

КОМПОЗИТНЫЙ МИР

ISSN 2222-5439

#2 (107)
2024



«Композитная долина» — драйвер инноваций



CARVO CARVO
КОМПОЗИТНЫЙ СУПЕРМАРКЕТ

Система материалов для изготовления легких трехслойных панелей и конструкций

Угле- и стеклопрепреги различной плотности и плетения для вакуумирования, термокомпрессии и автоклава

Углеткани:
равнопрочные 100,160,200 г/м²
плотные T700+
мультиаксиальные: 100,160,200 г/м²
однонаправленные безуточные ленты

Конструкционные стеклоткани AERO:
50,80,100,160,200 г/м²

Легкие конструкционные пенопласты:
PVC AIREX[®], PMI CASCELL[®], PET CP[®]

Арамидные соты aerospace/commercial grade:
29,48,80 кг/м³

Lantor Soric[®] и Coremat[®]

Эпоксидные смолы:
L+GL2
L+EPH161
L+L
LR285+LH285
LR285+LH287

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





Решаем проблему кадрового дефицита. Опыт кафедры НКМ

Прошёл ровно год, как я работаю преподавателем на кафедре наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов СПбГУПТД. С тех пор как в 2002 году я закончила эту кафедру многое изменилось. Если в наши годы большую часть технологий производства изделий из композитных материалов мы изучали, что называется «в теории», то сейчас студенты имеют возможность работать на качественном сырье и с использованием самых современных материалов. Лабораторные, практические и научно-исследовательские работы занимают весомую часть в учебном процессе. Обеспечивать потребности кафедры в сырье и вспомогательных материалах для образовательных проектов, мастер-классов и учебного процесса помогают ведущие компании отрасли: ХимСнаб Композит, Карбон Студио, Аттика, Юматекс и другие.

Сегодня кафедра, как никогда, ориентирована на сотрудничество с отраслевыми профильными предприятиями, большинство НИОКРов и студенческих научных работ имеют прикладной характер. Студенты посещают с экскурсиями и проходят практику на таких предприятиях, как НПО Стеклопластик, НПК Композит, Средне-невский судостроительный завод, Элерон, НПО Спецматериалов, Аттика, ЦНИИ КМ Прометей, Специальный технологический центр, Росизолит и др. Преподаватели и студенты кафедры принимают участие в практических стажировках и мастер-классах с ведущими специалистами в своих областях. Курсы лекций по специальным дисциплинам читают преподаватели, имеющие большой опыт работы на производственных предприятиях.

Важную часть в учебном процессе мы отводим посещению отраслевых выставок и конференций. В этом году делегации кафедры посетили выставку Композит-Экспо, форум-выставку новых материалов и технологий АТМЕХРО, Российский промышленник, Technotextil и др. Это позволяет нам лучше чувствовать отрасль, понимать тенденции ее развития и потребности, чтобы в конечном итоге учитывать это при корректировке учебного плана.

Призываем компании отрасли к более плотной работе с профильными вузами и отдельными кафедрами. Ведь только сообща мы сможем вырастить новое поколение инженеров-технологов, которые будут обладать необходимыми научными знаниями, широким кругозором и практическим опытом работы с современными материалами!

Читайте с пользой!

*С уважением, Ольга Gladunova,
ассистент кафедры НКМ*



Научно-популярный журнал
Композитный мир
#2 (107) 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 18.06.2024

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

Научные консультанты:

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

Ольга Владимировна Асташкина — к.т.н.,
доцент кафедры Наноструктурных,
волоконных 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

Отрасль

О дивный новый... композитный мир
или что такое ИНТЦ 14

Композиты в Сириусе 16

Событие

Итоги 16-й международной
специализированной выставки
«Композит-Экспо 2024» 18

14-я композитная конференция в СПбГУПТД 24

Композиты на ПМЭФ-2024 28

Технологии

Мастер-класс по технологии
вакуумной инфузии 32



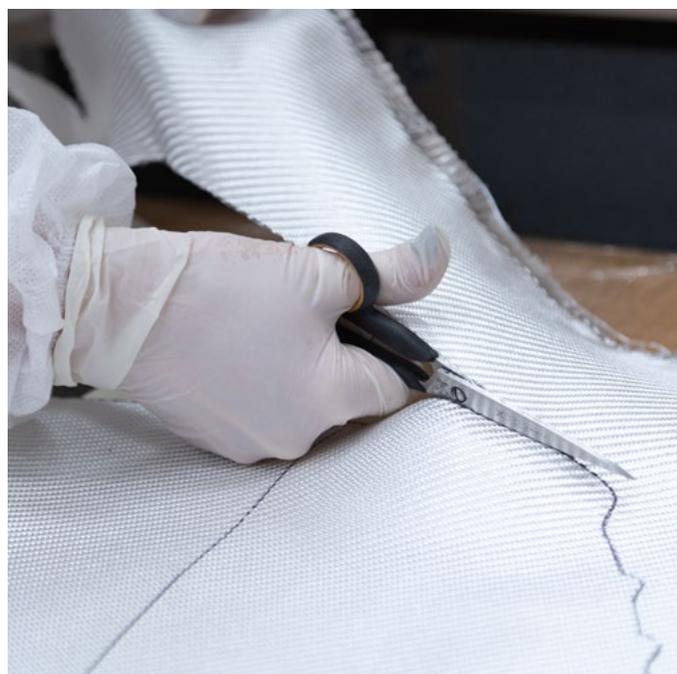


Применение

Запрос на инновационные разработки для АО «РЖД»	34
Исследования технического состояния корпусов судов из композиционных материалов в процессе эксплуатации	40
Получение водорастворимых оправок для изготовления баллонов высокого давления	46

Наука

Разработки композитов для водородных топливных элементов	50
Отраслевые мероприятия 2024	54





Цветное льняное волокно для композитов

Британская технологическая компания Hupetex получила грант от Innovate UK на разработку первого в мире технического цветного льняного волокна, которое будет применяться для производства композитных изделий для автомобилестроительной, судостроительной и других отраслей, в которых обычно используется углеродное волокно.

Материал, получивший название FlaxTex, является прочным, легким и на 100% биоразлагаемым. Его можно окрашивать и при этом параллельно улучшать его эксплуатационные характеристики, по сравнению со стандартным льняным волокном. Таким образом, по механическим свойствам FlaxTex представляют собой ближайшую замену прочным и легким материалам в композитных конструкциях, таким как стекловолокно и углеродное волокно.

Применение стандартного льняного волокна ограничено из-за его высокого влагопоглощения, что приводит к снижению структурной целостности при использовании в композитных конструкциях. Кроме того, естественный коричневый цвет льна был признан непривлекательным для использования в некоторых отраслях.

FlaxTex решает эти проблемы, удаляя влагу в процессе окрашивания и герметизируя волокна, что делает их водонепроницаемыми и обеспечивает их основные механические свойства. Запатентованная технология нанопигментов Hupetex позволяет окрашивать волокна в различные цвета, придавая материалу эстетическое качество. Данный процесс окрашивания также приводит к повышению прочности волокон и их эксплуатационных характеристик при одновременном снижении требований к постобработке и общего энергопотребления.

jecomposites.com

Китай поднимает каменный флаг на обратной стороне Луны

Китайская миссия «Чаньэ-6» ознаменовала новый этап в освоении Луны, установив национальный флаг на обратной стороне Луны. Этот флаг, хотя и небольшой, является знаковым по нескольким параметрам.



Имея размеры 300 мм на 200 мм, что соответствует размеру листа бумаги формата А4, и вес всего 11,3 г, он представляет собой значительный технологический прогресс благодаря своему основному материалу — лунному базальту.

Выбор базальта — вулканической породы, которая в изобилии встречается как на Луне, так и на Земле, — соответствует принципу использования *in situ*. Этот подход направлен на использование ресурсов, имеющихся на месте, а не на транспортировку материалов с Земли, что позволяет согласовать эту миссию с целями устойчивого освоения космоса.

Цао Жэньян, профессор Уханьского текстильного университета и член команды разработчиков флага, объяснил, что идея возникла после анализа образцов, привезенных миссией «Чаньэ-5», который показал, что основным компонентом лунного грунта является базальт.

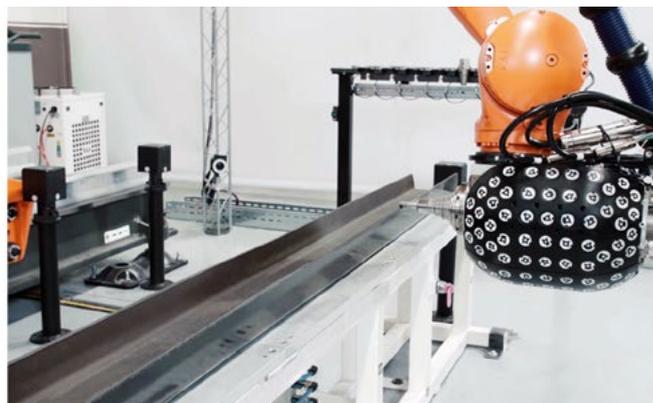
Превращение базальта в флаг, способный выдержать экстремальные условия лунной поверхности, было настоящим вызовом. Базальт — гладкое и хрупкое неорганическое волокно, поэтому его трудно прясть и сохранять его цвета. Ван Юньли, профессор Уханьского текстильного университета, объяснил, что в процессе печати и окрашивания использовались специальные технологии, позволяющие адаптироваться к лунным условиям и космическим полетам.

Производство флага началось со сбора и смешивания базальтовых пород. Эти породы были измельчены до очень мелких кусочков, а затем переработаны в сверхтонкие волокна. Затем эти волокна пряли в нити, ткали, чтобы создать ткань, и, наконец, печатали. Для улучшения характеристик ткани использовались особые физические и химические методы, в результате чего композитный материал состоял в основном из базальта, составляя 62 % от общего количества. На заключительном этапе производства были выполнены лазерная резка, обрезка и пошив, в результате чего был создан окончательный вариант флага.

jecomposites.com

Олимпийские яхтсмены будут соревноваться за золото на композитных досках

Компания Sicomin, ведущий разработчик рецептур и поставщик высокоэффективных эпоксидных



смола, сообщает, что ее смолы SR1280 завоюют золотую медаль на олимпийских соревнованиях по виндсерфингу этим летом. Все виндсерферы будут соревноваться на одинаковых досках, изготовленных Cobra International с использованием высокопрочной эпоксидной системы Sicomin SR1280. Гонки будут проходить в Марселе, Франция, менее чем в 100 км от штаб-квартиры Sicomin и производственной площадки.

Официальная доска для соревнований по виндсерфингу на Олимпийских играх 2024 года имеет сэндвич-конструкцию из ПВХ, углеродного волокна и стекловолокна, которая отформована по технологии вакуумной инфузии с использованием смол Sicomin SR1280 на пенополистироловом сердечнике.

Sicomin SR1280 - это система эпоксидной смолы с низкой вязкостью, оптимизированная для быстрого смачивания армирующих волокон. Диапазон скоростей отвердителя позволил Cobra точно настроить производственный процесс и поддерживать постоянное качество каждой изготовленной доски. Смола SR1280 также имеет сертификат DNV-GL, что обеспечивает дополнительную независимую гарантию качества, производительности и стабильности продукта.

jeccomposites.com

Инновационное роботизированное решение для обработки композитов

Композитные детали из углеродного или стекловолокна становятся все более распространенными в таких отраслях, как авиация и космос, автомобилестроение, строительство и ветроэнергетика из-за их легкости и высокой прочности.

Для точной сборки композитных деталей необходимо делать вырезы и отверстия. Однако во время такой обработки образуется большое количество пыли, которая вредна для здоровья и может вызвать дерматит, конъюнктивит, а некоторые химические компоненты даже классифицируются как потенциально канцерогенные.

В настоящее время существует два способа обработки. Один из них — обработка на фрезерных станках, который обеспечивает высокую точность, но требуют значительных инвестиций. Другой метод включает в себя ручные операции, что приводит к

снижению точности и повышенному воздействию на операторов токсичной пыли, шума и вибрации.

Пыль, образующаяся в процессе обработки композитов, вредна не только для людей, но и для срока службы оборудования из-за своих абразивных и электропроводящих свойств.

Стремясь максимально ограничить это воздействие исследовательский центр Ideko разработал и протестировал в рамках проекта Fibremach новое роботизированное решение, способное обрабатывать композитные детали с требуемой точностью и с меньшими инвестициями.

Оборудование включает в себя запатентованную технологию Ideko в рабочей головке, которая позволяет всасывать 100% токсичных частиц пыли из самого инструмента, предотвращая их плавание в воздухе.

Кроме этого Ideko разработала систему искусственного зрения, которая повышает точность робота, используя различные камеры и фотограмметрические алгоритмы. Это позволяет выполнять обработку с точностью от 0,1 до 0,2 миллиметра, что в четыре раза выше по сравнению с первоначальной точностью.

Для повышения качества обрабатываемых деталей, была разработана система непрерывного мониторинга и контроля вибрации. Вибрации, возникающие во время обработки, измеряются и анализируются с помощью датчиков, встроенных в робот. При обнаружении чрезмерных вибраций, которые могут быть вызваны плохо зажатыми инструментами или изношенными инструментами, робот автоматически изменяет подачу и скорость вращения режущего инструмента, чтобы уменьшить вибрации и предотвратить повреждение заготовки.

Вся информация о процессе обработки записывается в облако. К этой информации можно обратиться для анализа того, как именно была обработана каждая деталь, и даже позволяет интегрировать функции искусственного интеллекта, которые работают с данными в облаке для оптимизации производительности.

jeccomposites.com

Перерабатываемая смола в интерьерах автомобилей

Компания Cabo Advanced Composite Materials Co., Ltd., расположенная в китайской провинции Цзянсу,



является крупным производителем автодомов на внутреннем и международном рынках. Элементы интерьера автодомов, ранее выполненные из традиционных металлических материалов, заменяют композитными материалами на базе стекловолокна, в результате чего они становятся легкими, прочными, амортизирующими, шумопоглощающими и эстетически универсальными.

Производитель композитных деталей для автодомов сотрудничает с Swancor New Materials, производителем перерабатываемой термореактивной эпоксидной инфузионной смолы EzCiclo RB511-A/BS. Данная смола, в сочетании со стекловолокном и материалом сердечника из ПВХ и легкой древесины не только повышает производительность производственного процесса, но и открывает клиентам путь к достижению низкоуглеродной экономики в соответствии с растущими экологическими требованиями.

Термореактивная эпоксидная смола EzCiclo, пригодная для вторичной переработки, решает историческую проблему переработки термореактивных композитных материалов. Когда компоненты автодомов, изготовленные из перерабатываемой термореактивной эпоксидной смолы Swancor EzCiclo, достигают конца своего срока службы, они могут быть переработаны с помощью технологии растворения CleaVER. Этот процесс превращает отходы в регенерированные волокна и олигомеры. Регенерированные волокна могут быть переработаны и использованы повторно, в конечном итоге образуя композитные материалы из стекловолокна или углеродного волокна. Весь процесс разложения и переработки является простым и низкоуглеродным, что снижает потребление сырья и способствует развитию экономики замкнутого цикла.

jecomposites.com

Компания Changguang Aerospace внесла вклад в разработку ракеты-носителя из углекомпозита

С помощью ракеты-носителя «Куайчжоу-11» Y4 Китай запустил спутник «Ухань-1» и экспериментальный спутник сверхнизкоорбитальной технологии на космодроме Цзюцюань во Внутренней Монголии. Спутники вышли на запланированную орбиту, и

миссия по запуску прошла успешно. Миссия также вывела и запустила ракеты-носители «Тяньянь-22» и «Линцюэ-3-01», которые стали 32-м полетом серии ракет-носителей «Куайчжоу».

«Куайчжоу-11» — твердотопливная ракета-носитель, полностью изготовленная из композитных материалов из углеродного волокна, со взлетной массой 78 тонн и диаметром корпуса 2,2 метра. Запуск ракеты-носителя производится при помощи мобильной пусковой установки и может быть выполнен с любого космодрома Китая. Подготовка к запуску требует только 6 человек персонала и может быть выполнена в течение 24 часов. Примечательно, что семь основных конструкций и сопло ракетного двигателя были разработаны и произведены компанией Changchun Changguang Aerospace Composite Materials Co., Ltd (Changguang Aerospace).

jecomposites.com

На мосту через реку Янцзы в Китае будут использовать самые большие в мире композитные кабели из углеродного волокна

В китайской провинции Цзянсу мост через реку Чантай и реку Янцзы претендует на звание самого большого в мире вантового моста двойного назначения, который в настоящее время находится в стадии строительства. Общая протяженность маршрута составляет 10,03 километра, он соединяет города Чанчжоу и Тайчжоу через реку Янцзы.

Самой большой изюминкой этого моста является использование самых больших в мире композитных кабелей из углеродного волокна. Кабели из углеродного волокна обладают отличными свойствами, такими как легкий вес, высокая прочность, коррозионная стойкость, усталостная прочность, низкая скорость релаксации и низкий коэффициент линейного расширения. Кабели в полной мере используют прочностные свойства углеродного волокна на растяжение и обеспечивают высокоэффективную мостовую конструкцию с легкими и долговечными характеристиками.

В последние годы кабели из углеродного волокна использовались на мосту через реку Тухай в провинции Шаньдун и на другом мосту в провинции Цзянсу.



Успешное применение кабелей из углеродного волокна на мостах является важной вехой в области гражданского строительства, открывая новые идеи для проектирования мостов.

jeccomposites.com

Москва и Пекин подписали программу сотрудничества до 2026 года

Мэр Москвы Сергей Собянин и Мэр Пекина Инь Юн подписали Программу сотрудничества между Правительством Москвы и Народным правительством Пекина на 2024–2026 годы.

Основными направлениями сотрудничества Москвы и Пекина в 2024–2026 годах станут обмен опытом и реализация совместных проектов в таких сферах, как торговля и экономическое сотрудничество, телекоммуникации и ИТ-технологии, охрана окружающей среды, социальная защита и здравоохранение, образование, культура и туризм, градостроительная политика.

По данным Федеральной таможенной службы, в 2023 году объем взаимной торговли между Россией и Китаем вырос почти на 25 процентов по сравнению с предыдущим годом и составил около 227 миллиардов долларов США. При этом доля Москвы составила более 40 процентов (свыше 90 миллиардов долларов) от общего товарооборота между двумя странами.

В прошлом году объем поставок московской несырьевой неэнергетической продукции в Китай вырос почти на треть (на 32 процента). Наибольшим спросом пользуется продукция машиностроения. На различные виды механического оборудования и техники приходится 64 процента московского промышленного экспорта в Китайскую Народную Республику.

В частности, московские компании поставляют в Пекин эксимерные лазеры, блоки обработки данных и преобразователи для атомной энергетики, реагенты для научно-исследовательских целей, полупроводниковые монокристаллические кремниевые кристаллы, а также квас, пиво и сокодержательные напитки.

Из Пекина в Москву ввозится промышленное оборудование для предприятий по выпуску медицинской техники и лекарственных препаратов, лабораторное оборудование для химического анализа, углеродное



волокно, станки для обработки полимерных материалов, комплектующие для систем видеонаблюдения и мобильной электроники, оптоволокно, геофизические электронные приборы, промышленные инфракрасные камеры.

www.mos.ru

Испытано крыло, на котором Конюхов отправится к Северному полюсу

Сотрудники Международного центра путешествий Ф.Ф. Конюхова совместно со специалистами Передовой инженерной школы (ПИШ) «Цифровой инжиниринг» Санкт-Петербургского политехнического университета успешно провели испытания модернизированного двухместного паралёта, на котором Федор Конюхов вместе с напарником в июле этого года планирует совершить полет от архипелага Земля Франца-Иосифа до точки географического Северного полюса. Специально доработанный под эту задачу летательный аппарат совершил несколько кругов вокруг аэродрома Кречевицы в Новгороде и благополучно приземлился.

После приземления пилоты отметили, что благодаря обтекателю улучшилась аэродинамика паралёта, снизилось сопротивление воздуха. Также повысилась скорость, а топливные баки увеличили дальность полета.

Путешественники намерены установить новый мировой рекорд по дальности полета на двухместном паралёте в высоких широтах Арктики. От Земли Франца Иосифа, куда их доставит ледокол «50 лет Победы», им предстоит по воздуху преодолеть более 900 км и приземлиться на льдину. На ней участники экспедиции развернут одиночную дрейфующую полярную станцию и проживут несколько недель, занимаясь в том числе научной деятельностью. Длительность полета будет сильно зависеть от погодных условий и может составить от восьми до 14 часов.

Петербургские инженеры взяли за основу серийный двухместный паралет одного из российских производителей. Однако так как экспедиция будет проводиться на Крайнем Севере, возникла необходимость защитить пилотов от встречного холодного ветра, вызывающего выхолаживание. Для этого совместно с



производителем углеродного волокна был разработан специальный композитный обтекатель, повышающий комфорт экипажа и аэродинамические характеристики паралёта. В качестве материала использовали легкий и прочный многослойный углепластик. Общий вес обтекателя составил 23 кг. Его установка также дала дополнительное место для размещения грузов.

Для увеличения дальности полета разработчики установили на паралёт два дополнительных композитных топливных бака объемом 72 л каждый, их сделали обтекаемыми и интегрировали в конструкцию. Благодаря материалу из углепластика вес одной емкости составил всего 2 кг. Производители парапланов проявили интерес к этой оптимизации. Возможно, в будущем такие баки появятся и на серийных летательных аппаратах.

