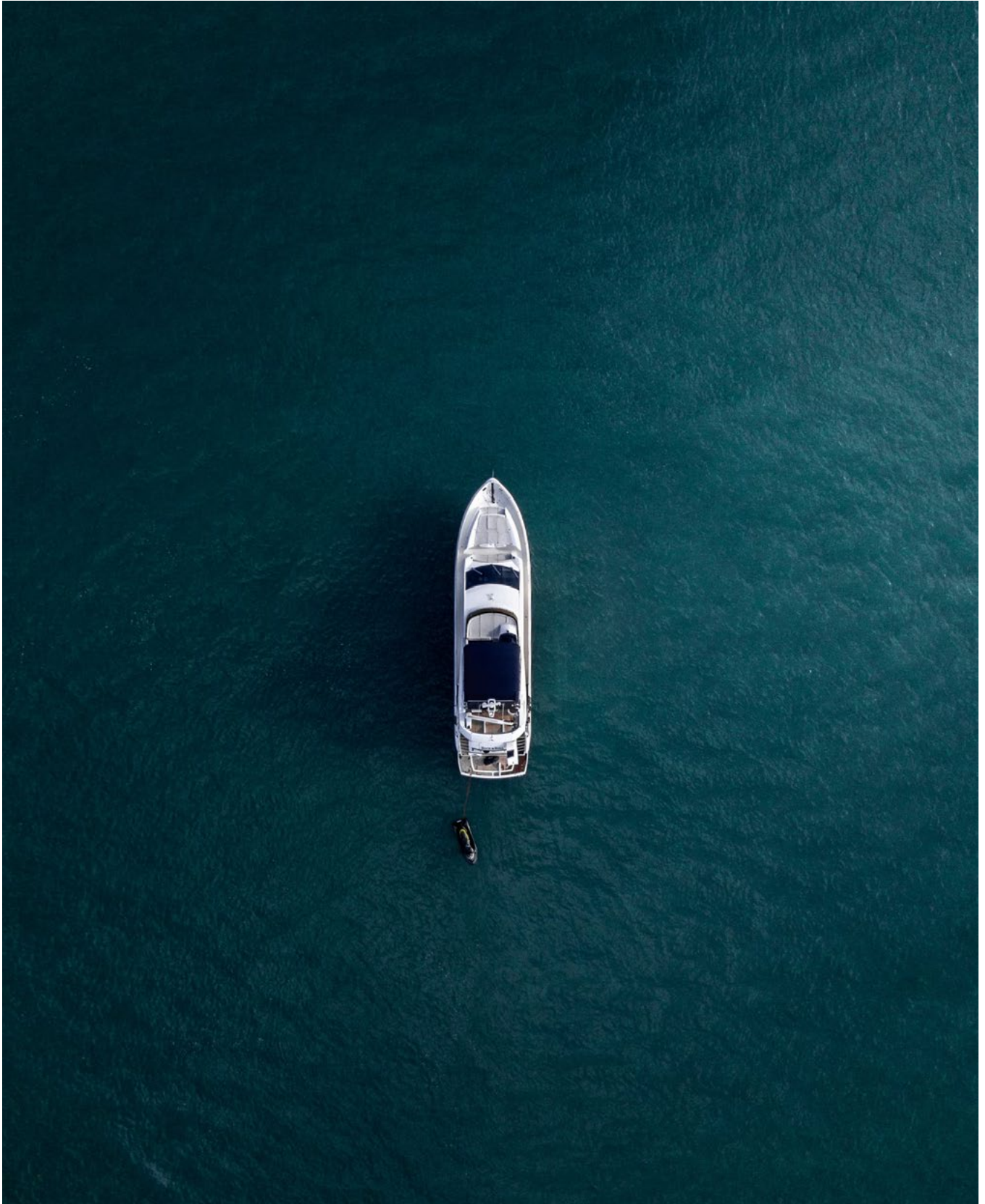
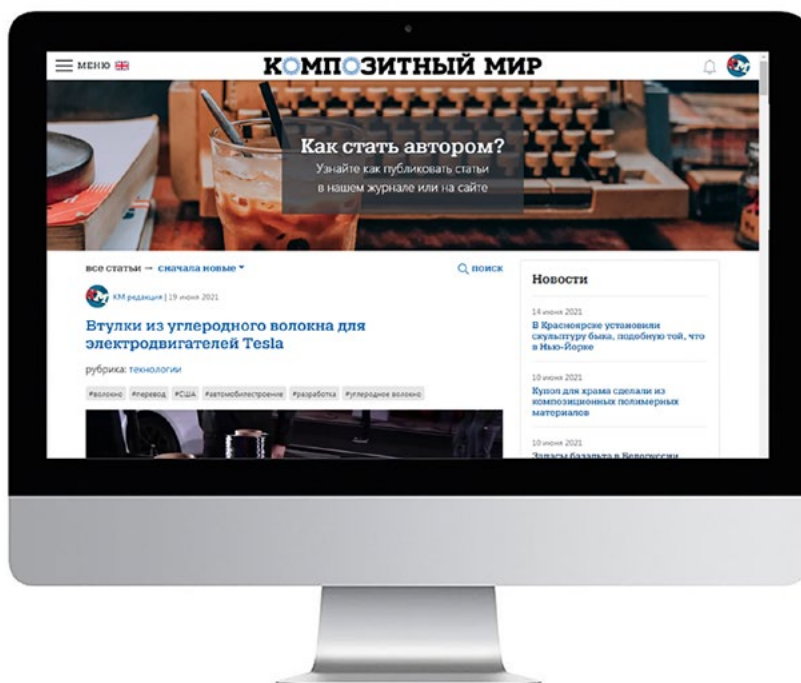


