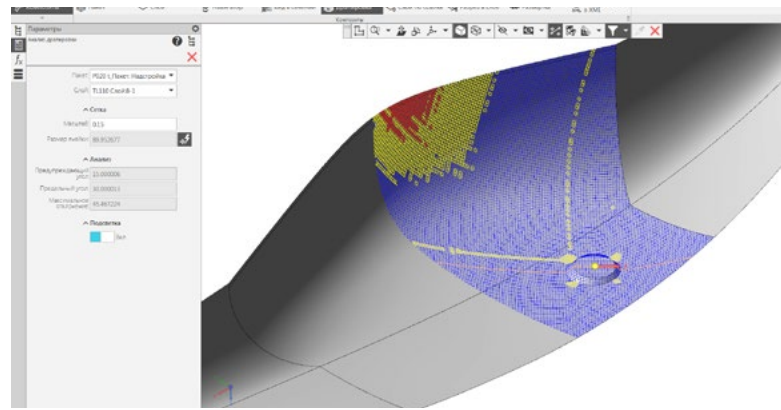
Команда «Разрез в слое» позволяет создать надрезы или вырезы для устранения дефектов. Разрез может быть П- или V-образной формы, можно регулировать его ширину. В результате красные зоны мы устранили.

Наконец, всегда помним, что цель КТПП — дать необходимые и достаточные данные для изготовления.

К примеру, для нарезки слоёв на производстве применяют специальные «раскройные» плоттеры с ЧПУ, которые работают через векторный универсальный формат DXF. Все развёртки можно поместить в один документ либо каждую — в отдельный. Экспортируется контур развёртки, обозначение и наименование слоя, точка выкладки и направление волокон.

Ещё на производстве можно встретить лазерные проекционные системы. Такой проектор подсвечивает точное место выкладки технологического слоя. Лазер показывает границу слоя, точку и направление укладки. Также проектор необходимо откалибровать по оснастке. Приложение «КОМПАС-3D: Композиты» позволяет сформировать данные для проецирования и калибровки в формат XML.

Указанная выше функциональность продукта уже реализована и будет дорабатываться. В планах развития — моделирование заполнителей, зонный метод проектирования, таблица слоёв, интеграция с другим программным обеспечением. **КМ**



Отраслевые мероприятия 2025

21–24 января

RUPLASTICA — выставка пластмасс и каучуков, Москва | ruplastica.ru

25–27 марта

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

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

26–28 марта

HI-TECH 2025 — международная выставка инноваций и конкурс научных разработок, Санкт-Петербург | hitech-expo.ru

Петербургская техническая ярмарка, Санкт-Петербург | ptfair.ru

17–19 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

25–27 июня

Central Asia Plast World 2025 — международная выставка индустрии пластмасс и полимеров, Алматы, Казахстан | www.plastworld.kz

июль

Новые полимерные композиционные материалы

Международная научно-практическая конференция, п. Эльбрус | npcm-conference.ru

7–10 июля

ИННОПРОМ — Международная промышленная выставка инновационных материалов и технологий, Екатеринбург | innoprom.com

август

Армия-2025 — Международный военно-технический форум, Московская обл., Кубинка | www.rusarmyexpo.ru

26–28 августа

Technotextil 2025 — международная выставка технического текстиля и нетканых материалов. Сырье, оборудование, продукция, Москва | technotextil.ru

23–26 сентября

Нева 2025 — Международная выставка по гражданскому судостроению, судоходству, деятельности портов и освоению океана и шельфа, Санкт-Петербург | www.nevainter.com

сентябрь

Полимеры и композиты — выставка Беларусь, Минск | polymerexpo.by

ноябрь

AMTEXPO-2025 — форум-выставка новых материалов и технологий, Москва | amtexpo.ru

Российский промышленник — международный форум-выставка, Санкт-Петербург | promexpo.expoforum.ru

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



КОМПОЗИТ-ЭКСПО

Семнадцатая международная специализированная выставка

25 - 27 марта 2025

Россия, Москва, ЦВК «Экспоцентр»,
павильоны 1 (1, 2 этажи) и 5



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



выставка
участник
системы



независимый
выставочный
аудит

Параллельно проводится выставка:



ПОЛИУРЕТАНЭКС

Шестнадцатая международная специализированная выставка
www.polyurethanexs.ru



Информационная поддержка:



Дирекция:

Выставочная Компания «Мир-Экспо»
Россия, Москва, Варшавское шоссе, дом 118, корпус 11, офис 38 (8 этаж)
Тел.: 8 495 988-1620
E-mail: info@composite-expo.ru | Сайт: www.composite-expo.ru

Организатор:



youtube.com/user/compoexporus



[@compo](https://t.me/compo)



[@compoexporus](https://twitter.com/compoexporus)



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



КОНКУРЕНТ



VITRULAN

Все нити
пропитаны
смолой

Увеличен
физ.мех

Требуется
меньше
слоёв