Инженеры также увеличили общую жесткость кабины паралёта. В случае экстренной посадки она должна лучше защитить экипаж от травм. После доработки общий вес аппарата составил порядка 150 кг. А взлетный вес всей конструкции с полным багажом и пилотами достигнет 500 кг.

iz.ru

Нефть из пластиковых отходов

В России образуется от 3,5 до 8,5 миллионов тонн пластикового мусора в год, причем ожидается, что к 2025 году это количество удвоится. Из них вторично перерабатывается только 5-12%, потому что процесс остается низкорентабельным, а первичное сырье остается легкодоступным.

Существует несколько методов переработки отходов. Механический — дробление пластикового мусора на мелкие гранулы, биологический — компостирование, химический — разрушение отходов с помощью управляемых реакций и термический — сжигание бытового мусора. Сегодня, когда экономика подходит к производству замкнутого цикла, возникает потребность в новых технологиях, которые можно внедрить в существующие промышленные цепочки

Ученые ПНИПУ разработали установку из отечественных комплектующих, с помощью которой можно экологичным способом получать различные виды топлива из пластиковых отходов. Технология позволит легко извлекать продукт, с которым про-



изводства уже умеют работать.

Разработка предназначена для глубокой переработки отходов с помощью универсального растворителя — воды в состоянии флюида. Комплекты проектируются на основе базовой технологической схемы и могут быть адаптированы под задачи заказчика, учитывая вид и состав сырья, требуемую мощность и необходимую глубину переработки.

— В обычном состоянии вода не обладает достаточными свойствами для разложения пластика. Однако это можно изменить. Мы поместили воду в замкнутую систему, нагрели до 373 градусов Цельсия и сжали под давлением выше 217 атмосфер. Так вещество достигло критической точки и перешло в состояние флюида, одновременно оставаясь жидкостью и газом. Это позволяет разрушать самые сложные химические цепочки промышленных отходов и при этом не дает им склеиваться обратно, создавая еще более сложные отходы. Вода становится не только одним из самых эффективных растворителей, но и самым экологически чистым, — говорит аспирант-ассистент кафедры автоматизации и телемеханики, резидент Бизнес-инкубатора «Динамика роста» ПНИПУ Глеб Иванов.

Уникальность решения заключается в том, что для работы не требуется предварительная сортировка и очистка сырья, при переработке получается сразу готовый товар.

— Существующие технологии переработки пластика, например, за счет горения, позволяют получать очищенные вторичные гранулы, в то время как результат нашего решения — исходный нефтепродукт, который может быть использован для производства топлива. Предлагаемое решение разделяет сложные отходы на простые составляющие, для них не требуется отдельный рынок сбыта, как в случае со вторичным сырьем. На выходе получают различные виды топлива: бензин, керосин, дизель, суммарно до 85% от общего объема исходного сырья. Все, что не смогут переработать другие, сможем мы, — подводит итог научный руководитель проекта, главный технолог «НЭП-Пермь» Олег Иванов.

Разработка ученых Пермского Политеха способна перерабатывать более ста видов промышленных отходов, тогда как аналогичные решения специализируются только на 5-10 однотипных

pstu.ru

Российский рынок композитов показал рост

Инфраструктурный центр (НТИ по направлению «Технет» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (ИЦ «Технет» СПбПУ) провел исследование рынка новых материалов, анализ основных технологических трендов и барьеров развития рынка новых материалов, а также обзор нормативно-правового регулирования отрасли.

Объем мирового рынка новых материалов, в соответствии со средней оценкой аналитических и консалтинговых агентств, в 2023 году составил 72 миллиардов долларов, что превосходит аналогичный показатель 2022 года примерно на семь процентов. К 2032 году, по прогнозам экспертов, рынок должен достичь показателя более 131 миллиардов долларов. Лидирующим регионом на рынке новых материалов, по оценке аналитического агентства Precedence Research, стала Северная Америка с долей свыше 38 процентов на конец 2023 года. Второе и третье место занимают Азиатско-Тихоокеанский и Европейский регионы с долями 29 и 21 процент соответственно.

Мировой рынок передовых композитов, также входящих в структуру рынка новых материалов, по итогам 2023 года оценивается в размере 40 миллиардов долларов, что превышает аналогичный показатель 2022 года на девять процентов. А объем рынка термопластичных композиционных материалов, преимущественно применяемых в автомобилестроении, авиастроении, двигателестроении и при создании ракетно-космической техники, постепенно увеличивается с 2019 года и в 2023 году составил 27 млрд долл. К 2030 году ожидается увеличение показателя до 49 миллиардов долларов.

По данным аналитических исследований, по итогам 2023 года объем российского рынка композитов составил более 110 миллиардов рублей, темпы роста рынка оставляют 10–15 процентов в год.

Полный текст экспертно-аналитического доклада «Перспективы и сценарии развития новых материалов в рамках направления «Технет» НТИ в 2023 году» будет опубликован в открытом доступе на официальном сайте Инфраструктурного центра «Технет» СПбПУ 30 июня 2024 года и представлен 4–5 июля 2024 года в Передовой инженерной школе СПбПУ «Цифровой инжиниринг» в рамках второй научно-практической конференции «Применение термопластичных композиционных материалов в промышленности».

naked-science.ru

Дагестан и Узбекистан запускают совместное производство стекловолокна

Российско-узбекское предприятие ООО «ASADBEK GLASS FIBER» будет действовать на территории Узбекистана в партнерстве с дагестанским предприятием ООО «Каспийский завод стекловолокна». Планируется адаптировать существующий проект производства



1.5-стадийного текстильного стекловолокна в соответствии с требованиями и технологиями производства, соответствующими стандартам ГОСТ России.

Основное сырье, стеклошарики марки ШСЕ-9, будет поставляться российским производителем ООО «Каспий Гласс», входящим в группу компаний «Каспий Композит» из города Дагестанские Огни.

Группа компаний «Каспий Композит» уже обеспечила специализированную технику для запуска производства стеклянных тканей и строительных сеток на стеклянной нити. В настоящее время происходит монтаж и запуск производства.

dagpravda.ru

Стойкость органопластиков к воздействию факторов природной среды

В авиационной технике широко используются органопластики — полимерные композиционные материалы, армированные арамидными волокнами. Основными преимуществами органопластиков являются низкая плотность, высокие прочность и выносливость, стойкость к механическому удару и эрозии. Эти материалы применяются в легких обшивках планера и лопастей вертолетов, защитных экранях и других деталях.

Основным недостатком арамидных органопластиков по сравнению с другими композитами, армированными стеклянными и углеродными волокнами, традиционно считалась пониженная стойкость к поглощению влаги — при том, что влагостойкость материала имеет



решающее значение при эксплуатации техники в теплом влажном климате и в морских условиях.

Ученые НИЦ «Курчатовский институт» — ВИАМ исследовали старение термопластиков в различных климатических зонах: в холодном (г. Якутск), теплом влажном (г. Сочи) и умеренно-теплом климате (г. Геленджик). Дополнительно проводились лабораторные испытания на водопоглощение, тепловлажностное старение и тропическую стойкость.

Результаты исследований показали, что термопластики на основе отечественных органических волокон и связующих демонстрируют высокую климатическую стойкость при экспонировании в различных климатических зонах и по своим показателям не уступают свойствам аналогичных материалов зарубежных производителей.

viam.ru

Применение термопластичных композиционных материалов в промышленности

4–5 июля 2024 года в Передовой инженерной школе «Цифровой инжиниринг» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого состоится вторая научно-практическая конференция «Применение термопластичных композиционных материалов в промышленности». Соорганизаторами мероприятия выступят Композитный Дивизион Госкорпорации «Росатом» и компания ООО «Би Питрон СП», осуществляющая поставку и внедрение под ключ систем PDM/CAD/CAE/CAM лучших мировых производителей программного обеспечения.

Конференция «Применение термопластичных композиционных материалов в промышленности» в очередной раз станет авторитетной площадкой для взаимодействия и организации конструктивных дискуссий разработчиков термопластичных материалов, технологий и специализированного программного обеспечения, производителей оборудования по изготовлению изделий из термопластичных композиционных материалов, а также предприятий-изготовителей изделий с целью знакомства с результатами достижений и передовым опытом, обмена знаниями, выявления новых областей применения термопластичных материалов.

В мероприятии, посвященном технологической повестке и глобальным тенденциям в области термопластичных композиционных материалов в России, примут участие представители ведущих российских предприятий, среди которых АО «Юматекс», АО «Препрег-СКМ», АО «НИИГрафит», АО «ОДК», АО «ОНПП «Технология» им. А.Г. Ромашина, АО «РКЦ «Прогресс», АО «Композит», АО «Институт пластмасс им. Г.С. Петрова», НИЦ «Курчатовский институт» – ЦНИИ КМ «Прометей» и другие организации, а также представители ведущих университетов и инжиниринговых компаний.

В ходе дискуссии ведущие эксперты обсудят специфику производства термопластичных композици-

онных материалов в России, ключевые тренды и технологии изготовления изделий из термопластичных полимерных материалов, стратегии развития отрасли и внедрения новых технологий на территории Российской Федерации, а также особенности подготовки высококвалифицированных кадров. Ведущие специалисты представят образцы термопластичных материалов и препрегов, изделий и технологического оборудования.

pish.spbstu.ru

Стартовал сбор заявок на конкурс AMTEXPO AWARDS-2024 за достижения в области разработки и внедрения новых материалов

В рамках форума-выставки новых материалов и технологий AMTEXPO-2024 объявлен второй конкурс AMTEXPO AWARDS за достижения в области новых материалов и технологий. Заявки на него принимаются с 20 марта по 30 сентября 2024 года.

Форум-выставка AMTEXPO пройдет 19-21 ноября 2024 года в Москве в технопарке «Сколково» при поддержке Министерства промышленности и торговли Российской Федерации. Оператор – компания «АТОМЭКСПО».

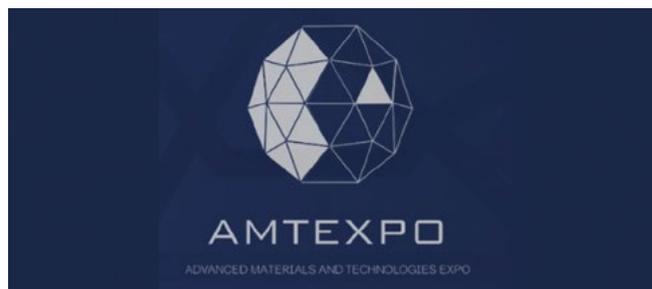
Заявки участников оцениваются в трех номинациях:

- Научные разработки в области новых материалов и технологий,
- Импортозамещение в области новых материалов и технологий,
- Уникальные проекты в области новых материалов и технологий.

Принять участие в конкурсе могут все компании и научно-исследовательские центры в области новых материалов и технологий. Основные критерии отбора заявок: Вклад в развитие технологий, продуктов и решений в области новых материалов и технологий; Инновационный подход; Экологичные решения; Экономическая эффективность.

Жюри выберет 3 победителей в заявленных номинациях, которые будут объявлены на церемонии вручения AMTEXPO AWARDS в ходе пленарного заседания «Новые материалы и технологии, как основа технологического суверенитета» форума-выставки 19 ноября 2024 года. Победителям будут вручены памятные грамоты и кубки.

www.amtexpo.ru



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

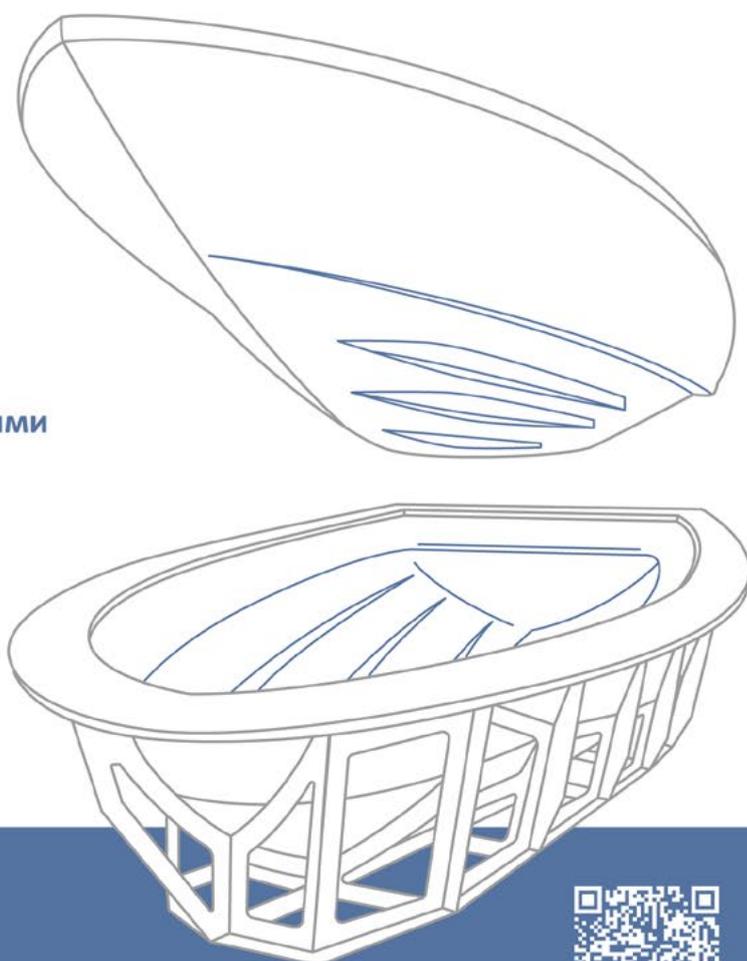
Локализация серийного производства на территории РФ

Долгосрочные контракты с производителями из дружественных стран

Разработка и поставка нестандартных продуктов

Сквозное техническое сопровождение проектов

Собственный тренинг центр



+7 499-281-66-37

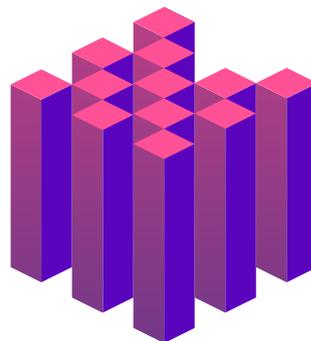
www.cp-vm.ru | info@cp-vm.ru



О ДИВНЫЙ НОВЫЙ... КОМПОЗИТНЫЙ МИР

или что такое ИНТЦ

КОМПОЗИТНАЯ ДОЛИНА



За прошедшее десятилетие уровень цифровизации и инновационного развития России стал несопоставимо высоким по сравнению с другими странами. Новые технологии «поселились» во всех сферах экономики — финансовой сфере, в сфере государственных услуг, различных сегментов бизнеса и даже в благотворительном секторе. Меры поддержки, программы по внедрению и развитию инноваций, «бум» на найм IT-специалистов — лишь малая часть того, что было сделано для развития инноваций. Но все эти меры были удачно объединены в одну новую и большую инициативу — создание специальных центров инноваций — ИНТЦ. Инновационные научно-технологические центры стали своего рода «колыбелью» инноваций: под одной крышей объединяются инновационные проекты, которые создают внутри центра собственную экосистему, занимаются научными разработками, организуют стажировки и карьерные программы, проводят мероприятия, и таким образом вместе строят отечественные «силиконовые долины». Именно о такой долине, работающей в сфере композитов, и пойдет речь.

Для начала: кто, как и зачем создает ИНТЦ?

ИНТЦ создаются в соответствии с федеральным законом «Об инновационных научно-технологических центрах и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 29.07.2017 N 216-ФЗ на базе университетов и научно-исследовательских центров.

Цель создания центров — реализация приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации, повышение инвестиционной привлекательности сферы исследований и разработок, коммерциализация их результатов, расширение доступа граждан и юридических лиц к участию в перспективных, коммерчески привлекательных научных и научно-технических проектах. Важно отметить, что ИНТЦ — это территория с особым правовым статусом, предоставляющая участникам проекта — резидентам — налоговые льготы и преференции, с фокусом на создание «конвейера инноваций» по различным научно-технологическим направлениям. На сегодняшний день в России действуют 14 центров. Все они находятся в разных регионах, а их резиденты развиваются по разным направлениям научно-технологической деятельности. Например, «Композитная долина», расположенная в Туле, фокусируется на ускоренном развитии рынка композитных материалов и импортозамещающего производства продуктов мало- и среднетоннажной химии.

Что такое «Композитная долина»?

Тульская «Композитная долина» специализируется на следующих направлениях научно-технологической деятельности:

- многофункциональные материалы, химические компоненты и технологии их производства;
- моделирование, конструирование и производство изделий из композиционных материалов;
- новые экологоориентированные технологии закрытого цикла для малотоннажных химических производств;
- каталитические материалы и технологии производства химической продукции для аграрной и нефтехимической отраслей.

ИНТЦ «Композитная долина» призвана способствовать развитию инновационных проектов и созданию востребованных технологий через использование компетенций ведущих ученых и предпринимательского сообщества, организации исследований и разработок на базе современной научно-технологической инфраструктуры.

В рамках первого этапа создания инфраструктуры ИНТЦ «Композитная долина» в г. Туле будет построен Научно-исследовательский кластер (далее — Кластер) общей площадью 35700 м², предназначенный для размещения малых и средних инновационных компаний, R&D центров производственных компаний, осуществляющих научно-технологическую деятельность и заинтересованных в реализации

Более подробную информацию вы можете узнать на официальных сайтах проекта:
комполитнаядолина.рф
ac-vo.ru/tularesidents





КОМПОЗИТНАЯ
ДОЛИНА

В состав Кластера войдут:

1. Здание технопарка общей площадью 9000 м²
2. Здание лабораторного корпуса общей площадью 22400 м²
3. Здание общежития гостиничного типа общей площадью 4300 м²



научно-технического или инновационного проекта на современной площадке с особым правовым режимом.

А самое главное — какие льготы?

ИНТЦ, будучи территорией с особым правовым статусом, предоставляет резидентам ряд финансовых преференций:

- НДС — **0%***;
- Налог на прибыль — **0%***;
- Налог на имущество — **0%***;
- Земельный налог — освобождение в отношении земельных участков ИНТЦ;
- Страховые взносы — **15%***;
- Таможенные преференции — услуги таможенного представителя, возмещение затрат на уплату таможенных платежей, возмещение НДС в виде субсидий**;
- Привлечение иностранных сотрудников — привлечение иностранных специалистов и членов их семей без учёта квот и без необходимости получения разрешений.

Кто может стать резидентом «Композитной долины»?

Участниками проекта могут стать технологические МСП, стартапы, дочерние общества корпораций, осуществляющие научно-технологическую деятельность

* в течение 10 лет со дня получения статуса резидента для компаний с выручкой до 1 млрд руб. и прибылью до 300 млн руб. в год.

** на уплату таможенных пошлин и НДС в отношении товаров (за исключением подакцизных товаров), ввозимых в РФ для использования при строительстве, оборудовании, техническом оснащении, а также в отношении товаров (химических, физических, биологических реактивов, реагентов и иных веществ, препаратов, предназначенных для научно-исследовательских и (или) лабораторных работ), ввозимых для осуществления образовательной и (или) научно-технологической деятельности.

по направлениям ИНТЦ «Композитная долина», имеющие инновационный проект и заинтересованные в его реализации на современной площадке с особым правовым режимом. Сегодня уже 10 компаний стали резидентами, а более 20 проектов компаний в процессе прохождения экспертизы.



Одним из способов стать участником проекта является сотрудничество с ООО «Акселератор Возможностей» — лидером в области корпоративных инноваций. Почему именно с «Акселератором»? Потому что компания уже 3 года является оператором научно-технологической деятельности ИНТЦ МГУ «Воробьевы горы», а в этом году стала оператором инновационной деятельности ИНТЦ «Аэрокосмическая инновационная долина» в Рязани и ИНТЦ «Квантовая долина» в Нижнем Новгороде. За годы работы компания провела более 70 технологических мероприятий: хакатонов, акселерационных и инвестиционных программ, митапов, школ инноваций и дней карьеры. В прошлом году «Акселератор» вошел в рейтинг топ-5 крупнейших операторов инновационных программ по версии DSight. **КМ**

Чтобы подать заявку на получение статуса резидента, вы можете написать на электронную почту rogov@ac-vo.ru, или позвонить по телефону: +7 (499) 113-20-23. Вам подробно расскажут о процедуре, проведут предварительную экспертизу на соответствие требованиям к резидентам и помогут подготовиться к подаче документов.



Композиты в Сириусе

С 1 по 24 июля в Образовательном центре «Сириус» в 9 раз стартует Всероссийский конкурс научно-технологических проектов «Большие вызовы»



Презентация проекта 2023 год

Цель конкурса — выявление и развитие у молодежи творческих способностей, интереса к проектной, научной (научно-исследовательской), инженерно-технической, изобретательской и творческой деятельности, популяризация научных знаний и достижений.

В конкурсе принимают участие ученики школ и учреждений среднего профессионального образования уровня 7–11 классов из Российской Федерации и стран СНГ.

В прошлом году школьники под руководством наставников из СПбГУПТД занимались разработкой трехслойного сэндвич-композиата, состоящего из несущих слоев из стекло- и углеткани и облегченного внутреннего слоя из эпоксидного связующего, наполненного полыми стеклянными микросферами.

В этом году проект команды из СПбГУПТД будет связан с изучением структуры различных углеродных наночастиц и их влияния на свойства эпоксикомпозитов.