КОМПОЗИТНЫЙ МИР

ISSN 2222-5439

#2 (99)
2022





www.compositeworld.ru



Портал о композитных материалах, их проектировании, производстве и применении



Дорогие друзья!

Думая о том, что произойдет с экономикой России в ближайшей и отдалённой перспективе, я в первую очередь пытаюсь экстраполировать свои рассуждения на композитную отрасль. И прихожу к выводу, что в нынешних условиях можно с уверенностью сказать — всё не так уж и плохо. В сложившейся ситуации отставание от мировой композитной парадигмы будет или небольшим, или по крайней мере незаметным.

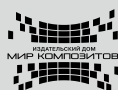
Отечественная композитная отрасль, имеющая корни, уходящие ещё в советское прошлое, развивалась как компетенция Военно-промышленного комплекса. Это уже в Перестройку мы начали пытаться встраивать композиты в гражданскую номенклатуру, формируя спрос, используя в основном импортное сырьё, оборудование и технологии и, чего греха таить, не сильно заботясь о создании своего. Как результат за тридцать лет усилий мы, по-прежнему между 1 и 2% мирового рынка композитов. Так повлияют ли экономические санкции на сложившееся положение дел? Думаю, что нет. Тот объем композитов, который мы выпускали до февраля 2022 года вполне можно обеспечить сырьем и оборудованием в рамках параллельного импорта, возведённого теперь в ранг национальной политики. Мы теперь сами варим основу для смол, а присадки и добавки всегда можно привезти по «параллельной» схеме, тем более для такого небольшого, по мировым меркам, рынка.

Да, скорее всего будут сложности со смолами и армирующими специального назначения, поскольку из-за санкций, нефтяного эмбарго, цен на энергоносители и логистику их стоимость сделает изделия из них запредельно дорогими, но и перечень изделий, которые изготавливались из таких специальных материалов тоже существенно сократится. Конечно, деклараций о важности композитной отрасли в ближайшее время мы услышим много, но для того, чтобы изменить ситуацию не плохо было бы понять — а какую экономическую модель мы будем реализовывать в ближайшие годы. А то мы то закрываем свой рынок, то «всегда открыты». Экономикой у нас управляют политические приоритеты.

Я, может быть, с некоторой иронией, но всегда с надеждой на лучшее!

Читайте с пользой!

С уважением, Ольга Gladунова



Научно-популярный журнал
Композитный мир
#2 (99) 2022

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, 8 (911) 758-73-98
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 подписки:
podpiska@kompomir.ru

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

Фото на обложке: unsplash.com, автор: @nikldn

Номер подписан в печать 20.06.2022

Отпечатано в типографии «Премиум Пресс»
Тираж 7500 экз. (печатная + электронная версия)
Цена свободная

Адрес для корреспонденции:
197374, Санкт-Петербург, а/я 19

Научные консультанты:

Александр Александрович Лысенко — д.т.н., профессор, заведующий кафедрой Наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов им. А. И. Меоса Санкт-Петербургского Государственного Университета Промышленных технологий и дизайна;

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

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

* За содержание рекламных объявлений редакция ответственности не несет.