Школьники под руководством кураторов проекта будут изучать фуллерены, графены и нанотрубки, подбирать концентрации и способы введения на-

Команда проекта



Наталья Сергеевна Лукичева
старший преподаватель
кафедры НВКМ



Марценюк Вадим Владимирович
старший преподаватель
кафедры НВКМ



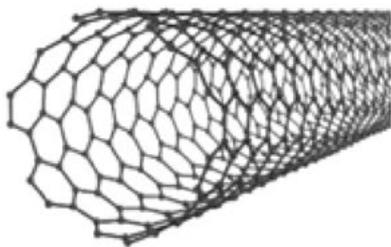
Гладунова Ольга Игоревна
ассистент
кафедры НВКМ

наночастиц в эпоксидное связующее. Анализировать влияние наночастиц на кинетику отверждения эпоксидной смолы и тиксотропные свойства связующего. Команда будет изучать хемостойкость эпоксикомпозитов с различными концентрациями наночастиц, ударную прочность, электро- и теплопроводность. Кроме этого предстоит выяснить, как влияют находящиеся с эпоксидным связующем

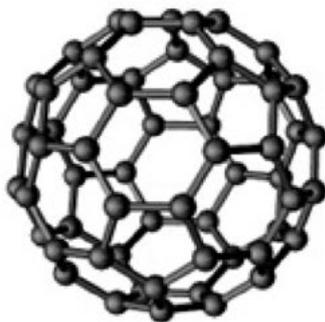
наночастицы на смачиваемость и адгезию углеродных, стеклянных, арамидных и СВМПЭ волокон к эпоксидному связующему.

Отдельная благодарность компаниям-партнерам, которые поддерживают кафедру НВКМ во всех начинаниях, предоставляют сырье и необходимые вспомогательные материалы для мастер-классов и образовательных проектов. **КМ**

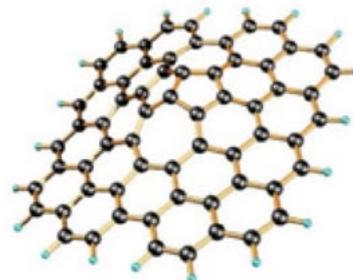
Сырье и вспомогательные материалы



углеродные нанотрубки



фуллерены



графены



composite-expo.ru



Итоги 16-й международной специализированной выставки «Композит-Экспо 2024»

В ходе исследования, проведенного NeoAnalytics на тему «Российский рынок композитных материалов: итоги 2023 г., прогноз до 2027 г.», выяснилось, что по итогам 2023 г. объем российского рынка композитов составляет более 110 млрд. руб., годовые темпы роста оцениваются в районе 10-15%. Необходимо отметить, что за период 2017-2023 гг. объем рынка вырос в более чем два раза. Для сравнения в 2017 г. объем рынка составлял в половину меньше.

В России наиболее применимым является композитные материалы на основе стекловолокна, их доля в структуре рынка составляет более 90%. В свою очередь, объем рынка стекловолокна по итогам 2023 г. составил около 240 тыс. тонн, и увеличился на 10,2% по сравнению с аналогичным показателем прошлого года.

Композиционные материалы приобретают все большее значение в авиационной, строительной, энергетической и других секторах промышленности как основные конструкционные и функциональные материалы.

С 26 по 28 марта 2024 года в ЦВК «Экспоцентр» прошла 16-я международная специализированная выставка композитных материалов, оборудования и изделия из композитов «Композит-Экспо», которая является традиционным ежегодным местом встречи российских и иностранных специалистов различных отраслей промышленности, производителей, поставщиков и потребителей композитных материалов, технологий и оборудования для производства изделий, местом подведения итогов развития за прошедший год и обсуждения перспектив, а также источником новой информации, без которой дальнейший прогресс был бы затруднительным.

За время работы выставки специалисты провели множество переговоров с возможными заказчиками, установили новые деловые контакты и обсудили новые проекты с представителями различных отраслей. Стоит отметить, что с каждым годом результативность специализированных выставок растёт.

В 2024 году по количеству занимаемых площадей выставка «Композит-Экспо» выросла на 50%, по сравнению с прошлым годом, и составила более 10000 кв.м. В выставке приняли участие 180 ключевых российских и зарубежных производителей сырья и оборудования для производства композитов из России, Республики Беларусь, Турции, Китая, ОАЭ и Исламской Республики Иран.

Среди постоянных экспонентов выставки такие компании как, Анизопринт Рус, АКПА Органик, Вита-Реактив, ВИТРУЛАН Текстильглас, Вольна, Курчатовский институт НИЦ, ФГУП ЦНИИ конструкционных материалов Прометей, ЕТС группа компаний, ДУГА-ЛАК, Вист Композит, Банг и Бонсомер, ЭПИТАЛ ЭНПЦ АО, Карбон Студио, БауТекс, П-Д Татнефть-Алабуга Стекловолокно, ИМПРИНТА, ИТЕКМА, Электроизолит, Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов, Институт пластмасс имени Г.С. Петрова АО, Комбинат Каменский, КАРБОНТЕКС, НИАГАРА, НЕО Кемикал, БМП Технолоджи, Мелитэк, МегаПласт, Композит, Группа компаний, Нева Технолоджи, Татнефть-Пресскомпозит, Полимерпром, ПОЛИПАРК, Полоцк-Стекловолокно, Гласстекс, Радуга Синтез, Ревада-Нева, Рускемикалс Групп, Пеленг, СИБУР,





Тоталзед, Ф2 Инновации, Композитный дивизион ГК «Росатом» и другие.

Впервые в выставке приняли участие: 13ФРЕЗ, Авиационные лакокрасочные технологии, Аттика, Артек Брейдинг, Бикор Сотовые Материалы, Би Питрон СП, Волгахим, Ейскполимер, Инвест-Станко, ИНДЛАК Торговый дом, Космические системы и технологии, Компания Spectra aircraft, Композит Изделия, Композит Полимер, Курский завод композитных материалов, ЛОКУС, Машина-ТСТ, Органика, Робилайн, Спектр Хим, СТАНКИ.РУ, Термо Техно Инжиниринг, Технокомплекс-ДВ, Технологии Углеродных Волокон КНР (ССФТ), ТРИ-Д, Тоталзед, УНИИКМ, УНИХИМТЕК, Харбинская экспортно-импортная компания Урал, Шаньюская компания по производству стеклянных волокон Янь Ху, ЮМАК и др. Полный список участников выставки - далее на данной странице.

Новые материалы и технологии на Композит-Экспо

АО «Русатом Стекловолокно» — ведущий производитель непрерывного стекловолокна, тканей и готовых изделий на их основе на российском рынке, представил на объединённом стенде прямые стекловолокна, рубленые нити и стеклоткани технические и различного назначения.

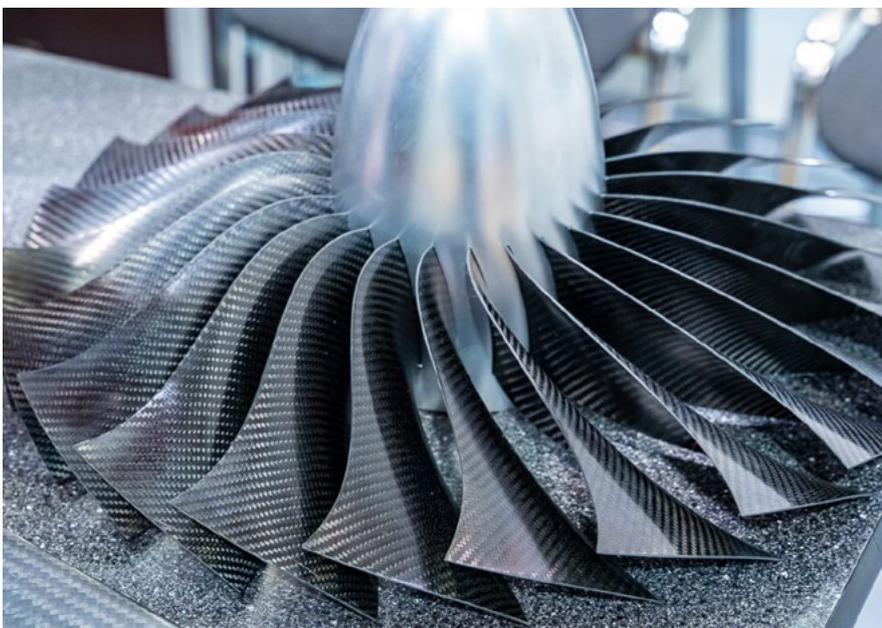
Компания Композит-Изделия — Российский производитель и поставщик основных и вспомогательных

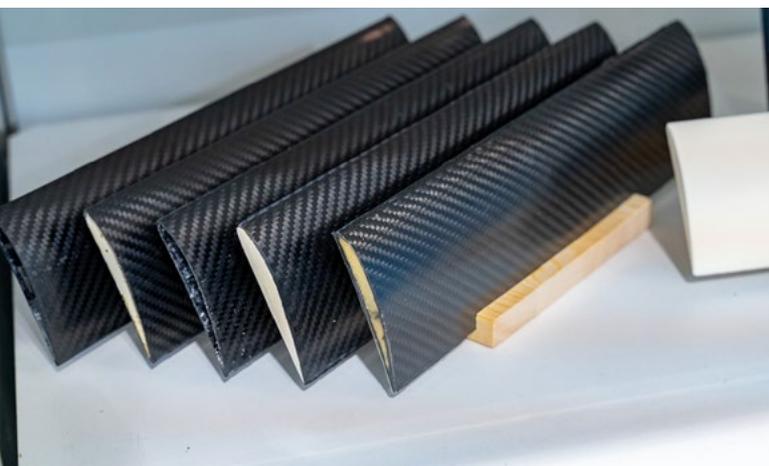
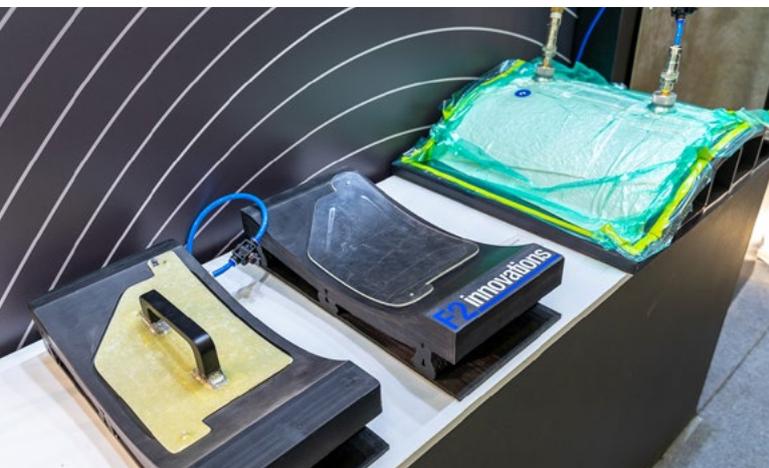
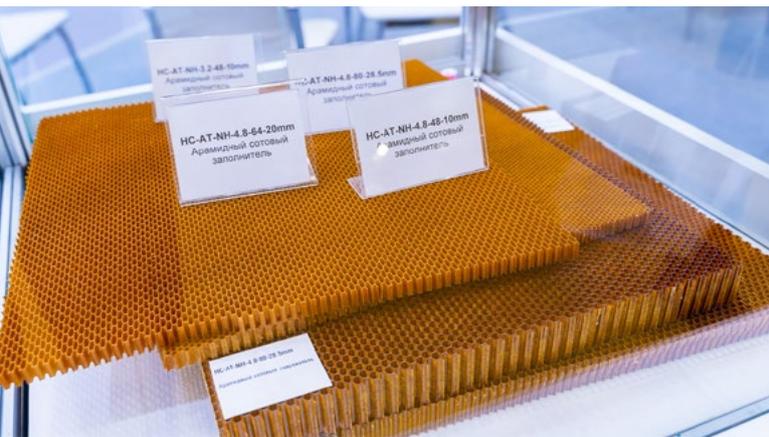
материалов для изготовления изделий из полимерных композиционных материалов, помимо разработки, производства и поставки вспомогательных материалов для вакуумной инфузии, автоклавного и без-автоклавного формования препрегов, представила на выставке углеродные и стеклоткани, модельный пластик, конструкционные пенопласты и связующие для различных типов технологических процессов.

Компания Аттика, работающая на рынке химического сырья более 20 лет и являющаяся производителем полимерных смол в России, представила на своём стенде акриловые, алкидные и полиэфирные смолы для ЛКМ и композитных материалов. Смолы являются связующими компонентами для производства лакокрасочных материалов различного назначения, для грунтов и грунт-эмалей, также для производства композитных изделий.

На выставке Композит-Экспо Компания Ейскполимер, специализирующаяся на производстве оборудования, представила на своём стенде автоматическую смешительно-дозировочную машину непрерывного действия, пневматическую установку напыления гелькоута и установку нанесения рубленого стекловолокна со смолой и катализатором.

Компания 13ФРЕЗ, предлагающая весь спектр услуг в области механической обработки черных и цветных металлов, композитных материалов, а так же комплексных оснасток для производства композитных материалов методом пултрузии, представила на





своем стенда широкий спектр фильер, формовочные пластины, зажимы и корпуса нагревательных ТЭНов.

Компания Би Питрон СП, специализирующаяся на проектировании и изготовлении специального оборудования для автоматизации производства изделий из полимерных композиционных материалов, представила на своем стенде установки пропитки, автоматизированной выкладки и резки препрегов, установки AFP для автоматизированной выкладки и намотки лент препрега, роботизированные ячейки.

На выставке Композит-Экспо Компания ИНДЛАК — российский лидер рынка аддитивов и полиэфирных пигментных концентратов, представила продукты для лакокрасочной и смежных отраслей промышленности. Абсолютное большинство материалов не имеет российских аналогов и отвечает самым высоким требованиям, предъявляемым производителями современных лакокрасочных материалов.

Компания ИМПРИНТА, специализирующаяся на развитии аддитивных технологий в России и являющаяся производителем оборудования, материалов и программного обеспечения для 3D-печати с собственной сервисной, технической и пусконаладочной поддержкой, представила на выставке услуги по контрактному изготовлению деталей аддитивным способом на собственном оборудовании. Компания обладает широким спектром компетенций и продуктов, которые позволяют помочь клиентам в решении проблем в оптимизации процессов производственного цикла, а также в области импортозамещения и ремонта различных станков и оборудования при помощи внедрения аддитивных технологий.

Курский завод композитных материалов (KEAZIT), специализирующийся на технологии производства сырья и высокотехнологичных пластмасс, представил на выставке полиэфирный прессматериал ВМС и полиэфирные смолы собственного производства.

Компания ЛОКУС — инжиниринговая компания, основанная в 2011, специализируется на разработке, производстве и поставках оборудования для неразрушающего контроля в различных отраслях промышленности. Компания представила на выставке портативную систему активной термографии Локотерм. Демонстрируемое оборудование предназначено для неразрушающего контроля композитных изделий на наличие внутренних дефектов типа расслоений, непроклея, отслоения обшивки сотового наполнителя, трещин в структуре и пустот (пор). Система ЛокоТерм является мобильным решением для контроля композитных изделий в процессе производства и в эксплуатации. На базе портативного термографического блока ЛОКУС также разрабатывает и предоставляет автоматизированные системы, адаптированные под задачи заказчика. На представленной портативной системе ЛокоТерм посетители выставки смогли проконтролировать свои образцы из композитных материалов в тестовом режиме. Также были представлены решения для измерения геометрических параметров композитных авиационных лопастей.

Постоянный участник выставки Композит-Экспо — Компания Ниагара — производитель изделий из



CARBO CARBO
КОМПОЗИТНЫЙ СУПЕРМАРКЕТ

ЭПОКСИДНЫЕ ПРЕПРЕГИ ДЛЯ ШИРОКОГО СПЕКТРА ПРИМЕНЕНИЙ

Тип препрега	Универсальный	Быстроотверждаемый	Негорючий
Марка связующего	M201	L5100	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



углеродного волокна, окисленного полиакрилонитрильного волокна, изделий из угле- и стеклопластика, представила на выставке однонаправленную ленту из углеродного волокна - наполнитель для углепластиков, дренажный нетканый материал для формования, теплоизоляционные материалы различного назначения на основе углеродного волокна, модифицированного ПЭТФ-волокна и оксипана. Компания так же занимается проектированием, производством и обслуживанием аддитивных комплексов (3D принтеров) по технологии FDM/FFF и FGF.

Компания Полипарк — эксклюзивный дистрибьютор SARZYNA CHEMICAL, одного из крупнейших производителей полиэфирных смол и гелькоутов в восточной Европе, представила на своем стенде, кроме комплекса добавок и сопутствующих материалов для производства композитных изделий, следующую продукцию: Гелькоут для создания беспористого высокопрочного покрытия изделий из литьевого камня: раковины, душевые поддоны и ванны; ненасыщенную полиэфирную смолу с низким содержанием стирола, которая при прямом контакте не разъедает пенополистирол; ненасыщенную полиэфирную смолу для изготовления изделий из стеклопластика; литьевая ненасыщенная полиэфирная смола под торговой маркой PolyPark с высокой наполняемостью, низкой усадкой, которая прекрасно подходит для изготовления изделий из литьевого камня: ванны, душевые поддоны, раковины, мойки.

На выставке Композит-Экспо Группа компаний Термо Техно, специализирующаяся на комплексных решениях по оснащению лабораторий контроля качества, представила следующий спектр оборудования: электромеханические испытательные машины, динамические испытательные машины, гидравлические испытательные машины, испытательные машины на длительную прочность и ползучесть, копры маятниковые, настольные маятниковые копры, установки испытания падающим грузом, экстензометры, печи и климатические камеры.

Новый участник выставки — группа компаний УНИХИМТЕК - российский производитель уникальных продуктов для использования в изделиях на основе ПКМ, представил на стенде токопроводящий и огнезащитный гелькоуты для полиэфирных и эпоксидных систем. Помимо гелькоутов, УНИХИМТЕК также пред-

лагает силиконовый двухкомпонентный компаунд «терморасширяющийся силикон».

Российская компания-производитель Эластомерик Системс, специализирующаяся на выпуске эпоксидных, анаэробных, цианоакрилатных и других клеевых составов, представила на выставке ADHESOL российский бренд клеевых материалов, применяемый для промышленного и бытового склеивания таких материалов как: композиты на основе углепластика, стеклопластика, текстолитов, а также для соединения различных видов металлов, пластиков, керамики и их комбинаций. В линейке бренда представлены клеевые составы различного назначения: термостойкие, высокопрочные, тиксотропные, вибростойкие, быстроотверждаемые, эластичные, составы для SMD монтажа, клеи-компаунды и другие модификации.

Деловая программа выставки

Важным событием деловой программы выставки «Композит-Экспо 2024» стала Пятая научно-практическая конференция «Практические аспекты применения композитных материалов в различных отраслях промышленности», которая прошла 27 марта 2024 года, в Конференц-зале №2 павильона №1. Конференцию посетили более 70 специалистов. Приветствовал делегатов Конференции Генеральный директор ООО «ВК «Мир-Экспо» Банников Владимир Алексеевич. Модератором Конференции выступила Главный редактор журнал «Композитный мир» Ольга Игоревна Гладунова.

В рамках мероприятия были рассмотрены практические аспекты применения композитных материалов и изделий из композитов в приоритетных секторах экономики.

О материалах для изготовления легких трехслойных панелей и конструкций рассказал технический директор ООО «Композит-Изделия» Власенко Федор к.т.н.

Коммерческий директор Кученев Дмитрий и Генеральный директор Лапицкая Татьяна компании ЭНПЦ «Эпитал» посвятили свое выступление обеспечению технологической независимости отечественных производителей композитных электротехнических изделий и замене импортных инфузионных и матричных смол компаундами Этал-Инжект и Этал-200ТВТ.





Аристов Василий, Генеральный директор компании ООО «Научно-исследовательский институт космических и авиационных материалов», рассказал об уникальных материалах и конструкциях НИИКАМ для авиакосмической и других отраслей промышленности.

Представитель компании КАРБОНТЕКС Сенчев Иван выступил с презентацией «Практические аспекты применения новых композитных материалов, созданных по технологии трёхмерного ткачества, в различных отраслях промышленности».

О полиэфирном судостроении и использовании полиэфирных смол в изготовлении корпусов речного и морского транспорта рассказал Котов Никита — руководителем технической поддержки клиентов ООО Аттика.

Матвеев Евгений, представитель компании Ф2 ИННОВАЦИИ посвятил свое выступление созданию крупногабаритной оснастки для выкладки ПКМ методом аддитивных технологий.

Заместитель Генерального директора Компания ИТЕКМА Вадим Микрин, выступил с презентацией «Клеи ИТЕКМА для производства и ремонта изделий из ПКМ».

Опыт разработку и применения автоматизированных систем неразрушающего контроля композитных изделий поделился представителем компании ЛОКУС - Котовщиков Илья, к.т.н.

Руководитель направления по привлечению инвестиций Корпорации развития Ульяновской области Салюкина Полина рассказала о развитии композитного кластера на территории Ульяновской области.

Бормотов Александр, представитель компании Нова-инжиниринг, выступил с докладом «Отечественное инженерное ПО для моделирования композитных конструкций, возможности и примеры промышленных проектов».

Заместитель генерального директора по подготовке производства и внедрению инновационных продуктов АО «НПП «АЛТИК» Альберт Назаров поделился техническими решениями композитных бистовозводимых конструкций для условий Арктики.

Рубцов Максим, продукт-менеджер и Власенко Федор, к.т.н., технический директор ООО «Композит-Изделия» выступили с презентацией «Изготовление высокотемпературной оснастки с применением материалов Композит-Изделия».

О развитии применений высокотехнологичных полимерных материалов в России рассказал Степанов Евгений, представитель компании СИБУР ПолиЛаб.

Матвеев Евгений, представитель компании Ф2 ИННОВАЦИИ посвятил свое выступление созданию крупногабаритной оснастки для выкладки ПКМ методом аддитивных технологий.