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

Мнение редакции может не совпадать с мнением автора



Событие

У Российской композитной отрасли промышленности есть перспективы. Итоги Композит-Экспо 2022.....	6
Победители премии JEC Composites Innovation Awards 2022.....	10

Отрасль

Европейский рынок композитов	16
Базальтовые непрерывные волокна (БНВ): характеристики и преимущества. Сырье, технологии и оборудование. Создание заводов БНВ и материалов БНВ.....	18
Любой кризис — это новые возможности.....	28

Материалы

Особенности импортозамещения заполнителей трехслойных конструкций из композитных материалов в судостроении.....	30
Лёгкие препреги.....	36
Быстрая матрица.....	38



Технологии

Цифровое создание нагревательных кабелей по энергосберегающей технологии 40

Наука

Всероссийская научная конференция и молодежный конкурс научных докладов «Наноструктурные, волокнистые и композиционные материалы» 42

Применение

Композитные опоры «СТРЕЛА» закрепились на новой высоте 44

Уникальный руль для лодок на солнечной энергии 45

Комплекс ремонтных технологий полимерными композитами для технологического оборудования и строительных конструкций 46



ГРУППА КОМПАНИЙ
КОМПОЗИТ

Полиэфирные смолы

Эпоксивинилэфирные смолы

Гелькоуты

Сэндвич-материалы

Системы отверждения

Оборудование для стеклопластика

Стекломатериалы

Вспомогательные материалы

193079, Санкт-Петербург
Октябрьская наб., 104
+7 (812) 322-91-70
+7 (812) 322-91-69
office@composite.ru



www.composite.ru



www.composite-shop.ru



У Российской композитной отрасли промышленности есть перспективы. Итоги Композит-Экспо 2022

С 29 по 31 марта 2022 года в ЦВК «Экспоцентр» прошла 14-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.

В 2022 году в выставке приняли участие 90 компаний из 7 стран (Германия, Италия, КНР, Республика Беларусь, Россия, Турция, Франция).

Среди постоянных экспонентов выставки: АЛЬВИС НТО, ЕТС группа компаний, ДУГАЛАК, Норцион, Банг и Бонсомер, Радуга Синтез, БИК-Хеми ГбМХ, Карбон Студио, Еврохим-1 Функциональные добавки, БауТекс, КОРСИЛ ТРЕЙД, АО Электроизолит, Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов, ИНТРЕЙ Полимерные Системы, ИТЕК-МА, Лойко Рус, Полимерпром, СКМ Полимер, Завод герметизирующих материалов, Лавесан Срл, БМП Технолоджи, Мелитэк, МегаПласт, CMS SPA, Композит, Группа компаний, Нева Технолоджи, НЕО Кемикал, Нортекс, Полоцк-Стекловолокно, Татнефть – Пресскомпозит, ХимСнаб Композит, Гласстекс, Гидромания, Эпитал ЭНПЦ и др.

Впервые приняли участие в выставке: Альтерхим ООО, Вирсеми ООО, ВИТРУЛАН Текстильглас ООО, ИНТРА Сервисная Компания ООО, КНИТУ-КАИ им. А. Н. Туполева, Комбинат Каменский ФКП, Красцветмет ОАО, КУДО Торговый Дом ООО, Лабара-Рус ООО, Ламплекс Композит, МЕТАКЛЭЙ Акционерное общество, Пеленг ОАО, СИБУР, Сланцы-Хим ТК, Современные Технологии НС ООО, Суперпласт ООО, Текстима Экспорт Импорт ГбМХ ООО, Формула Карбон ООО, Эксим Химия и др. Полный список участников выставки можно найти на сайте www.composite-expo.ru

Компания Метаклэй представила на выставке МЕТАЛЕН ПЭ-21 — инновационную изоляционную систему монослойного покрытия газо- и нефтетрубопроводов, которая защищает стальные трубы от воздействия агрессивной внешней среды. Технология используется в промышленных масштабах впервые в мире и заменяет собой систему трехслойного покрытия. МЕТАЛЕНТА — композиционный материал на основе модифицированного ПЭ, однонаправленно армированного стекловолокном, и комплекса добавок, придающих материалу повышенную стойкость к термоокислительной деструкции в процессе переработки и эксплуатации. КОУТМЕТ АФМ — порошок на основе полиэтилена и комплекса модифицирующих добавок, улучшающих технологические и эксплуатационные свойства поверхности изделия. Подходит для нанесения защитного покрытия на металлические изделия с поверхностями сложной конфигурации. Обладает высокими адгезионными свойствами и предназначен для создания внешнего и внутреннего антикоррозионного защитного покрытия.

Компания Vitrulan Composites Oy занимается разработкой и производством специальных высокопрочных армирующих покрытий на основе углеродного и стекловолокна. На выставке представила HighFlow от Vitrulan — инновационную ткань, оптимизирующую пропитку сухой упаковки NCF в процессе инфузии смолы и помогающая производить композиты быстрее и эффективнее. Одним из её применений являются лопасти роторов для ветряных турбин и морской промышленности. Преимущества с первого взгляда: способствует полному смачиванию ткани и сводит к минимуму образование пузырьков воздуха;

обеспечивает максимальное вливание смолы с увеличением скорости процесса на 300–500% для всей структуры ламината.

Компания СУПЕРПЛАСТ продемонстрировала разработки в области базальто-наполненных термопластов, характеристики которых превосходят существующие мировые аналоги. Инновационный продукт компании — базальтокомпозитная фибра (мини арматура) для армирования бетонов.

Компания Татнефть-Пресскомпозит представила на выставке проект, в результате которого на российский рынок будет представлена принципиально новая экологичная композитная продукция. Компания изготовила первые образцы новых композитных профилей и скамеек с использованием натурального материала — льна. Уже сегодня в изготовлении композитных изделий лён заменил стекломатериал до 5%. Композитная продукция призвана заменить традиционные материалы (сталь, дерево и пр.) благодаря ряду преимуществ: коррозионная стойкость, наиболее высокое соотношение прочности и собственного веса, долгий срок службы и значительное снижение углеродного следа. Использование в качестве сырья материала растительного происхождения — лён, позволит компании не только еще больше снизить углеродный след, что соответствует его осознанному и ответственному экологическому ESG-курсу, но и полностью исключить в будущем токсичные отходы. Подобная «ЕСО» продукция может быть использована при благоустройстве парковых, городских территорий.

ФКП Комбинат Каменский — одно из крупнейших на Юге страны предприятий химической индустрии — представил на своём стенде полиэфирные смолы серии «ПОЛИКАМ», которые выпускаются для широкого спектра общепромышленного применения, как связующее при изготовлении конструктивных материалов. Смолы «ПОЛИКАМ» применяют для изготовления ёмкостей, труб, декоративных изделий, литьевого камня, композитного листа, полимербетонов, стеклопластиков различного назначения. В комби-





нации с усиливающими волокнами и наполнителями имеют низкую объемную усадку, легкое смачивание стекловолокна. Выбор связующего определяет конечные характеристики получаемого материала. Смолы представлены в различных модификациях: предускоренные, тиксотропные, с низкой эмиссией стирола. Наличие специализированной научно — исследовательской лаборатории, позволяет изготавливать продукцию с адаптированными под потребителя характеристиками.

Компания Лабара-Рус, специализирующаяся на механической обработке электроизоляционных и композитных материалов для всех видов электротехнического и энергетического оборудования, представила конструкционный стеклопластиковый профиль собственного производства, который может использоваться при изготовлении несущих конструкций, каркасов зданий, сооружения мостов, навесов, остановочных комплексов. Из данного профиля изготавливают перильные ограждения внутри помещений и ограждения парковых и пешеходных зон, садовых и земельных участков, ограждения мостов. За счет прекрасных диэлектрических свойств из конструкционного стеклопластикового профиля из него изготавливают лестницы и стремянки. Широко применение находит данный профиль при изготовлении опор освещения, флаштоков, при оборудовании дренажных систем, кабель-каналов.