Группа докладчиков Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физики твердого тела имени Ю.А. Осипьяна Российской академии наук (ИФТТ РАН): Каледин А.В., Шикунов С.Л., Зубарева Ю.Н. посвятили свое выступление получению высокотемпературных композиционных материалов на основе карбида кремния и дисилицидов тугоплавких металлов.

Ведущий инженер компании НИАГАРА Михаил Гаршенин рассказал о высокотеплопроводных полимерных композиционных материалах.

Полиуретанэкс

Одновременно с «Композит-Экспо» прошла 15-я международная специализированная выставка «Полиуретанэкс», что обеспечило ознакомление широкого круга посетителей-специалистов с инновационными технологиями и образцами готовой продукции полиуретановых материалов и изделий из них для различных отраслей, а также отрасли производителей и потребителей клеевых и герметизирующих материалов.

В 2024 году в выставке «Полиуретанэкс» приняли участие более 110 экспонентов из 6 стран (России, Республики Беларусь, Турции, Китая, ОАЭ и Исламской Республики Иран). Среди постоянных экспонентов выставки: АСД-техника, Алькор ТФ, БЕАЛ ГРУП, БИА-ПУР Трейдинг, Вальтер Хеми, Дау Изолан, МАКРОХИМ, ТЕНТОНН, Каннон Евразия, Диафор, Владипур НВП, Д-Формер, Заволжский пигмент, Кимтекс Полиуретан, НИИ полимеров, Полимер-Комплекс ПК, Полихем, Русхимсеть, Селеста ПК, СУРЭЛ, Хантсман и др.

В 2024 году на выставках «Композит-Экспо» и «Полиуретанэкс», на площади около 15000 кв. м, разместились 291 экспонент, в т.ч. 143 отечественных и 148 зарубежных из 6 стран мира. Выставки посетило более 7 500 посетителей, в их числе 90% специалистов различных отраслей промышленности. Это свидетельствует о возросших потребностях российского рынка в использовании современных инновационных материалов и технологий в различных отраслях промышленности.

В 2025 году выставка Композит-Экспо пройдет с 25–27 марта 2025 года. **КМ**



14-я композитная конференция в СПбГУПТД

**памяти выдающегося ученого
А. А. Лысенко, д.т.н., профессора,
лауреата Премии Правительства РФ
в области науки и техники**

Гладунова Ольга Игоревна
кафедра НВКМ, СПбГУПТД

С 14 по 18 мая в Университете промышленных технологий и дизайна состоялась конференция памяти выдающегося ученого, доктора технических наук, профессора, лауреата Премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники Александра Александровича Лысенко «Наноструктурные, волокнистые и композиционные материалы».

Пленарная сессия

Пленарную сессию открыл ректор Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна Алексей Вячеславович Демидов. Он отметил огромный вклад Александра Александровича Лысенко в развитие науки в университете. С приветственными словами к участникам конфе-

ренции выступили президент университета Виктор Егорович Романов, директор института прикладной химии и экологии Николай Петрович Новоселов, проректор по учебной работе Александр Евгеньевич Рудин. Они подчеркнули заслуги Лысенко А.А. как заведующего кафедрой: «Александр Александрович смог собрать и сплотить на кафедре коллектив профессионалов, вывел кафедру на ведущие позиции в ВУЗе по научным достижениям». Упомянули его широкий научный кругозор, компетентность и смелость, которые позволяли ему всегда оставаться на острие науки, открывать новые направления научных исследований, работать над современными образовательными программами и быть для всех своих студентов и коллег беспрекословным авторитетом, мудрым наставником и другом.



Доцент кафедры Хохлова Валентина Александровна выступила с докладом о выдающемся ученом Лысенко А.А. Перед участниками конференции предстали основные этапы жизни Александра Александровича Лысенко — работа над кандидатской и защита докторской диссертации, участие в международных конференциях и стажировках, его деятельность как заведующего кафедрой. Все увидели А.А. Лысенко как успешного организатора проектов, талантливого фотографа, увлеченного путешественника, любящего отца и сына.

В первый день конференции выступили ведущие ученые из таких ВУЗов как Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, Российский государственный университет имени А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А., Энгельсский технологический институт (филиал) Саратовского государственного технического университета им. Гагарина Ю.А., Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Ивановский государственный химико-технологический университет, Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук, Институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова Российской академии наук, Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет).

Конкурс докладов

Во второй день конференции состоялся конкурс докладов XIV всероссийской научной и студенческой конференция «Наноструктурные, волокнистые и композиционные материалы». Конкурсная комиссия определила победителей и призеров в специальных

номинациях в трех секциях: среди студентов бакалавриата, магистратуры и аспирантуры.

В состав конкурсной комиссии вошли ведущие ученые профильных кафедр различных ВУЗов: Борисова Наталья Валерьевна, к.т.н., доцент кафедры технологии и оборудования химических, нефтегазовых и пищевых производств Энгельсского технологического института (филиал) Саратовского государственного технического университета им. Гагарина Ю.А.; Середина Марианна Анатольевна, к.т.н., доцент кафедры химии и технологии полимерных материалов и нанокompозитов Российского государственного университета имени А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство); Одинцова Ольга Ивановна, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой химической технологии волокнистых материалов Ивановского государственного химико-технологического университета; Свердлова Наталья Ивановна, к.т.н., доцент кафедры наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна; Шинкарук Анна Александровна,





к.х.н., доцент кафедры композиционных материалов и строительной экологии Северного (Арктического) федерального университета им. М.В. Ломоносова; Штягина Людмила Михайловна, к.т.н., доцент кафедры наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна.

Победителем среди бакалавров стала Внукова Полина Александра из Российского государственного университета им. Косыгина с докладом «Снижение горючести полиэтилентерефталата с использованием замедлителей горения отечественного производства», призерами в различных номинациях стали Христофоров Дмитрий Евгеньевич (Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна) с докладом на тему «Разработка составов водоразрушаемых оправок для производства баллонов высокого давления», Денисов Михаил Евгеньевич (Российский государственный университет имени А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)) с докладом «Получение многофункциональных волокнистых материалов при обработке композициями на основе фторполимеров» и Шаховский Никита Андреевич (Энгельсский технологический институт (филиал) Саратовского государственного технического университета им. Гагарина Ю.А.) с докладом «Композиты для кабельных пластикатов пониженной горючести на основе поливинилхлорида».

Победу среди магистров конкурсная комиссия единогласно присудила Вилачевой Юлии Юрьевне из Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна. Доклад был посвящен «Получению газодиффузионных слоев с использованием фторопластов», призерами стали Кудринская Ольга Вадимовна (Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна) с докладом «Углеродные волокна, модифицированные фуллеренами» и Грозова Наталия Андреевна (Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого) с докладом «Изучение влияния геометрии стеклянных чешуек на оптические и прочностные свойства прозрачных композиционных материалов на основе термопластичного полиуретана».

В секции аспиранты и молодые ученые победителем стала Анущенко Татьяна Юрьевна (Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна). Ее доклад «Разработка эндопротеза с фторполимерным покрытием и исследование его свойств» вызвал большой интерес и живую дискуссию. Призером стал Ерзунов Константин Андреевич (Ивановский государственный химико-технологический университет) с докладом «Разработка печатной композиции на основе частиц ZnO для полифункциональной отделки текстильных материалов».

Члены комиссии и организаторы конференции отметили высокий уровень подготовки студентов и представленных ими докладов, имеющих фундаментальную и прикладную значимость. По материалам конференции был издан сборник тезисов докладов. **КМ**



Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна

Институт прикладной химии и экологии

Кафедра наноструктурных, волокнистых
и композиционных материалов (НВКМ)
имени А. И. Меоса



Кафедра НВКМ приглашает выпускников средних школ, гимназий, лицеев, профессионально-технических училищ, колледжей на обучение с профилированием студентов в следующих областях знаний:

Направление «Химическая технология»

Бакалавры: профиль подготовки «Наноинженерия, композиты и биоматериалы»

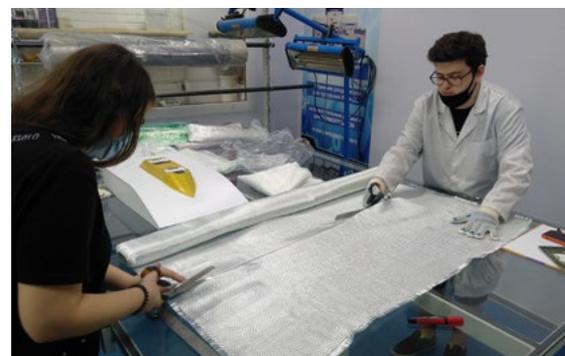
Магистры: профиль подготовки «Технологии получения полимерных композиционных и нанокomпозиционных материалов»

Студенты кафедры изучают:

- нанотехнологии и полимерные нанокomпозиты;
- химические волокна, в том числе углеродные, и материалы на их основе;
- полимерные композиционные материалы и технологии их получения;
- полимеры и биоматериалы в медицине;
- полимерные материалы в экологии;
- современные инструментальные методы исследования полимеров, волокон и композиционных материалов

На кафедре НВКМ осуществляется также подготовка в аспирантуре кадров высшей квалификации по направлению «Химическая технология», профиль подготовки: «Технология и переработка полимеров и композитов»

Студенты и аспиранты кафедры ежегодно участвуют в различных международных и всероссийских конференциях, проходят стажировки и практику на предприятиях отрасли.



**Получи востребованную
профессию химика-технолога!**

191186, Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 18, ауд. 212
тел./факс: +7 (812) 315-06-92
тел.: +7 (812) 315-02-56
e-mail: thvkm@yandex.ru

Композиты на ПМЭФ-2024

Ольга Гладунова
По материалам:
forumspb.com
compositescluster.ru
rupec.ru

Петербургский международный экономический форум в 27-й раз собрал на своей площадке лидеров крупнейших российских и иностранных компаний, представителей государственных структур, политического и научного сообщества для того, чтобы установить деловые контакты, найти новых партнеров, обсудить перспективные проекты, обменяться мнениями по актуальным тенденциям в политике и экономике на глобальных и региональных рынках.

Петербургский международный экономический форум по традиции является лакмусовой бумажкой происходящего в стране. Так вышло и на сей раз. Основной лейтмотив выступлений высокопоставленных спикеров примерно такой: за последние 2 года российская экономика, вопреки апокалиптическим прогнозам, не рухнула и даже окрепла, но для продолжения устойчивого развития предстоит сделать ещё больше.

Престиж Форума как одного из самых значимых деловых событий в мире продолжает неуклонно расти. Форум становится все более прикладным и динамичным: оперативно принимаются решения, по результатам обсуждений происходит реальный запуск новых проектов и формирование практических решений.

В мероприятиях участвовали более 120 высокопоставленных иностранных официальных лиц: руководители международных организаций и объединений, иностранные министры, главы дипломатических представительств, главы иностранных городов и регионов. Наиболее многочисленные делегации прибыли из Китая — 192 участника, ОАЭ — 105, Зимбабве — 86, Казахстана — 84, Индии — 80, Омана — 75. С российской стороны в работе Форума приняли участие: 40 высокопоставленных официальных лиц, 30 руководителей федеральных служб и агентств и 81 глава субъектов Российской Федерации.

Журналисты, работавшие на ПМЭФ, отмечают увеличение числа региональных бизнесменов, в том числе средней руки. Это говорит о том, что форум уже не воспринимается как место встречи только бизнес-элит — он становится притягательным для более широких слоёв предпринимательства.

По итогам работы Форума было подписано 1073 соглашения на общую сумму 6 трлн 492 млрд рублей (учтены соглашения, сумма которых не является коммерческой тайной), из них 55 — с представителями иностранных компаний.

Композитные проекты. Прозрачные и не очень

Петербургский международный экономический форум (ПМЭФ-2024) оказался богат на анонсы будущих проектов в производстве полимеров и композиционных материалов.

В полимерной отрасли под ПМЭФ-2024 компании заготовили анонсы сразу нескольких интересных проектов. В том числе не обошлось и без производств самих полимеров. Несколько интересных проектов анонсировала компания «Сибур». Она объявила о строительстве производства металлоценового линейного полиэтилена на своей площадке в Нижнекамске. Запуск заявлен на 2028 год, а мощность должна составить 300 тыс. тонн.

«Сибур» и производитель шин «Кордиант» договорились о намерениях по замещению в рецептурах различных типов шин натурального импортного каучука на российский синтетический. Если замены рецептур проведут успешно, то это откроет новую нишу для российских СК и позволит существенно нарастить их выпуск, переориентировав поставки с экспортных направлений на внутренний рынок. Сейчас в составе шин до 25% приходится на натуральный каучук. Годовой объем его импорта составляет 74,5 тыс. тонн в год. «Сибур» рассчитывает заместить порядка 57 тыс. тонн в год марками СК.

Также «Сибур» и компания по производству автокомпонентов MGC Group заключили рамочное соглашение о реализации проектов по локализации и разработке автомобильных компонентов и расширению применения полимерных материалов в автомобильной промышленности.

Еще несколько проектов заявлены, как импортозамещающие производства полимеров, однако в соглашениях конкретная продукция не называется. Судя по описанию, речь идет о композитных материалах и производных для них.

Компания «Полипласт» намеревается построить производство термостабильных полимеров и полимерного связующего для теплоизоляционных материалов. Общий объем инвестиций составит 12 млрд руб. К сожалению компания не уточняет, какую именно продукцию планирует производить, ограничиваясь лишь общими заявлениями об отсутствии ее аналогов в России. Также в компании сообщают, что основной объем произведенной продукции компания будет использовать для собственных производственных нужд.

Еще один проект без подробностей объявила компания «Элмика». Известно, что планируется построить «импортозамещающее производство высокотехнологичных полимеров» в ОЭЗ «Ростовская». «Спектр материалов включает в себя полимерные заготовки высокотемпературного, инженерного и стандартного назначений, а также электроизоляционные материалы, слоистые пластики, резинотехнические изделия, жаростойкие материалы, а также другие товары производственно-технического назначения», — говорится в пресс-релизе. Общий объем инвестиций — 300 млн руб., а срок реализации — два года.

Громких проектов в переработке полимеров было



Соглашение о сотрудничестве между правительством Тверской области и АО «Технодинамика» было достигнуто

немного. Стоит отметить проект нового трубного завода Группы «Полипластик» мощностью 30 тыс. тонн. Его планируется разместить в Буденовске (Ставропольский край).

И еще один интересный проект не в переработке полимеров, а в производстве оборудования для них запланировали в Нижнем Новгороде. Там российская «дочка» турецкой компании Hırtmak планирует разместить свое производство термопластавтоматов. Планируемый объем инвестиций в проект — 210 млн руб. собственных средств инвестора.

Между правительством Тверской области и АО «Технодинамика» было достигнуто соглашение о сотрудничестве. Подписи в документах поставили губернатор Игорь Руденя и гендиректор компании Игорь Насенков.

Крупный холдинг занимается разработкой и производством высокотехнологичной промышленной продукции. В Твери «Технодинамика» на площадях Научно-исследовательского института синтетического волокна с экспериментальным заводом (ВНИИСВ) займется выпуском композитных материалов. ВНИИСВ разрабатывают и выпускает продукцию, которая нужна для разных отраслей промышленности.

Во время первого этапа будет приобретено современное оборудование, общей стоимостью порядка 4 миллиардов рублей, а еще 1,5 миллиарда израсходуют на современные разработки НИОКР. Количество рабочих мест на заводе перевалит за отметку в 500 человек. АО «Технодинамика» хочет также стать резидентом особой экономической зоной «Эммаус», которая в настоящее время создается в Верхневолжье.

Компания «Аттика Упаковка» (г.п. Федоровское, входит в «Аттика Инвест») на площадке открывшегося Петербургского международного экономического форума (ПМЭФ-24) подписала соглашение с правительством Ленинградской области о строительстве производства промышленной тары мощностью более 180 тыс. единиц продукции в год, сообщила пресс-служба правительства Ленобласти.

Суммарные инвестиции в новое производство многообразной промышленной тары (кубов и колб) из полимерных материалов для фасовки продукции химической и нефтегазовой отраслей общей площадью 5000 м² оцениваются в 360 млн руб. При этом

отчисления в бюджет составят 180 млн руб. ежегодно, а заодно появится 46 рабочих мест.

Генеральный директор «Аттика Инвест» Алина Тарнаева и губернатор Ленинградской области Александр Дрозденко подписали Соглашение на о строительстве нового комплекса на ПМЭФ-24

Компания располагает производственными мощностями в Федоровском сельском поселении, здесь выпускаются полимерные связующие для производства композитных материалов, лакокрасочных материалов широкого спектра назначения, включая промышленные, автомобильные грунтовки и покрытия.

В рамках Петербургского экономического форума Глава Мордовии Артём Здунов встретился с генеральным директором АО «Юматекс» Александром Тюниным. Обсуждались перспективы развития сотрудничества республики с компанией. В 2023 году компания вошла в состав учредителей ООО «Центр полимерных композитов». В реализацию инновационного проекта на площадке ТОР «Рузаевка» компания в прошлом году уже вложила 480 млн рублей, а общий объем инвестиций в ближайшие два года составит свыше 1,5 млрд рублей. Руководитель региона обозначил: республика заинтересована в продолжении сотрудничества с компанией. Благодаря активной инвестиционной политике сейчас ведется строительство новых цехов, благоустраиваются территории.

Стороны обсудили дальнейшее развитие композитного кластера региона, в том числе с использованием преференций площадки индустриального парка и особой экономической зоны, которая в текущем году создана в республике.

Врио губернатора Тульской области Дмитрий Мильев подписал соглашение о сотрудничестве с компанией «Унихимтек». В рамках подписанного договора в Тульской области появится импортозамещающее производство химических компонентов и композиционных материалов на основе углеродного волокна, которые будут использоваться для создания деталей авиакосмической отрасли.

Благодаря соглашению в Тульской области появится около 120 новых рабочих мест. Объем инвестиций в проект составит 6 миллиардов рублей, реализовать его планируют до июня 2027 года.

Стоит отметить, что Тульская область сотрудничает с компанией и в подготовке профессиональных кадров, а одно из предприятий группы являет резидентом



Еврокубы и пластиковые колбы от Аттика Упаковка



Глава Владимирской области подписал соглашение с промышленным кластером по производству композитов

ОЭЗ «Узловая», которая выпускает климатические панели и уплотнительные материалы для герметизации трубопроводов и оборудования.

На полях Петербургского международного экономического форума состоялось подписание соглашения между правительством Владимирской области и АНО «Специализированная организация промышленного кластера «Композиты без границ».

Подписи под документом поставили губернатор Владимирской области Александр Авдеев и председатель Совета АНО «Специализированная организация промышленного кластера «Композиты без границ» Александр Тюнин.

Совместная работа будет реализовываться в сфере разработки, производства и применения полимерных композитных материалов, в том числе сырьевых материалов, полуфабрикатов полимерной композитной промышленной продукции и готовых изделий из них. В рамках сотрудничества также предусматривается совместная работа по вопросу включения в состав кластера предприятий и инфраструктуры Владимирской области. Став участниками промышленного кластера «Композиты без границ», предприятия смогут рассчитывать на дополнительные меры государственной поддержки, что послужит стимулом для развития различных производств и будет способствовать развитию благоприятных условий для предпринимательской и производственной деятельности организаций, расположенных на территории региона.

«Такое взаимодействие позволит владимирским предприятиям расширить внутреннюю кооперацию, привлечь меры государственной поддержки для развития производства, а также создаст дополнительные возможности для реализации своего кадрового и научного потенциала», — подчеркнул Александр Авдеев.

«Территориальный состав кластера на момент создания, в 2018 году, включал три области и 15 предприятий-участников. Сегодня кластер насчитывает более 70 участников и партнеров, среди которых отечественные научные организации, разработчики, производители композитов, а также инфраструктурные партнеры. Территория функционирования кластера охватывает уже восемь регионов России, включая присоединившуюся Владимирскую область.

Это создает предпосылки для дальнейшего развития кооперационных цепочек и, уверен, будет способствовать привлечению предприятиями области новых заказов, партнеров и проектов», — отметил Александр Тюнин.

Химия — будущее человечества, как говорила Катя Тихомирова в фильме «Москва слезам не верит»

В России предложили возродить министерство химической промышленности. Данную тему обсудили на площадке Международного экономического форума в Санкт-Петербурге в рамках сессии «Химия высоких переделов в эпоху технологического суверенитета. Реалии и потребности».

В рамках дискуссии генеральный директор АО «Росхим» и «Башкирская содовая компания» Эдуард Давыдов упомянул о существовавшем до 1991 года Министерстве химической и нефтеперерабатывающей промышленности СССР, которое, по его мнению, имело значительный смысл и обеспечивало консолидацию большой отрасли в рамках одного госоргана. В настоящее время, по мнению экспертов, химическая промышленность подконтрольна сразу нескольким действующим министерствам.

Разговор получился максимально честный и открытый. Участники обсудили перспективы развития производства мало- и среднетоннажной химии. Отличительными чертами таких производств являются широкая номенклатура, высокая добавленная стоимость и сравнительно небольшие объемы производственных мощностей.

В ходе диалога главы субъектов РФ, руководители ведущих химических предприятий страны и другие представители форума обсудили вопросы, касающиеся мер государственного регулирования и поддержки отрасли, развития и роли химпрома в российской экономике.

Губернатор Иркутской области Игорь Кобзев отметил актуальность реализации проекта Федеральный центр химии в г. Усолье-Сибирское, подчеркнув, что регион в приоритетном порядке окажет поддержку в создании всей необходимой промышленной и социальной инфраструктуры.

По итогам встречи эксперты сошлись в едином



Панельная дискуссия на тему «Химия высоких переделов в эпоху технологического суверенитета: реалии и потребности»

мнении, которое однозначно даёт понять, что достижение технологического прорыва в химической промышленности возможно при реализации кластерного подхода. Участники сессии считают, что при таком подходе к 2036 году Россия способна перейти из первой десятки в ТОП-5 мировых производителей химической продукции.

Инженеры будущего

В рамках программы ПМЭФ-2024 на стенде Минобрнауки России состоялась панельная дискуссия «Роль передовой инженерной школы в обеспечении технологического суверенитета в РФ», которая выступила площадкой для обсуждения мер усиления взаимодействия передовых инженерных школ (ПИШ) с индустриальными партнёрами в целях развития системы отечественного инженерного образования и обеспечения коммерциализации, тиражирования результатов совместной интеллектуальной деятельности ПИШ и компаний-партнёров для осуществления трансфера технологий в контексте движения к технологическому лидерству страны.

Ректор Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» Владимир Шевченко открыл работу панельной дискуссии в качестве модератора и обозначил основные вопросы, предлагаемые к рассмотрению на мероприятии:

1. Перегрузка системы инженерного образования, которая включает организацию взаимодействия ведущих университетов и крупных компаний, отобранных на конкурсной основе.
2. Подготовка нового поколения инженерных кадров, обеспечивающих устойчивость отечественной техносферы: будущих генеральных конструкторов, главных инженеров, технологических предпринимателей - тех высококвалифицированных специалистов, которые возьмут на себя ответственность за функционирование всей промышленности и экономики страны в перспективе ближайших 10–20 лет.

Председатель Комитета Государственной Думы по промышленности и торговле Владимир Гутенев выступил с позиции регулятора техносферы и подчеркнул важность определения критериев оценки деятельности передовых инженерных школ и их влияния на трансформацию инженерного образования. Спикер отметил, что в рамках обсуждения федерального проекта «Передовые инженерные школы» наука, образование и производство представляют равноправное триединство, в котором все стороны взаимосвязаны и влияют друг на друга.

В ходе обсуждения роли передовых инженерных школ в процессе трансформации инженерного образования для достижения технологического лидерства Владимир Гутенев акцентировал внимание аудитории на некоторых аспектах: «При оценке ПИШ нужно понимать инерционность системы: те ребята, которые сегодня будут выбирать инженерный профиль только через 8–9 лет придут на производство. Иными словами, от того, в какую почву сегодня будут



Участники панельной дискуссии «Роль передовой инженерной школы в обеспечении технологического суверенитета в РФ»

посеяны зерна, во многом зависят всходы. Следовательно, у индустриального партнёра или консорциума предприятий должно быть совсем другое доверие к передовой инженерной школе, потому что это не продукт, который они рассчитывают получить, инвестируя что-то, а создание базы для подготовки специалистов», — подытожил спикер.

Об основных ориентирах развития федерального проекта «Передовые инженерные школы», сформулированных в Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, Указе Президента Российской Федерации от 07.05.2024 N 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» и Послании Президента Федеральному Собранию рассказал заместитель руководителя Секретариата Заместителя Председателя Правительства Российской Федерации Д.Н. Чернышенко Антоний Швиндт.

Антоний Николаевич обратил внимание на необходимость создания стандартов, моделей, подходов, практик, которые возможно было бы в дальнейшем расширить на всю систему технического образования.

О трех важнейших постулатах модели нового инженерного образования, которые были реализованы в рамках федерального проекта «Передовые инженерные школы» рассказал руководитель ФГАНУ «Социоцентр» Андрей Келлер.

«Первый постулат — это фундаментальность, которая опирается на хорошую естественно-научную, социально-гуманитарную, общеинженерную программу и на междисциплинарность решаемых задач.

Второй постулат состоит в практико-ориентированности проектов индустриальных партнеров с широким вовлечением всех передовых инженерных школ.

Третий постулат заключается в гибкости образовательных программ как ответе на имеющиеся вызовы и быстро меняющийся рынок труда», — заключил Андрей Владимирович.

Спикер также подчеркнул, что федеральный проект передовых инженерных школ оказал системный эффект на промышленность и образование, когда в процессе реализации его участникам удалось отработать технологию перехода на подготовку инженерной элиты, способной создавать новые бизнес-проекты, и обратить внимание регионов на поддержку образовательных инициатив. **КМ**



Мастер-класс по технологии вакуумной инфузии

Гладунова Ольга Игоревна
кафедра НВКМ, СПбГУПТД



18 мая 2024 года в Санкт-Петербургском университете промышленных технологий и дизайна на кафедре Наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов (НВКМ) прошел практический мастер-класс по получению изделий из полимерных композитов с помощью технологии вакуумной инфузии. Мастер-класс прошел в рамках третьего дня конференции памяти выдающегося ученого, доктора технических наук, профессора, лауреата Премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники Александра Александровича Лысенко «Наноструктурные, волокнистые и композиционные материалы».

Начался день с экскурсии на АО «Средне-Невский судостроительный завод» — на одно из ведущих предприятий судостроительной отрасли России, лидер отечественного композиционного судостроения. Экскурсию провел выпускник кафедры НВКМ, а сейчас ведущий инженер-технолог опытного производства АО «Средне-Невский судостроительный завод» Денис Владимирович Ненахов.

Во второй половине дня в лаборатории кафедры НВКМ состоялся практический мастер-класс по получению изделий из полимерных композитов с помощью технологии вакуумной инфузии.

«VARTM» (vacuum assisted resin transfermolding) — технология пропитки наполнителя связующим с последующим отверждением под вакуумным мешком. Заложённый в зазор между оснасткой и вакуумным мешком наполнитель, за счёт созданного под мешком разряжения, пропитывается жидким связующим, поступающим под мешок из ёмкости по литьевым трубкам с последующим формованием композиции.

Участники мастер-класса — студенты и преподаватели профильных кафедр вузов Санкт-Петербурга, Москвы, Энгельса, Иваново, Архангельска, а также представители нескольких производственных компаний, которые используют в своей работе данную технологию.

Провел мастер-класс главный технолог АО «Флотенк», главный технолог по композитным изделиям ООО «Троицкий крановый завод», эксперт по технологии вакуумной инфузии, выпускник (а сейчас аспирант) кафедры НВКМ Александр Александрович Безруков. Александр продемонстрировал участникам мастер-класса все этапы технологии: подготовка оснастки, раскрой материалов, укладка армирующих слоев с помощью клея временной фиксации, укладка вспомогательных тканей, пленок и трубок (эта группа материалов применяется только для организации самого процесса инфузии и не входит в состав детали), создание и проверка на герметичность вакуумного мешка, пропитка армирующих слоев связующим. Участники мастер-класса принимали непосредственное участие на всех этапах технологического процесса.

Студенты кафедры НВКМ осваивают данную технологию в начале четвертого курса в рамках лекций и лабораторных работ по дисциплине «Технологии полимерных композиционных материалов: непрерывнонаполненные ПКМ»

Сырье и вспомогательные материалы для мастер-класса были предоставлены компанией Карбон Студио. **КМ**



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



Запрос на инновационные разработки для АО «РЖД»

В начале года АО «РЖД» распространило открытую информацию о запросах на инновационные разработки для нужд ведомства из более чем 300 наименований, касающиеся различных аспектов обеспечения работы российских железных дорог от программных ИТ разработок и автоматизации производственных процессов, изготовления де-

талей, узлов, оборудования и машин механизации труда, и.т.д., включая изделия из композиционных материалов.

В статье рассмотрены варианты решения проблем РЖД в области промышленного композитостроения, в той или иной степени, проработанные на уровне НИОКР в ООО СКБ «Мысль» за последние 10 лет.

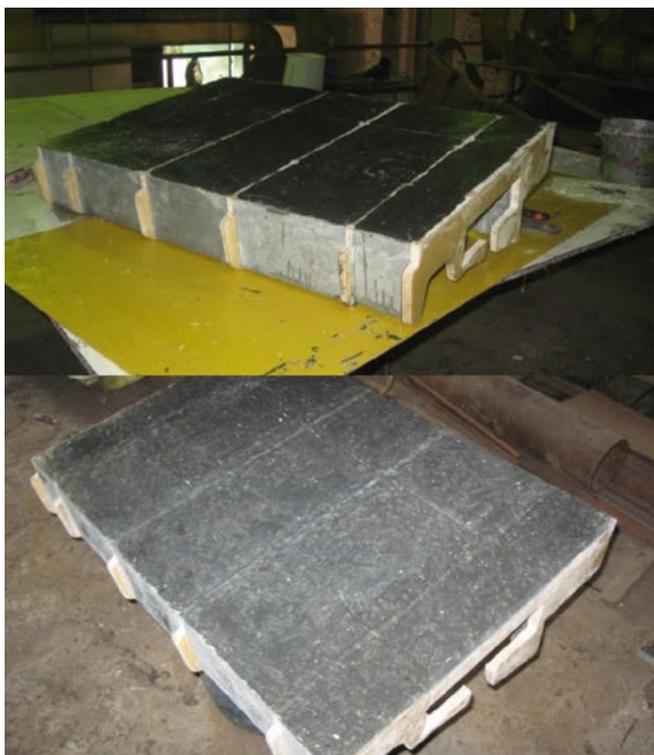


Фото 1. Модели настила с антискользящим покрытием на основе армированного полимербетона (2013 г.)



Фото 2. Объекты нефтеподготовки покрытые химстойкими ЛКМ

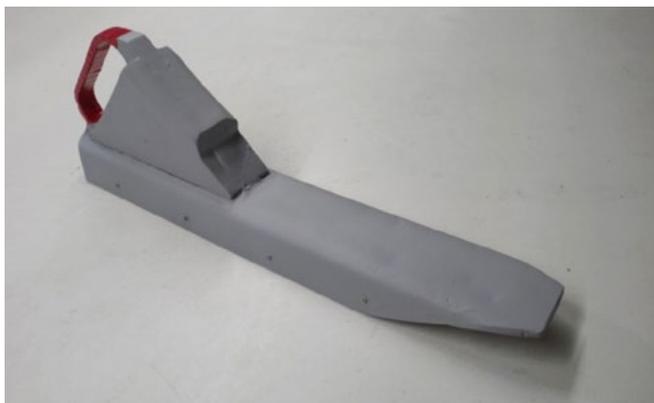


Фото 3. Физическая модель стояночного башмака из композиционного материала

1. Разработка переездных настилов для особо грузонапряженных линий

Задача — предложить конструкцию настила, позволяющую производить его монтаж/демонтаж при проведении ремонтных работ и диагностики элементов ВСП и с анти-скользящим покрытием рабочей поверхности.

В свое время СКБ по согласованию с РОСНАНО осуществило комплекс опытно-конструкторских работ по разработке конструкции настила из композиционных материалов, заключавшихся в разработке технических предложений, проектировании и изготовлении опытного образца настила для ВСП. К сожалению, работы были прерваны на стадии макетирования объекта разработки (фото 1).

Вывод: проблема решаемая, необходима реабилитация проекта, изготовление прототипа, проведение испытаний и доработка конструкции под изменившиеся условия эксплуатации и требования заказчика.

2. Защита корпусов стальных резервуаров для хранения нефтепродуктов от коррозионного износа

Средства и способы защиты должны: допускать их применение действующими нормативными и иными документам РФ; не влиять на качество хранимых нефтепродуктов; не оказывать негативного воздействия на обеспечение безопасности производственных процессов. Срок службы предлагаемого оборудования должен составлять не менее 10 лет.

СКБ «Мысль» более 20 лет занимается защитой технологического оборудования и строительных конструкций от воздействия агрессивных производственных факторов на предприятиях разной ведомственной принадлежности, включая страны СНГ.

Наряду с традиционными видами защиты технологического оборудования от коррозионного износа (протекторная защита, ЛКМ, цинкование и пр.) мы предлагаем надежную и долговременную защиту поверхности футеровкой специальными композитными материалами (фото 2).

Рассматривая совокупность признаков определяющих целесообразность применения того или иного вида футеровочного материала, для изделий эксплуатируемых в особо опасных производственных

условиях, следует констатировать, что на данный момент времени футеровка композиционными материалами является наиболее предпочтительным видом футеровки ввиду своей универсальности, отличной химстойкости, технологичности и наличия явных эксплуатационных преимуществ. На весь комплекс работ разработан комплект НТД (ГОСТы, ТУ, Инструкции и пр.), утвержденный в установленном законом порядке и согласованный с Ростехнадзором РФ.[1].

3. Использование композитных материалов при изготовлении тормозных башмаков

Допускаемое вертикальное усилие на башмак 137,2 кН.

Башмак должен быть рассчитан для работы на рельсах типа Р50, Р65 и Р75 по ГОСТ Р 51685 с вагонными колесами диаметром 830-964 мм, башмак должен допускать использование для закрепления отдельно стоящих единиц подвижного состава с диаметром колес менее 830 мм и от 964 мм до 1250 мм.

Масса башмака не более 2 кг.

Конструкция стояночного башмака должна соответствовать требованиям охраны труда для работников при закреплении подвижного состава в соответствии с требованиями нормативной документации СП 2.2.2.1327-03 «Гигиенические требования к организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочему инструменту». Срок службы не менее 2500 закреплений.

В СКБ разработали конструкцию и изготовили физическую модель металло-композитного стояночного башмака. Поверхность башмака, контактирующая с рельсом, изготовлена из кварц-наполненного армированного композита, исключающего образование искр при торможении, что особенно важно при работе с пожаро-взрывоопасными грузами (фото 3).

4. Искусственные легковозводимые и надежные сооружения с применением композитных материалов, с увеличенным сроком службы

Конструкция инженерных сооружений из композитных материалов должна соответствовать и превосходить имеющиеся нормы и требования ОАО «РЖД» к изготовлению, к стоимости жизненного цикла, к надежности и применению на инфраструктуре ж.д. Срок эксплуатации композитного инженерного сооружения должен быть увеличен по сравнению с текущими сооружениями не менее, чем на 50%.

Интересная тема, но требует детализации, поскольку не ясно о чем идет речь.

5. Восстановление работоспособности стен резервуаров

В целях восстановления внутренних стен резервуара и продления срока службы, исключения возможной разгерметизации, предлагаемое решение должно:

- иметь возможность применения, независимо от объема и вида резервуара;
- материал, наносимый на резервуар должен выдерживать давление хранящегося дизельного топлива;



Фото 4. Ремонт трубопровода



Фото 5. Вариант бетонной плитки с полимерным покрытием

- используемый материал должен быть устойчив к воздействию дизельного топлива, дизельного масла, смазок и механическим воздействиям;
- используемые вещества и материалы должны отвечать требованиям пожарной, промышленной безопасности, электробезопасности.

Классическая тема для применения композитов в качестве ремонтного материала и внедрения различных технологий футеровки. Это наша тема (фото 4) [2].

6. Тротуарная плитка для обновления пассажирских платформ устойчивая к погодным условиям

В процессе содержания пассажирских платформ укладывается цементно-песчаная тротуарная плитка. Данные виды тротуарной плитки не устойчивы к погодным условиям и к противогололедной обработке. В результате чего теряется внешний вид тротуарной плитки (раскрашивание) и замена каждые пять лет.

Данная проблема может быть решена применением полимербетонных видов плиточных покрытий. Это могут быть как плитки, целиком изготовленные из полимербетонных смесей, так и бетонные (цементно-песчаные) плитки с покрывным слоем из полимербетона. С предлагаемым вариантом плиток

хорошо совместимы наливные полимербетонные покрытия (наливные полы).

В СКБ проделан большой объем работ по отработке технологии производства плиток из полимербетона различных размеров и назначений (фото 5) [3].

7. Разработка специального покрытия, экологически безвредного, долговечного для нанесения на наружные и внутренние поверхности устройств связи

Существующие лакокрасочные покрытия, которые в настоящее время используются для покраски внутренних и наружных поверхностей устройств связи, не долговечны, под воздействием атмосферных осадков и разницы температур трескаются, выцветают и т.д. приходится обновлять покрытие 1–2 раза в год. Увеличены временные трудозатраты на восстановление покрытия. Необходимо осуществлять плату за негативное воздействие на окружающую среду.

Среди указанных РЖД недостатков лакокрасочных покрытий шкафов управления нет важного фактора повреждений защиты — вандализм и неумышленное повреждение пленочного покрытия при проведении ремонтных и профилактических работ. Можно бесконечно долго и дорого решать эту проблему подбирая все новые и новые виды пленочных покрытий, но это тупиковый путь. Почему редко рассматривается



Фото 6. Пример шкафа из стеклопластика



Фото 7. Пример стеклопластиковой опоры ЛЭП



Фото 8. Модели опорных призм, подготовленные к испытаниям на прочность

вопрос об изготовлении шкафов из коррозионно-стойких полимерных материалов, например, из стеклопластиков? По прочности, можно сделать композит, превосходящий конструкционные марки стали. Важный факт: стеклопластик — диэлектрик. Широко применяются не горючие марки стеклопластиков. Изделия из цветного стеклопластика не требуют дополнительной окраски в течение всего срока эксплуатации. Ремонт стеклопластика — без огневой, «по-месту», без привлечения специальной аппаратуры, не требует высокой квалификации специалиста (фото 6).

8. Изготовление из композитных материалов опор и конструкций ЛЭП, КС.

Изготовление опор и поддерживающих конструкций из композитных материалов (в том числе единым изделием) должны быть: устойчивы к воздействию химических вредных сред, солнечному UV излучению, атмосферным осадкам; резким перепадам температуры, эффективно работать в различных условиях климата с большим диапазоном температур; обладать повышенными свойствами огнестойкости, что обеспечивает пожаробезопасность всему объекту; не наносить вреда для окружающей среды и соответствовать нормам промышленной и электробезопасности,



Фото 9. Композитная шпала для ж/д. (2013 г.)

обладать необходимой несущей способностью. Изделие должно обладать изоляционными свойствами для соответствующего класса напряжения, низкий вес должен обеспечивать установку без применения подъемных механизмов, конструкция должна исключить применение дополнительной изоляции (фарфоровые, стеклянные изоляторы) (фото 7).

Большой набор специфических требований в данной группе изделий требует проведения серьезных и больших по объему работ на стадии НИОКР. Если у РЖД проблемы с поиском исполнителей для проведения этих работ, то мы готовы предложить свои услуги, тем более, что имеем богатый опыт проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по теме «композиционные материалы и изделия из них для промышленного сектора экономики».

9. Площадки под опорные призмы для грузоподъемных кранов

Существующие площадки под опорные призмы грузоподъемных кранов имеют большую массу. Одному работнику невозможно транспортировать и устанавливать площадку под опорную призму, что негативно сказывается на производительности труда, увеличивается время на производство работ. Также деревянные площадки имеют низкую износостойкость, часто выходят из строя и являются неремонтопригодными.

СКБ изготовило опытный вариант опорной призмы из стеклопластика и провело испытания на прочность, которые подтвердили требуемые параметры нагрузки. Масса 2,5 метра призмы составила 14 кг., что также соответствует ТЗ. Вопрос встал о финансировании проведения полного комплекса работ по отработке технологии массового производства и комплексного испытания всей опорной системы (фото 8).

10. Практические работы с композитами для РЖД, выполненные в инициативном порядке

Уже упомянутое выше РОСНАНО попросило рассмотреть возможность изготовления железнодорожной шпалы из композиционных материалов, мотивируя





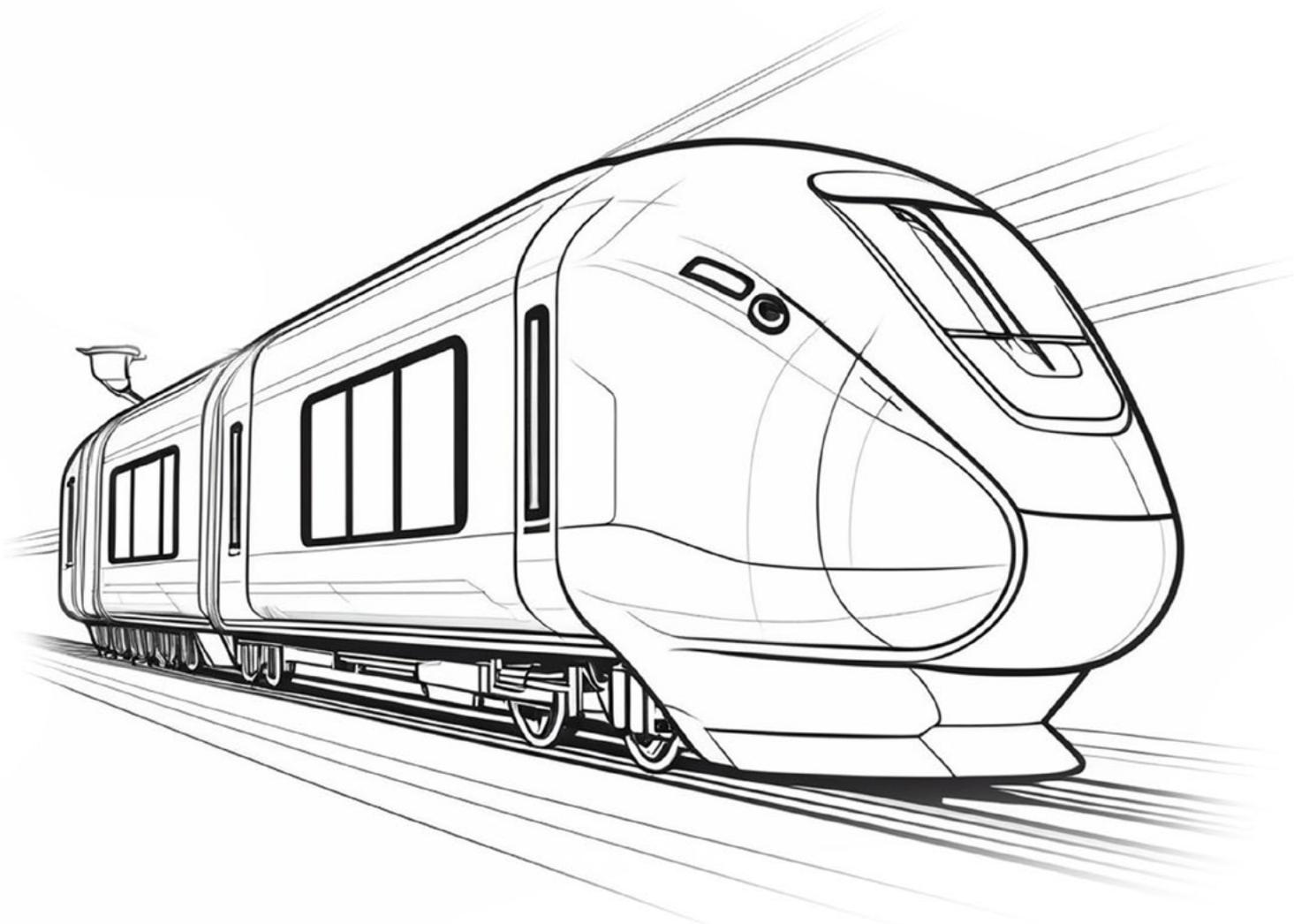
Фото 10. Думпкары с износостойким композитным покрытием дна

свою просьбу перспективой данного вида продукции для комплектации строящихся в России новых путей, включая ВСП. Мы сделали опытный образец массой 50 кг (против 350 кг из ж/б) (фото 9).

Для горнорудного предприятия выполнили работы по нанесению износостойкого покрытия на основе купер-шлак-наполненного армированного композита на днище думпкара. Вагон проходит испытания. **КМ**

Список литературы

1. Холодников Ю.В., Альшиц Л.И. «Футеровка технологического оборудования и строительных конструкций композиционными материалами». Изд. ФГБОУ ВО УГГУ, Екатеринбург, 2013 г., 145 с.
2. Холодников Ю.В. «Промышленные композиты» Изд. Москва/Вологда – «Инфо-инженерия», 2023.-340 с.
3. Холодников Ю.В. и др. «Промышленные композиты. Возможности и перспективы». Изд. LAP Lambert Academic Publishing. GmbH & Co. KG. 2016 г. 455 с.





ДЮРОПЛАСТИК™ ТРУДНОГОРЮЧИЙ СТЕКЛОКОМПОЗИТ

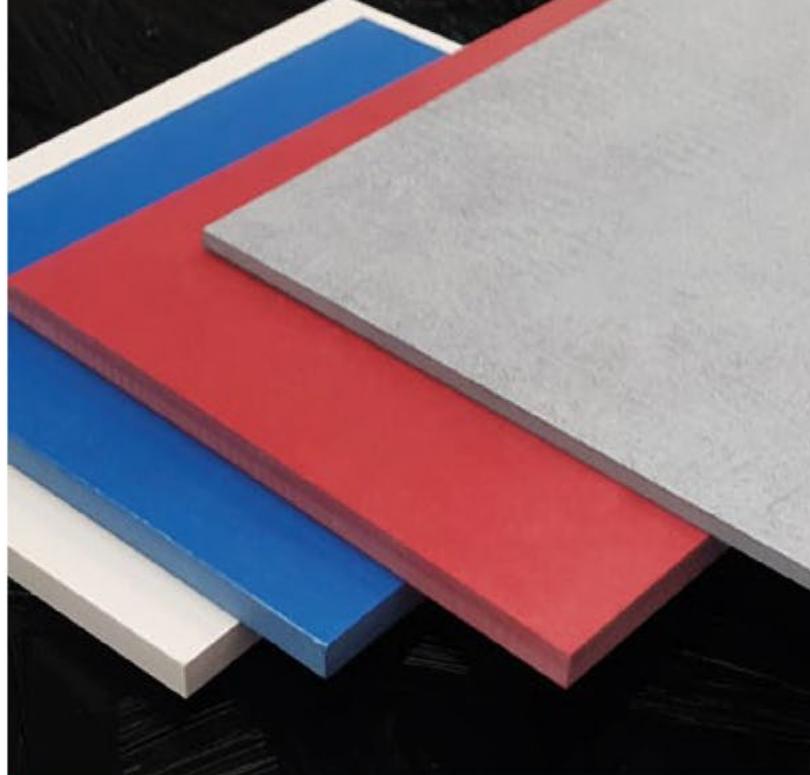
ОПИСАНИЕ:

«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.

Исследования технического состояния корпусов судов из композиционных материалов в процессе эксплуатации

мировой опыт,
современное состояние в России,
проблемы,
перспективы развития

Францев М. Э., к.т.н.
gepard629@yandex.ru
АХТО-ПЛАСТ-ЭКСПЕРТ

Во второй половине декабря 2023 года в Санкт-Петербургском морском техническом университете прошла традиционная Всероссийская научно-техническая конференция по строительной механике корабля. В этот раз она была посвящена памяти академиков — кораблестроителей А. Н. Крылова и Ю. А. Шиманского и, одновременно, 160-летию академика АН СССР Алексея Николаевича Крылова (1863-1945) и 140-летию академика АН СССР Юлиана Александровича Шиманского (1883-1962). В рамках конференции был сделан доклад, посвященный одной из самых молодых областей морской науки — исследованиям технического состояния корпусов судов из композиционных материалов в процессе эксплуатации. На основании данного доклада написана эта статья.



Рис. 1. Автор статьи старший эксперт Московского филиала Российского Речного Регистра к.т.н. Францев М. Э. производит исследование корпуса судна из композитов

Корпус судна из композиционных материалов, по сути, является «вещью в себе», так как он не разборный и не может быть разделен на части, чтобы специалисты — исследователи технического состояния могли бы увидеть, что у него внутри. Производители всего мира зачастую скрывают конструкцию корпуса судна из композитов, примененные материалы и технологию его изготовления. Это приводит к тому, что для исследований корпусов судов из композитов требуются различные методы неразрушающего контроля (рис. 1).

Исследования технического состояния корпусов судов из композитов в процессе эксплуатации сочетают визуальные и инструментальные методы. Целями исследования, как правило, могут являться:

- текущая оценка технического состояния корпуса судна;
- определение фактического объема износа, а также фактических повреждений / разрушений судовых конструкций из композитов;
- верификация проектно-технологических решений по созданию корпуса судна из композитов.

Мировой опыт исследований технического состояния корпусов судов из композитов в эксплуатации

У истоков этой области морской науки стоял Дэвид Паско (1947–2018), морской сюрвейер из Соединенных Штатов Америки. Он провел более 5000 исследований, как прогулочных, так и коммерческих судов. После урагана «Катрина» в Новом Орлеане в 2005 году Дэвид Паско получил возможность обследовать огромное количество разрушенных корпусов судов из композитов и сделать выводы об их конструкции и технологиях их изготовления. В ряде случаев он квалифицировал изготовление этих корпусов, как некачественное. Дэвид Паско является автором четырех книг, рассматривающих конструкции различных судов из композитов, а также автором многочисленных журнальных статей, посвященных результатам его исследований корпусов судов из композитов. Дэвид Паско был приглашенным лектором в Международном университете Флориды по морским исследованиям [1].

Второй значимой фигурой в этой области является Эрик Грин. Он получил степень бакалавра военно-морской архитектуры и морской инженерии в Массачусетском технологическом институте в 1979 году. В 1988 году он основал компанию Eric Greene Associates, Inc., специализирующуюся на исследованиях композиционных материалов для морских конструкций. Эрик Грин является одним из авторов проекта по неразрушающей оценке морских композитов Комитета по конструкции судов, выполняемому по контракту с Отделением структурной целостности надводных кораблей NAVSEA / SEA 05 P21. Он специализируется в области разработки современных композиционных материалов для морских конструкций, в том числе, огнестойких композитов. Эрик Грин также много занимается вопросами образования в области морских композитов. Кроме того, он является автором известной книги «Marine Composites» («Морские композиты»), получившей широкое признание и содержащей, в том числе, результаты его исследований [2].

Среди ученых, занимающихся исследованиями технического состояния корпусов судов из композиционных материалов, необходимо упомянуть Вольдемара Свицерского, профессора Военного института технологии вооружения (Польша). Он является автором более 95 научно-технических работ в области неразрушающего контроля различных композиционных материалов, в том числе, композитов судового корпуса. Вольдемар Свицерский занимается обнаружением дефектов в композитах, армированных арамидным волокном, с помощью методов неразрушающего контроля. Он изучает эволюцию обнаружения дефектов в композитах методами неразрушающего контроля и ряд других вопросов. Последние работы Вольдемара Свицерского посвящены возможности обнаружения повреждений от осмоса стеклопластиковых композитов, используемых в морских целях методами неразрушающего контроля.

В настоящее время, для исследований технического состояния корпусов судов из композиционных материалов в процессе эксплуатации за рубежом применяются: ультразвуковой метод, термография, шерография, метод свободных колебаний, а также некоторые другие методы неразрушающего контроля.

Эрик Грин в своем обзоре методов неразрушающего контроля на SSC Ship Structure Symposium в 2014 году сформулировал тезис, что средства инструментального неразрушающего контроля, применяемые в аэрокосмической промышленности, для исследования корпусов судов в чистом виде непригодны, то есть они должны быть доработаны под эти задачи [3].

Вольдемар Свицерский в своей работе, опубликованной в 2023 году считает, что наиболее перспективны для исследований корпусов судов из композитов акустические методы неразрушающего контроля [4].

Весьма большое значение в западной практике придается исследованиям осмоса композитных корпусов судов. Это связано с тем, что композитные корпуса там проводят в воде (зачастую в теплой воде) очень много времени, и осмос в них развивается быстро.

Для исследований в этом направлении за рубежом разработано и применяется семейство приборов (влагомеров), позволяющих определить избыточное содержание влаги в корпусных конструкциях из композитов, что может указывать на вероятное развитие осмоса.

В представлении зарубежных исследователей в корпусах судов из композитов в процессе эксплуатации могут возникать следующие дефекты. Это, во-первых, наружные дефекты: повреждения декоративного слоя, отслоение декоративного слоя, трещины в декоративном слое. Во-вторых, это внутренние дефекты: воздушные включения, пористость армирующего материала, пористость матрицы, трещины в матричной фазе и расслоения. Видно, что перечисленные дефекты перекликаются с хорошо известными технологическими дефектами, обнаруживаемыми во вновь изготовленных корпусах.

Современное состояние исследований технического состояния корпусов судов из композитов в эксплуатации в России

В России на сегодняшний день командой специалистов под руководством к.т.н. Францева М.Э.) исследовано более 150 корпусов судов из композиционных материалов, произведенных в различных странах мира. Эти суда имеют возраст от 5 до 36 лет и длину от 3 до 27 метров. В число исследованных судов входят аварийные и восстановленные после пожара, суда, а также суда на подводных крыльях и амфибийные суда на воздушной подушке.

Результатами отечественных исследований технического состояния корпусов судов из композитов в процессе эксплуатации являются:

- Методика и Технологическая инструкция исследования корпуса судна из композитов методами



Рис. 2. Патент на изобретение Способа определения технического состояния корпусов судов из композитов

неразрушающего контроля, согласованные с Российским Речным Регистром;

- Способ определения технического состояния корпусов судов из композитов, находящихся в эксплуатации, базирующийся на комбинации нескольких методов неразрушающего контроля, реализованной под руководством Ю.В. Ланге (1925-2022) при создании дефектоскопа ДАМИ-С [5-8];
- Определение эксплуатационных факторов, способствующих возникновению дефектов в корпусе судна из композитов;
- Систематизация эксплуатационных дефектов, выявляемых в процессе исследования [9];
- Обобщенная схема расположения дефектов эксплуатационной природы на корпусе судна из композитов;
- Описание эксплуатационного поведения корпусов судов из композитов [10];
- Базовая физическая модель, а также описание механизма возникновения и развития внутренних дефектов типа расслоение на погруженной части корпуса;
- Способ определения степени утраты прочностных свойств композита в районе внутреннего дефекта типа расслоение эксплуатационной природы [11-13];
- Проектные рекомендации по определению наиболее нагруженных и уязвимых элементов корпуса судна из композитов, а также повышению характера его долговечности для учета при новом проектировании [14-15];
- Более 25 опубликованных научно-технических работ, в том числе, 12 докладов на международных и всероссийских конференциях на русском и английском языках, содержащих результаты исследований;
- Две монографии, в которых отражены результаты исследований;
- 1 патент на изобретение, см. рис. 2 [16];
- Внедрение результатов исследований в четырех НИОКР, в том числе, в двух НИОКР, выполненных по Федеральным целевым программам;

- Научно-техническая работа по дефектоскопии корпусов судов из композитов, опубликованная в «Russian Journal of Non-Destructive Testing», известна во всем мире и имеет более 1500 прочтений на ресурсе ResearchGate [17].

В России исследования корпусов судов из композитов во время эксплуатации выполняются при помощи импедансного метода неразрушающего контроля в комбинации режимов точечного и порогового контроля, а также метода свободных колебаний. Изображения внутренних дефектов типа расслоение получаются с помощью акустического сканера [18].

Установлено, что факторами, влияющими на возникновение дефектов в судовом корпусе из композитов в процессе эксплуатации, являются:

- воздействие гидродинамических нагрузок;
- воздействие воды, как органического растворителя;
- воздействие низких температур;
- воздействие высоких температур;
- воздействие солнечной радиации (ультрафиолет);
- аварийные повреждения.

В результате исследований обнаружены следующие дефекты, возникающие в процессе эксплуатации в корпусе судна в штатном режиме. Внешние дефекты: сколы, наружные трещины декоративного слоя, отслоение декоративного слоя, эрозионный износ декоративного слоя, поверхностный осмос, изменение структуры декоративного слоя. Внутренние дефекты: конструкционные трещины, расслоения 1-го рода без изменения химического состава композита, расслоения 2-го рода с изменением химического состава композита (осмотические), см. рис. 3 и 4.

Выполнена верификация методами неразрушающего контроля проектно-технологических решений при создании надстройки из композитов амфибийного судна на воздушной подушке типа «Нептун-23», а также надстройки из композитов пассажирского судна на подводных крыльях [19].

Проблемы исследований технического состояния корпусов судов из композиционных материалов в процессе эксплуатации в России и перспективы их развития

В то же время, несмотря на выполненные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в интересах Российского Речного Регистра (теперь Российское Классификационное общество), включая исследование более чем 113 корпусов судов из композитов при участии сотрудников этого Классификационного общества, результаты исследований не нашли отражения в новых редакциях Правил Российского Речного Регистра (РКО).

Одновременно, несмотря на выполненные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в интересах Министерства по чрезвычайным ситуациям РФ результаты исследований не



ТЕХНОЛОГИЯ
ДЕЙСТВИЯ

СОБСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО

ПОЛИЭФИРНЫЕ СМОЛЫ

ГЕЛЬКОУТЫ

ПОЛУПОСТОЯННЫЕ
РАЗДЕЛИТЕЛИ

ОБОРУДОВАНИЕ МВП



Поливоск П
Серия полупостоянных
разделительных составов

Поливоск П-РС-23
Разделительный состав

Партия	000281
Дата производства	28.08.2023
Тара	Банка
Нетто	2 кг
Гарантийный срок хранения	12 месяцев

ВАЖНО

- Температура хранения не выше +25°C.
- Хранить в закрытом сухом помещении.
- Не допускать попадания солнечных лучей и влаги.



Полимер



Полимергель



Поливоск



Полипигмент



Полиактив



Полиадгезив



Оборудование МВП

ГЕЛЬКОУТЕРЫ
ЧОППЕРЫ
ИНЖЕКЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ
ЗАПАСНЫЕ ЧАСТИ

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

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

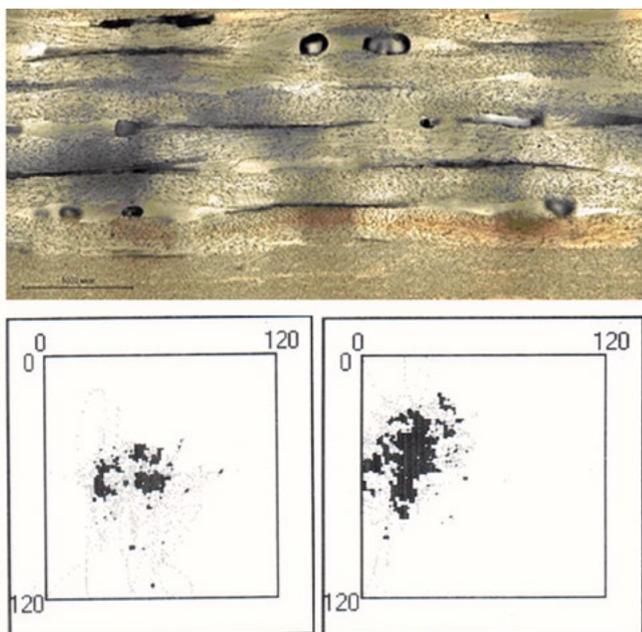


Рис. 3. Изображения внутренних дефектов типа расслоение, полученные при помощи электронного микроскопа (вверху) и акустическими низкочастотными методами (внизу)

нашли отражения в нормативных документах по маломерным судам Государственной инспекции по маломерным судам.

Несмотря на все усилия, структуры Министерства Обороны РФ не заинтересовались возможностью исследования технического состояния корпусов кораблей из композитов проектов 1258 «Корунд» и 10750 «Сапфир», находящихся в строю, и в ряде случаев они просто списываются. Это привело к тому, что при новом проектировании кораблей подобного класса и назначения проектировщики не располагают полноценной информацией об эксплуатационном поведении корпусов кораблей из композитов проектов 1258 «Корунд» и 10750 «Сапфир» [20].

Ликвидация производства дефектоскопа ДАМИ-С лишила исследователей возможности проводить точный, а главное высокоэффективный поиск внутренних дефектов типа расслоение в различных судовых корпусных конструкциях из композитов.

Отсутствие приборов неразрушающего контроля, оснащенных акустическими сканерами, лишает исследователей возможности получать С-scan изображения внутренних дефектов типа расслоение и точно измерять их площадь.

Это, к сожалению, далеко не все проблемы, с которыми сталкиваются исследователи технического состояния корпусов судов из композитов в процессе эксплуатации в России. При этом перспективы развития этой области морской науки в России есть.

Использование новой версии дефектоскопа ДАМИ-С09 с пусть существенно обрезанным функционалом по композиционным материалам и отсутствием акустического сканера, тем не менее, в сочетании с мерительным инструментом позволяет не только обнаруживать внутренние дефекты типа расслоение, но и пусть достаточно приблизительно, измерять их геометрические размеры и вычислять площадь. Также

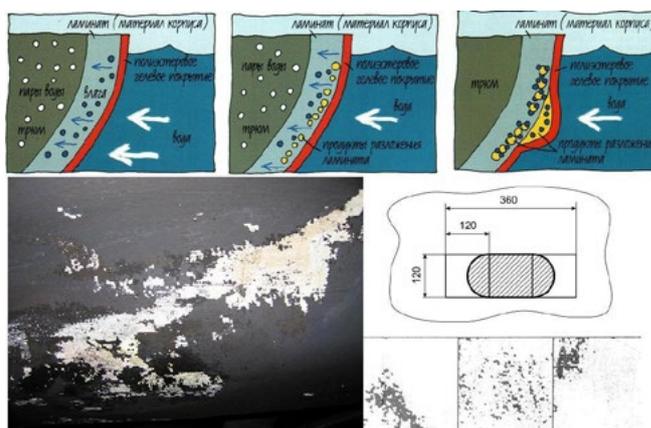


Рис. 4. Схема возникновения внутренних дефектов типа расслоение 2 рода (осмотических) вверху и их изображения, полученные акустическими низкочастотными методами (внизу справа)

дефектоскоп ДАМИ-С09 позволяет реализовывать метод свободных колебаний для поиска внутренних дефектов типа расслоение.

В дополнение, использование классического и хорошо известного дефектоскопа ИД-91М в сочетании с мерительным инструментом также позволяет не только обнаруживать внутренние дефекты типа расслоение, но и пусть достаточно приблизительно, измерять их геометрические размеры и вычислять площадь. Поэтому определенные инструменты, позволяющие выполнять исследования технического состояния корпусов судов из композитов в процессе эксплуатации, в России имеются.

Перспективы развития исследований, кроме того, обусловлены тем обстоятельством, что в настоящее время на акваториях Российской Федерации находится несколько десятков тысяч корпусов судов из композитов, которые в сегодняшних условиях физически не могут покинуть границы России. Подавляющее большинство этих корпусов (даже качественно изготовленные) имеет регулярное ежегодно ухудшающееся техническое состояние. Это влечет за собой, с одной стороны, необходимость максимально возможного продления сроков эксплуатации этих судов (так как их утилизация встречает существенные технические трудности). С другой стороны, необходим своевременный вывод из эксплуатации технически



Рис. 5. Авария амфибийного судна на воздушной подушке проекта 15060 «Ирбис-1», имеющего в конструкции большое количество элементов из композитов, на Амуре

не пригодных судов и их списание для обеспечения безопасности эксплуатации (рис. 5).

Поэтому судовладельцы, страховые компании, организации, осуществляющие технический надзор и техническое наблюдение за эксплуатацией судов из композитов, самим ходом истории обречены на использование результатов исследований технического состояния корпусов судов из композитов, их осмысление и разработку на их основании соответствующей нормативной документации.

Заключение

В статье рассмотрен ряд аспектов исследований технического состояния корпусов судов из композиционных материалов в процессе эксплуатации. Упомянуты наиболее известные в мире ученые и специалисты, работающие в этой области, указаны наиболее значимые их достижения и круг научных интересов, перечислены направления и способы их исследований, а также полученные ими результаты. Рассмотрено современное состояние дел в этой области в России. Обозначены наиболее крупные проблемы, стоящие перед отечественными исследователями, а также описаны перспективы развития этой области морской науки. **КМ**

Список литературы

1. David Pascoe. Surveying Fiberglass Power Boats. Second Edition, 2005
2. Greene E. Marine composites. Second Edition. Eric Greene Associates, Inc., Annapolis, 1999.
3. Greene E. Marine Composites Non-Destructive Evaluation, SSC Ship Structure Symposium, 2014
4. Waldemar Swiderski, Martyna Strag. Possibilities of Detecting Damage Due to Osmosis of GFRP Composites Used in Marine Applications, Appl. Sci. 2023, 13, 4171. <https://doi.org/10.3390/app13074171>
5. Ланге Ю. В. Акустические низкочастотные методы неразрушающего контроля многослойных конструкций из композитных материалов. - М.: Машиностроение, 1991.
6. Ланге Ю.В., и др. Новые низкочастотные акустические дефектоскопы для неразрушающего контроля многослойных конструкций В мире НК (Неразрушающего контроля) № 3, 2004, с. 12-13
7. Францев М.Э. Способ оценки технического состояния корпуса судна из композитов в процессе эксплуатации, Контроль. Диагностика, № 11, 2009. стр. 61-68
8. Frantsev M. E. The mode used for the estimation of the technical condition for the boat hull from composite materials for exploitation, 10-th European Conference on Non-Destructive Testing, Moscow, June 7-11, 2010, Abstracts, part 2, p. 64
9. Францев М.Э. Эксплуатационные дефекты корпусов стеклопластиковых судов, Катера и яхты № 2(212) 2008, стр. 90-93, № 3(213) 2008, стр. 102-105.
10. Францев М.Э. Эксплуатационное поведение элементов корпуса глиссирующего судна из композиционных материалов в условиях воздействия гидродинамических нагрузок. Труды Государственного Крыловского Научного Центра, выпуск 75(359), СПб, 2013, стр. 192-200.
11. Францев М.Э. Определение степени утраты прочностных свойств и оценка возможности разрушения судовой корпусной конструкции из композита в зоне развития эксплуатационного дефекта типа расслоение. Сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции по строительной механике корабля, посвященной памяти академика Ю.А. Шиманского, 2013, СПб, стр. 124-126
12. Францев М.Э. Определение степени потери прочностных свойств и оценка возможности разрушения судовой корпусной конструкции из композиционного материала в зоне развития эксплуатационного дефекта типа расслоение. Конструкции из композиционных материалов, № 1, 2016, стр. 67-73
13. Frantsev M.E., Chudnov I.V. Determining the degree of strength loss of the possibility of failure of ship hull structures of composites in the zone of delamination, International Conference on Naval Architecture and Ocean Engineering, NAOE2016, June 6-8, 2016, Saint-Petersburg, Russia, Abstracts of Papers
14. Францев М.Э. Проектные рекомендации по определению наиболее нагруженных и уязвимых элементов корпуса судна из композиционных материалов, Конструкции из композиционных материалов, № 3, 2011, стр. 86-97
15. Frantsev M. E. The project's recommendation for definition of the most loaded and vulnerable elements of boat hull from composites which based on results of survey by methods of non-destructive testing., World Maritime Technology Conference, Saint-Petersburg 29 May – 1June, 2012, Abstracts of papers, p. 31
16. Францев М.Э. Сорокин А.К. Способ определения технического состояния корпуса судна, изготовленного из композиционных материалов, находящегося в эксплуатации, использующий результаты неразрушающего контроля по обнаружению дефектов типа расслоение. Патент на изобретение № 2354964 от 16.10.2007 года
17. Францев М.Э. Дефектоскопия корпусов судов из композиционных материалов, находящихся в эксплуатации, акустическими методами неразрушающего контроля. Дефектоскопия, 2013, № 1, стр. 3-11
18. Frantsev M.E. Nondestructive Testing of Ship Hulls Made of Composite Materials Using Acoustic Methods. Russian Journal of Nondestructive Testing, 2013, Vol. 49, No. 1, pp. 1-7
19. Францев М.Э. Способы верификации проектных решений, полученных численными методами, при создании судов и их крупных элементов из композиционных материалов с позиций обеспечения их характеристик долговечности, Сборник тезисов докладов VIII Международной конференции «Композиты СНГ», Сочи, 2018, стр. 3-14
20. Францев М.Э. Советские противоминные корабли из композиционных материалов. Compositebook, № 3, 2019, стр. 50-56.



Получение водорастворимых оправок для изготовления баллонов высокого давления

Кузнецов А. Ю.
Христофоров Д. Е.
кафедра НВКМ, СПбГУПТД

В настоящее время многие транспортные средства переходят или уже перешли на газообразное топливо. В качестве резервуаров для хранения и использования этого топлива используют баки или баллоны высокого давления.

Все сосуды (баллоны) высокого давления, которые на данный момент используются в промышленности можно разделить на пять типов: I-III типы — баллоны с металлическими лейнерами (I тип с цельнометаллическим лейнером, II и III с металлполимерным), IV тип — с полимерным лейнером и V — баллоны безлейнерного типа (рисунок 1) [1].

Сосуды типа I являются самыми простыми в проектировании и производстве и составляют большинство используемых сегодня. Однако они не способны выдержать давления, при котором хранится водород. Кроме того цельнометаллические баллоны

или баллоны со стальным лейнером имеют большие риски разрушения при содержании влаги в наполняемом газе выше нормативного. Сосуды типа II, III и IV состоят из верхней силовой оболочки, в качестве которой обычно используют углеродное волокно, а также металлического или пластикового вкладыша (лейнера) для удержания газа. Во многих наземных транспортных системах используются сосуды типа IV, поскольку они имеют самый легкий вес и самую высокую плотность хранения [1].

Сосуд типа V не имеет внутреннего вкладыша, поэтому композит действует и как газобарьер и как несущая конструкция. Отсутствие лейнера приводит к повышению усталостных характеристик и возможности значительного снижения веса баллона [2].

Конструкция баллона типа V обладает высоким потенциалом для увеличения гравиметрической и

Применение

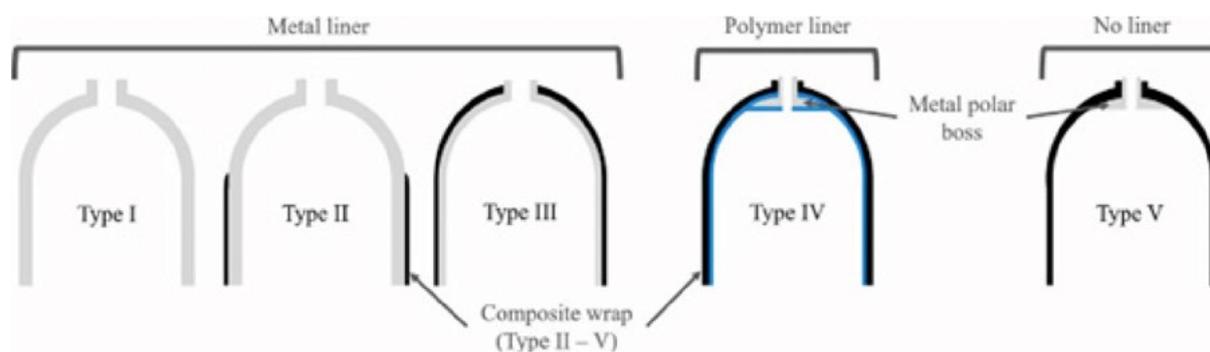


Рисунок 1. Типы сосудов высокого давления

объемной плотности хранения газообразного водорода, а также улучшения прочностных и эксплуатационных характеристик баллона.

Производство баллонов высокого давления (БВД) осуществляется одним из наиболее эффективных и распространенных методов получения непрерывно наполненных композиционных материалов — методом намотки. В случае резервуара типа II-IV внутренний вкладыш используется в качестве оправки и остается внутри резервуара после завершения намотки. Для получения резервуара типа V оправка должна быть извлечена из готового изделия после отверждения намотанной оболочки [1].

В настоящее время в отечественной промышленности СВД изготавливаются преимущественно из конструкционных сталей. Применение для этих целей алюминиевых сплавов, в сравнении со сталями, ограничивается из-за меньшей прочности и низкого качества сварных соединений [3]. Металлокомпозитный баллон имеет следующие недостатки: сложный технологический процесс производства лайнера из листового материала (раскрой металла, вальцовка цилиндрической части лайнера, штамповка днищ, подрезка, сварка, контроль сварочных швов и т.д.); низкий коэффициент использования металла; металлический лайнер подвержен коррозии; масса металлического лайнера существенно сказывается на массе баллона в целом. К тому же сварные швы металлического лайнера инициируют его деформацию и разрушение при критических нагрузках.

На сегодняшний день существуют различные технологии изготовления тонкостенных металлических лайнеров: раскатка, порошковая металлургия, сварка компонентов, полученных методом пластического деформирования листовых заготовок, холодной глубокой вытяжкой из листового металла, вытяжка глубокой вытяжкой из листового металла, вытяжка бруса-заготовки, изготовление трубы и т.д. Все эти технологии сложны и дорогостоящи, кроме того, масса металлического лайнера существенно сказывается на массе баллона в целом, поэтому такие емкости характеризуются относительно низким показателем массового совершенства [4–5].

Композитные полимерные баллоны с полимерным лайнером выступают достойной альтернативой металлокомпозитным. Лайнеры такого типа изготавливаются из модифицированного полиэтилена, кристаллизуемого полиэтилентерефталата и других полимеров методом раздувания заготовки

в пресс-форме или ротационным формованием. Преимущества полимерного лайнера заключаются в следующем: оболочка из полимерного материала не чувствительна к концентраторам напряжений; обладает устойчивостью к действию циклического нагружения, что увеличивает ресурс работы баллона; стойка к химически агрессивным средам; взрыво- и пожаробезопасна; с его использованием существенно снижается масса и стоимость баллона в целом и увеличивается гарантийный срок эксплуатации баллона; цикл изготовления лайнера длится несколько минут [6].

Этот тип баллонов также реализуется в отечественном производстве. Так, в работе [7] представлена разработка баллона высокого давления с полимерным лайнером, полученным методом ротационного формования, стеклопластиковой силовой оболочкой и закладным металлическим штуцером. БВД разработанной конструкции не уступает выпускаемым в настоящее время зарубежным полимерным композитным и отечественным металло-композитным аналогам.

Но наиболее современны и перспективны баллоны V типа. Конструктивная эффективность сосудов высокого давления с намоткой нити на металлический лайнер, определяется поведением лайнера, в то время как на эффективность аналогичного сосуда с пластиковой облицовкой влияет паразитный вес лайнера. В отличие от этого, потенциально можно добиться сверхвысокой эффективности сосуда высокого давления, если использовать конструкцию без лайнера. Конструкция такого типа сразу же дает ряд преимуществ. Во-первых, удаление лайнера и замена его материалом, имеющим, как правило, более высокую удельную прочность и жесткость, приводит к снижению веса резервуара. Во-вторых, устранение необходимости в совместимости по напряжению между лайнером и композитной оболочкой позволяет получить конструкцию, которая контролируется поведением армирующего волокна, в результате чего конструкция обладает по своей сути превосходными усталостными характеристиками. В-третьих, такой баллон будет стоить дешевле, поскольку стоимость металлического лайнера обычно преобладает в общей стоимости сосуда [8].

В настоящий момент предложено несколько способов реализации технологии получения баллонов V типа и все они имеют ряд недостатков, которые



не позволяют внедрить их в производство. К таким недостаткам можно отнести сложность технологии (множество долгих технологических стадий), работу с недоступными в нашей стране материалами, а также возможность повреждения внутренней поверхности изделия. Но этот тип баллонов можно получить посредством применения растворимых оправок из доступных материалов для намотки корпуса баллона, которые будут извлекаться из готового изделия с помощью растворения водой. В случае с баллонами высокого давления эти оправки будут играть роль удаляемого из готового корпуса баллона лейнера.

Баллоны высокого давления типа V пока что не производятся в нашей стране. Однако имеются некоторые экспериментальные разработки [9-19].

Для того, чтобы изготовить нужную оправку необходимо учесть следующие требования:

- форма и размеры, а также шероховатость наружной поверхности оправок должны соответствовать требованиям к внутренней поверхности получаемого изделия;
- они должны сохранять достаточную прочность и жесткость под воздействием температурных и силовых факторов, действующих при намотке и отверждении изделия;
- удаление оправки после отверждения изделия не должно оказывать негативного воздействия на сформованный материал.
- оправки должны иметь наименьшую себестоимость и массу, а также обеспечивать минимальную трудоемкость их изготовления и извлечения из готового изделия.

Для подобных оправок целесообразно использовать такие материалы, которые были бы дешевы, доступны и позволяли использовать в качестве растворителя воду.

На кафедре наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов разработаны водорастворимые оправки, которые могут применяться в производстве баллонов V типа.

При разработке составов композитов применимых для изготовления вымываемых оправок был выбран

кварцевый песок строительный в качестве наполнителя, так как данный материал термостойкий, не теряет своих свойств при контакте с водными средами (не набухает, не склеивается) и может использоваться многократно.

В качестве связующих были взяты четыре полимера — водорастворимые ПВС и КМЦ, мочевино-формальдегидная смола нестойкая к действию горячей воды и поливинилацетат.

В ходе эксперимента контролировалась смачиваемость наполнителя связующим и отсутствие расслоения композита и готового КМ. Были подобраны оптимальные степени наполнения КМ песком и концентрации растворов связующего и получены образцы оправок. Затем исследовались свойства полученных образцов.

Важнейшей характеристикой наших изделий являются их сопротивляемость сжимающим нагрузкам. Контактное давление формования при получении КМ методом намотки доходит до 3 МПа [20]. Соответственно наши материалы должны иметь прочность не ниже 3 МПа, а точнее с запасом. В результате испытаний выявлено, что для изготовления водорастворимых оправок подходят композиты с ПВС и КФЖ в качестве матрицы, так как обладают подходящими прочностными характеристиками (предел прочности, МПа, $12,3 \pm 0,3$ для матрицы из ПВС и $4,3 \pm 0,5$ для матрицы из КФЖ) — выдерживают допустимое контактное давление формования и имеют запас прочности. Характер деформации наших материалов так же различен. В случае КМ с ПВС имеет место пластическая деформация, тогда как у других образцов при критической нагрузке происходило хрупкое разрушение. Пластическая деформация наиболее приемлема для наших целей, так как не ведет к полному разрушению материала при критической нагрузке.

Далее проводили испытание на растворимость образцов. Данный эксперимент является одним из основополагающих, поскольку наши оправки для их вымывания должны хорошо растворяться в водных средах.

Испытание на растворимость показало, что образцы с матрицей с из ПВА не проявили растворимости, поэтому дальнейшие испытания с ними не проводились.

При сравнении растворимости оставшихся образцов выявлено, что то наилучшей растворимостью обладают образцы с. Однако все наши ППК в целом подходят для технологии намотки на вымываемые оправки.

В дальнейшем проводили Вымывание сформованных оправок из намотанных на них композитных изделий (углепластик). Результаты эксперимента дали положительный результат — оправки извлеклись, получены полые углепластики. Однако осталась проблема налипания остатков полимер-песчаный смеси на внутреннюю поверхность углепластика. Для устранения этой проблемы мы подбирали антиадгезив для поверхности оправки, который должен обеспечивать полноту извлечения оправки из КМ. В результате в качестве антиадгезионного покрытия для оправок могут быть рекомендованы антиадгезивы

из фторопластовой ленты и полиамидной пленки, поскольку они обеспечивают полноту извлечения оправки из КМ и чистоты его внутренней поверхности.

В результате работы предложена технологическая схема получения водорастворимых оправок для получения безлейнерных баллонов методом намотки. **КМ**

Список литературы

1. Air, A. A review of Type V composite pressure vessels and automated fibre placement based manufacturing / A. Air, M. Shamsuddoha, B. G. Prusty // *Composites Part B: Engineering*. – 2023. – vol. 253. – p. 110573.
2. Li, M. C. The design of composite pressurized tanks with and without liners for use in space applications / M. C. Li, B. H. Jones // *33 rd International SAMPE Technical Conference*. – 2001. – p. 1236-1247.
3. Лебедев, И. К. Высокопрочные облегченные баллоны высокого давления для систем управления и жизнеспособности гражданской авиации / И. К. Лебедев // *Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации*. – 2008. – № 134. – С. 76-80.
4. Демичев, В. И. Полимер-композитные емкости с высоким массовым совершенством для хранения и транспортировки газов под давлением / В. И. Демичев // *Механика композитных материалов*. – 2021. – Т. 57. – №. 6. – С. 1115-1128.
5. Блазнов, А. Н., Теоретические и экспериментальные исследования процесса ротационного формования полимерного лейнера / А. Н. Блазнов, И. С. Хабазин // *Южно-Сибирский научный вестник*. – 2018. – № 3. – С. 99-105.
6. Лавров, Н. А., Сосуд высокого давления из полимерных композитных материалов / Н. А. Лавров, М. С. Игуменов // *Пластические массы*. – 2018. – № 5-6. – С. 45-47.
7. Патент РФ 2533603 С1, МПК F17C1/16 (2006.01), F16J12/00 (2006.01), B21D51/24 (2006.01). Способ изготовления баллона / А. И. Губин, Н. В. Кутепов, В. Д. Рымаев. Заявитель и патентообладатель: открытое акционерное общество «Российский научно-исследовательский институт трубной промышленности». – 2013137959/06; заявл. 13.08.2013; опубл. 20.11.2014.
8. Патент РФ 2686932 С1, МПК B29C53/82 (2006.01). Оправка для изготовления крупногабаритных корпусов из полимерных композиционных материалов / Г. И. Шайдурова, Е. Р. Гатина, Я.С. Шевяков, А. Ю. Емашев. Заявитель и патентообладатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет». – 2018141685; заявл. 26.11.2018; опубл. 06.05.2019.
9. Патент РФ 2346784 С1, МПК B22C1/18 (2006.01), C08L29/04 (2006.01). Полимерная композиция для изготовления оправки / Г. И. Шайдурова, А. Ю. Лузенин, Ю. С. Жукова. Заявитель и патентообладатель: ОАО Научно-производственное объединение «искра». – 2007122591/02; заявл. 15.06.2007; опубл. 20.02.2019.
10. Патент СССР 2150334. Смесь для изготовления водорастворимых оправок / Ж. Х. Зеличенко, А. С. Чернобай, А. С. Пимаков. Заявитель и патентообладатель: Отделение стеклопластиков Всесоюзного электротехнического института им. В. И. Ленина. – 2150334/02; заявл. 07.05.75; опубл. 15.03.77.
11. Зуев, А. С. Анализ особенностей изготовления изделий из полимерных композиционных материалов методом намотки. Формообразующие оправки / А. Ю. Емашев, Г. И. Шайдурова // *Вестник Московского государственного технического университета им. НЭ Баумана. Серия «Машиностроение»*. – 2018. – № 3. – С. 4-13.
12. Токменинов, К. А. Перспективы освоения полимерных композиционных материалов в Республике Беларусь / К. А. Токменинов // *Вестник Белорусско-Российского университета*. – 2018. – № 2. – С. 65-72.
13. Шайдурова, Г. И. Особенности разработки средств технологического оснащения для производства изделий из полимерно-композиционных материалов методом намотки / Г. И. Шайдурова // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Аэрокосмическая техника*. – 2014. – № 1. – С. 64-76.
14. Шилина, Е. В. Обзор и анализ формообразующих оправок для изготовления композитных корпусов ракетных двигателей твердого топлива методом мокрой намотки / Е. В. Шилина, С. А. Шилин // *Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов*. – 2016. – № 4. – С. 114-122.
15. Патент РФ 2039652 С1. Оправка для изготовления изделий из композиционных материалов методом намотки / М. А. Терешонков, А. А. Медведев, В. В. Селифанов, В. М. Александровский; Р. В. Щептев. Заявитель и патентообладатель: Научно-производственное предприятие «Урал-Фактор». – 5062756/05; заявл. 23.09.1992; опубл. 20.07.1995.
16. Кудрявцев, П. Г. Композиции для водоразрушаемых формообразующих элементов / П. Г. Кудрявцев // *Editor coordinator*. – 2020. – С. 673.
17. Фиговский, О. Л. Жидкое стекло и водные растворы силикатов, как перспективная основа технологических процессов получения новых нанокпозиционных материалов / О. Л. Фиговский, П. Г. Кудрявцев // *Инженерный вестник Дона*. – 2014. – Т. 29. – № 2. – С. 117.
18. Мадиярова, Г. М. Разработка состава для изготовления вымываемой оснастки методом 3d-печати / Г. М. Мадиярова // *Высокие технологии и инновации*. – 2020. – С. 116.
19. Andrianov, A. A low-cost filament winding technology for university laboratories and startups / A. Andrianov // *Polymers*. – 2022. – vol. 14. – № 5. – p. 1066.
20. Кулик, В. И., Технология композитов на основе терморезистивных полимерных связующих : учебное пособие / В. И. Кулик, А. С. Ниров // СПб.: Балт. гос. техн. ун. – 2019. – Т. 2019. – С. 136.



Разработки КОМПОЗИТОВ для водородных ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

А. А. Лысенко
О. В. Асташкина
В. В. Марценюк
Ю. Ю. Виладчева
А. Яркевич
кафедра НВКМ, СПбГУПТД



В конце XX века альтернативные методы производства электроэнергии находились в стадии научно-исследовательских разработок. Однако в связи с необходимостью снижения вредных выбросов в XXI веке началось интенсивное развитие возобновляемых методов производства электроэнергии (солнечная энергия, энергия ветра, энергия морских приливов, водородная энергетика и т.д.). Уже в 2019 году альтернативные методы производства электроэнергии по объему прироста мощности опередили атомную энергетiku [1]. Более острым стал вопрос о выбросах CO₂ в атмосферу из-за потепления климата. Крупные импортеры природного газа (Германия, Япония, США, Южная Корея) рассматривают переход на возобновляемое водородное топливо как одно из самых эффективных мероприятий по снижению концентрации парниковых газов.

Агентство промышленных исследований Bloomberg NEF прогнозирует возрастание потребления водородного топлива в 6 раз к 2050 году, которое может достигнуть показателя 700 млн тонн в год [2]. Текущий ежегодный мировой спрос на водород оценивается в объеме 116 млн тонн, при этом на чистый водород приходится 74 млн тонн в год. С учетом потребности в водороде при реализации национальных программ развития водородной энергетики стран Европы, Азиатско-Тихоокеанского региона и США дополнительный мировой спрос на водород может составить 40-170 млн тонн в год к 2050 году [3].

Объем рынка водородных топливных элементов в России на 2018 год составил 1176,6 тыс долларов. Согласно прогнозам EnergyNet, в ближайшие годы рынок водородной энергетики в России будет активно развиваться, и в 2025–2035 годах он может достичь объемов в 2,2–3,9 млрд долларов (объем мирового рынка в 2025 году составит 26 млрд долларов). К 2030 году Россия сможет производить уже 3,5 млн тонн водородного топлива [4].

В 2020 году, постановлением Правительства РФ № 2634-р была утверждена дорожная карта развития и модернизации отрасли водородной энергетики до 2024 года [5] и принята концепция технологического развития РФ до 2030 года в сфере энергетики, в том числе водородной, в части перечня технологических направлений развития [6]. На основании этого можно полагать, что отрасль водородной энергетики в настоящее время в РФ пользуется спросом и разработки в данном направлении чрезвычайно важны.

Особенно возрастает спрос на топливные элементы в течение последних десятилетий, связанный со стратегиями многих стран по декарбонизации мировой промышленности и поиском альтернативных источников энергии. Суммарная выручка самых крупных мировых компаний-производителей топливных элементов и компонентов для них (Ballard Power Systems (Canada), FuelCell Energy (USA), Hydrogenics Corp. (Canada), Plug Power (USA), Ceres Power (UK), SFC Energy AG4 (Germany)) за 2016 год более 300 млн долларов. Уже в 2020 году этот показатель достиг отметки 1200 млн долларов [7]. Такие темпы роста опережают прогнозы экспертов, что свидетель-

ствует об интенсивном росте спроса на топливные элементы. При этом названные компании активно инвестируют в исследования и разработки данного направления, и сумма инвестиций составляет более 80 млн долларов в год.

В последние годы отмечается рост реализации энергоустановок с топливными элементами на мировом рынке. В 2019 году их годовая продажа достигла 70,9 тысяч штук, а суммарная установленная мощность составила 1130 МВт, впервые превысив уровень 1 ГВт в год и продемонстрировав 30-кратный рост по сравнению с 37 МВт в 2007 году [8]. Всего за период 2007–2019 гг. в мире было введено в эксплуатацию более 4,3 ГВт установок с топливными элементами, из которых более 70% пришлось на установки для стационарной энергетики.

Топливный элемент представляет собой устройство, преобразующее химическую энергию топлива (например, водорода) и окислителя (воздуха) в электрическую энергию в результате электрохимической реакции. Топливо и окислитель обычно хранится вне топливного элемента, и подводятся к элементу по мере их расходования. Топливные элементы можно применять как для обеспечения энергией различных стационарных приборов и электростанция, так и для питания портативных и микромощных устройств.

К достоинствам топливных элементов следует отнести: высокую эффективность работы, надежность, отсутствие шума при работе, отсутствие вредных выбросов, электрический КПД 60–65% (соответствует КПД современных парогазовых установок -62–64%), широкий диапазон мощностей установок, автономность работы.

Наиболее значимыми компонентами одного из видов топливных элементов (топливный элемент с протонно-обменной мембраной) являются биполярные пластины и мембранно-электродные блоки. Мембранно-электродный блок состоит из двух газодиффузионных подложек со слоями катализатора на поверхности, образующие вместе электроды, между которыми помещается протонно-обменная мембрана. Данная конструкция соединяется в единое целое путем горячего прессования, а газодиффузионные подложки и каталитические слои являются наиболее дорогостоящими компонентами топливного элемента.

Газодиффузионные подложки для водородных топливных элементов изготавливают на основе углеродной ткани, углеродного нетканого материала или углеродной бумаги. При этом газодиффузионные подложки являются композиционными материалами, которые, в зависимости от технологии производства, имеют полимерную или углеродную матрицу. В свою очередь, газодиффузионные подложки могут состоять из двух компонентов: газодиффузионного слоя (углеродная основа) и микропористого слоя (тонкий слой из высокопористого углерода и фторопласта). В случае использования углеродной матрицы и получения газодиффузионных подложек в виде углерод-углеродного композита требуются стадии высокотемпературной термообработки (карбонизация и графитация) [9]. При использовании полимерной

Таблица 1. Сравнение основных характеристик, предъявляемых к газодиффузионным подложкам

	AvCard	Toray	Freudenberg	Sigracet	Углерод-углеродная ГДП	Углерод-полимерная ГДП
Толщина, мкм	200±10	300±10	195±10	235±10	310±10	250±10
Поверхностная плотность, г/м ²	92±5	98±5	93±5	90±5	95±5	85±5
Объемная плотность, г/см ³	0,48±0,05	0,44±0,05	0,52±0,05	0,60±0,05	0,45±0,05	0,40±0,05
Истинная плотность, г/см ³	1,10±0,01	1,15±0,01	1,20±0,01	1,10±0,01	1,10±0,01	1,15±0,01
Общая пористость, %	67±1	78±1	63±1	50±1	80±1	70±1
УЭС вдоль плоскости, МОм·см	55±2	56±2	40±2	44±2	30±2	35±2
УЭС поперек плоскости, МОм/см ²	13±1	10±1	9±1	10±1	10±1	15±1

матрицы, газодиффузионные подложки также подвергаются термообработкам, но температура этих процессов значительно меньше, что выделяет такую технологию как менее энерго- и ресурсозатратную [10]. По состоянию на 2022 год мировой рынок газодиффузионных подложек для водородных топливных элементов составляет 146 млн долларов. Из них 43,8 млн долларов рынка приходится на весь электрический транспорт (общественный, личный, грузовой и т.д.), а 26,3 млн долларов на рынок легковых автомобилей [11].

На кафедре наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов им. А. И. Меоса СПбГУПТД много лет Ведутся работы по получению и совершенствованию газодиффузионных подложек для водородных топливных элементов и технологий их получения. Первые работы в данном направлении зародились на кафедре до 2010 года, а затем реализовались в рамках выполнения совместных исследований (2012-2016 гг.) с

ОАО «СветлогорскХимволокно» (Республика Беларусь) под эгидой Минпромторга РФ. Результатом работы стало создание опытного производства газодиффузионных подложек на базе

ОАО «СветлогорскХимволокно». С научной точки зрения, работа была подкреплена докторской диссертацией профессора кафедры Лысенко В. А., посвященной разработке газодиффузионных подложек по технологии углерод-углеродных композитов.

К сожалению, из-за сложившейся в то время экономической ситуации, наладить промышленный выпуск газодиффузионных подложек не удалось и опытно-промышленное производство на предприятии было законсервировано. Возобновленный интерес к водородной энергетике и выпуску компонентов для водородных топливных элементов стимулировали возобновление работ в данном направлении на кафедре. Поэтому в 2021 году были инициированы

исследовательские работы по получению газодиффузионных подложек по ресурсосберегающей технологии, с применением фторопластовых матриц и без высокотемпературных термообработок (карбонизация и графитация).

Основными характеристиками газодиффузионных подложек являются: толщина (мкм), поверхностная плотность (г/м²), объемная плотность (г/см³), истинная плотность (г/см³), общая пористость (%), удельное электрическое сопротивление (УЭС) вдоль плоскости (МОм·см) и поперек плоскости (МОм/см²) материала. В таблице 1 представлены основные характеристики разработанных на кафедре газодиффузионных подложек с углерод-углеродной и углерод-полимерной структурой, а также характеристики импортных, промышленно-выпускаемых аналогов марок: AvCard, Toray, Freudenberg и Sigracet [12]. Разработанные газодиффузионные подложки соответствуют по основным характеристикам, промышленно-выпускаемым аналогам.

Вместе с характеристиками, необходимо изучать морфологию поверхности газодиффузионных подложек, так как важными свойствами также являются газо- и влагопроницаемость, для подвода газов-реагентов (водород и кислород) и отвода продукта реакции (воды) соответственно. Образующаяся в процессе работы топливного элемента вода должна частично оставаться в ячейке для увлажнения протонно-обменной мембраны, а излишки должны быть отведены из топливного элемента. С этой целью используют фторопластовые гидрофобизирующие покрытия, чаще всего из фторопласта-4. Однако фторопластовые материалы могут быть использованы и в качестве матрицы в газодиффузионных подложках с углерод-полимерной структурой. В таком случае фторопласт в композите выполняет одновременно две функции: матрицы в углерод-полимерном композите и гидрофобизирующего агента. Фотографии

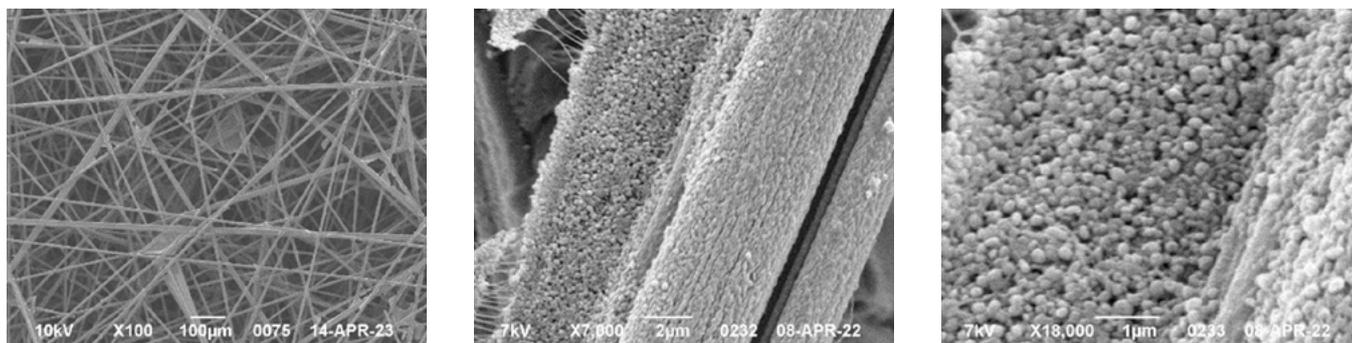


Рисунок 1. Морфология поверхности газодиффузионных подложек. а — углеродные филаменты в газодиффузионной подложке в виде бумаги; б и в — поверхность филаментов с гидрофобизирующим покрытием из Ф-4

с электронного микроскопа разработанных газодиффузионных подложек с углерод-полимерной структурой представлены на рисунке 1.

На рисунке 1 (б и в) показана морфология микропористого поверхностного слоя на филаментах и видны шаровидные нано-микрочастицы фторопласта, объединенные за счет термического спекания друг с другом. Именно такая структура поверхности углеродного филамента в газодиффузионной подложке позволяет создать высокую гидрофобность материала и обеспечивает контакт электропроводящих углеродных волокон между собой.

Для исследования работоспособности газодиффузионных подложек проводят их испытания в топливной ячейке с измерением вольт-амперных характеристик: электрическое напряжение на выходе из топливной ячейки, плотность образующегося тока на подложках и выходная удельная мощность топливной ячейки.

Напряжение и ток, образующиеся в ходе протекания электрохимической реакции в топливном элементе, создают полезную нагрузку, выраженную в виде удельной мощности, которая используется в прямом виде для передачи на устройства или аккумуляирования на внешних источниках. Сравнения вольт-амперные характеристики различных компонентов топливного элемента можно сделать вывод о том, какой их набор обеспечивает наибольшую выходную мощность. Таким образом можно сопоставить, например, газодиффузионные подложки различных производителей между

собой, а сравнение вольт-амперных характеристик газодиффузионных подложек, полученных на кафедре НВКМ, с подложками марки Freudenberg и Toray представлено на рисунке 2.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что удельная мощность мембранно-электродного блока (топливной ячейки) с разработанными газодиффузионными подложками сравнима с мощностью промышленно-выпускаемых аналогов. **КМ**

Список литературы

1. Statistical Review of World Energy 2020. UK: London, 2020. – 68 p.
2. Европейская экономическая комиссия. Комитет по устойчивой энергетике. Швейцария: Женева, 2022. – 19 с.
3. Распоряжение правительства РФ от 5 августа 2021 г. №2162-р «Концепция развития водородной энергетики в Российской Федерации».
4. Discovery Research Group. Анализ рынка водородных топливных элементов в России, 2019. – 109 с.
5. Распоряжение правительства РФ от 12 октября 2020 года №2634-р «Развитие водородной энергетики в Российской Федерации до 2024 года».
6. Распоряжение правительства РФ от 20 мая 2023 г. № 1315 «О принятии концепции технологического развития на период до 2030 года».
7. Fuel Cell Technologies Market Report. USA: U.S. Department of Energy, 2016. – 63 p.
8. Филиппов С.П. Топливные элементы и водородная энергетика. Энергетическая политика. – 2020. – №11(153). – С. 28-39.
9. Лысенко В.А. Научные основы создания углероднаполненных электропроводящих пористых композитов, 2013. – 330 с.
10. Lysenko A.A. Use of Additive Technologies to Produce Carbon-Polymer Membranes. Fibre Chemistry. – 2022. – Vol. 54. – P. 78-83.
11. Hydrogen Fuel Cells Market Size, Share, Growth Analysis, By Type, By Application, By Region - Industry Forecast 2024-2031. USA: NY, 2023. – 198 p.
12. Fuel Cell Store. Gas Diffusion Layers. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL – <https://www.fuelcellstore.com/fuel-cell-components/gas-diffusion-layers>

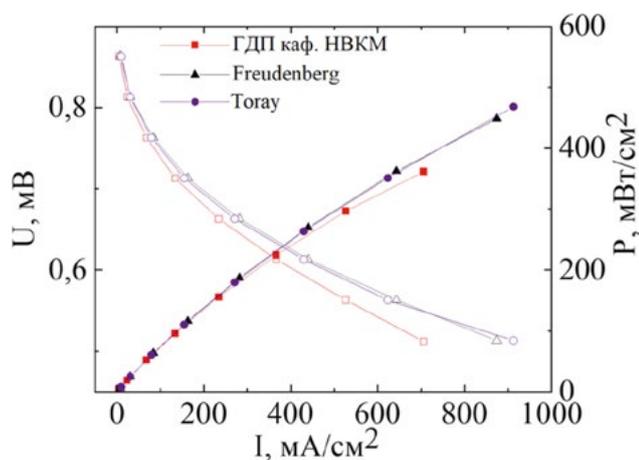


Рисунок 2. Вольт-амперные характеристики разработанных ГДП в сравнении с ГДС марки Freudenberg и Toray

Отраслевые мероприятия 2024

26–28 июня

Central Asia Plast World 2024

Алматы, Казахстан | www.plastworld.kz

12–18 августа

Международный военно-технический форум «Армия-2024»

Московская обл., Кубинка | www.rusarmyexpo.ru

2–4 сентября

China Composites Expo 2024

Международная выставка и форум композитов и технологий
Шанхай, Китай

3–5 сентября

Technotextil 2024

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

24–26 сентября

Выставка «Полимеры и композиты»

Беларусь, Минск | polymerexpo.by

21–24 октября

Химия 2024

27-я международная выставка химической промышленности и науки
Москва | www.chemistry-expo.ru

19–21 ноября

II Форум-выставка новых материалов и технологий АМТЕХРО-2024

Москва | amtexpo.ru

ноябрь

Конференция «Полиэфирные и эпоксидные смолы»

Москва | creon-conferences.com

26–28 ноября

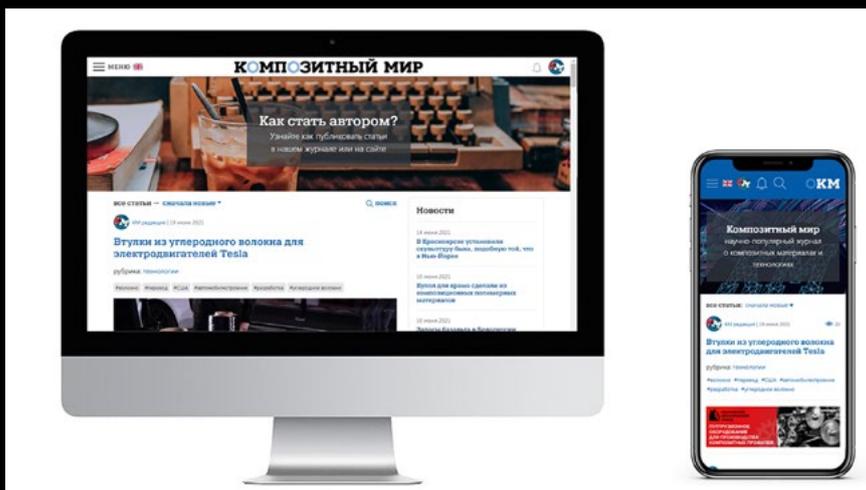
Международный форум-выставка «Российский промышленник»

Санкт-Петербург | promexpo.expoforum.ru

ноябрь

VIII Петербургский Международный Научно-промышленный Композитный Форум

Санкт-Петербург | www.cclspb.ru



Не забудьте
посетить наш сайт
compositeworld.ru



VITRULAN HIGHFLOW MARINE

High Flow от Vitrulan — это инновационная стеклоткань, которая оптимизирует пропитку во время инфузии, помогая дизайнерам и производителям создавать более качественный и легкий стеклопластик для водного транспорта.

Легкий стеклопластик всегда помогал снизить расход топлива и выбросы вредных веществ, а также пригоден для агрессивной и сложной морской эксплуатации.

Водный транспорт переходит к закрытым методам формования, таким как инфузия смолы и RTM.

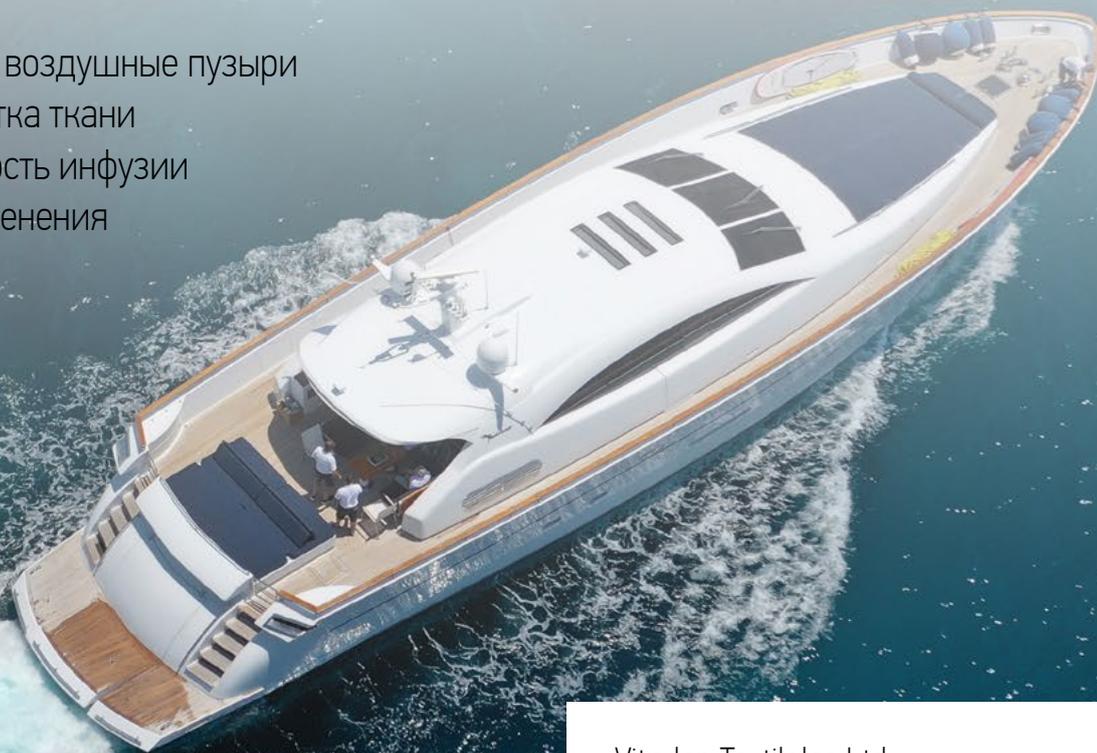
ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА:

Минимальные воздушные пузыри

Полная пропитка ткани

Высокая скорость инфузии

Простота применения



Vitrulan Textilglas Ltd
Москва г, Малая Семёновская, д.9, стр. 3
Т +74951753532101 | М +7-910-001-02-50
E-Mail: Alexey.gorshkov@vitrulan.com
Internet: www.vitrulan.com/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



выставка
участник
системы



независимый
выставочный
аудит

Параллельно проводится выставка:



ПОЛИУРЕТАНЭКС

Шестнадцатая международная специализированная выставка
www.polyurethanex.ru



Специальный
раздел:
**КЛЕИ И
ГЕРМЕТИКИ**



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/compoexporussia



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



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