Важным событием деловой программы выставки «Композит-Экспо 2022» стала вторая научно-практическая конференция «Практические аспекты применения композитных материалов в различных отраслях промышленности», которая прошла 30 марта 2022 года, в Конференц-зале на территории экспозиции павильона №1. Конференцию посетили более 60 специалистов. Приветствовал делегатов Конфе-

ренции Генеральный директор ООО «ВК «Мир-Экспо» Банников Владимир Алексеевич. Модератором Конференции выступила Главный редактор журнала «Композитный мир» Ольга Игоревна Гладунова.

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

Генеральный директор АО ЭНПЦ Эпитал Татьяна Лапицкая выступила с презентацией «Высокопрочные термостойкие эпоксидные матрицы для изготовления изделий, оснастки и нанесения покрытий».

Об инновационных тканях из стекло- и углеволокну для современных композитных изделий рассказал специалист отдела продаж ООО ВИТРУЛАН Текстиль-глас Денис Комаров.

Научный сотрудник Институт физики твердого тела Российской академии наук (ИФТТ РАН) Сергей Галышев посвятил свое выступление углеалюминию и влиянию свойств матрицы на прочность материала.

Маринин Владислав, менеджер по работе с ключевыми клиентами ПАО СИБУР рассказал об открытии первого производства малеинового ангидрида на территории Российской Федерации.

Ведущий технический специалист компании Нео Кемитал Анна Резцова рассказала об тенденциях развития рынка композитов в условиях дефицита.

Начальник отдела неразрушающего контроля Сабреков Марат Альфритович НПК ТЕХНОВОТУМ выступил с презентацией «Диагностика композитных материалов, современные средства и методы. Задачи и их решения».

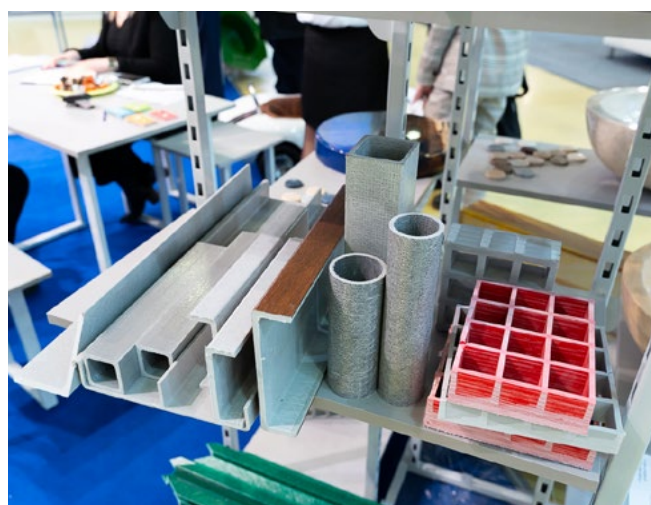
Новым композиционным материалам марок Аристар и Аристид для изделий космической, авиационной и других видов техники посвятил свое выступление

Заместитель Генерального директора по научной работе «Научно-исследовательский институт космических и авиационных материалов» Вихров Илья Александрович.

Одновременно с «Композит-Экспо» прошла 13-я международная специализированная выставка «Полиуретанэксп», 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 2022 году выставке «Полиуретанэксп» приняли участие 40 экспонентов из 7 стран (Германия, КНР, Республика Беларусь, Россия, Турция, Объединённые Арабские Эмираты, Иран). Среди постоянных экспонентов выставки: Хантсман, Дау Изолан, ТЕНТОНН, Каннон Евразия, Ваньхуа-БоршодКем, Владипур НВП ООО, АСД-техника, Кьюбекс Логистикс, НИИ полимеров, С.П.Б. ООО, Полимер-Комплекс ПК, Алькор ТФ, ДЕПСОЛ ПОЛИМЕРС, Диафор ООО, Д-Формер ООО, Заволжский Пигмент ООО, Кимтекс Полиуретан, Селеста ПК, Технологические Машины ООО, Джихуа Химия и др.

В 2022 году на выставках «Композит-Экспо» и «Полиуретанэксп», на площади около 5400 кв. м, разместились 130 экспонентов, в т.ч. 101 отечественных и 29 зарубежных из 8 стран мира. Выставки посетили более 5 400 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. **КМ**





Победители премии JEC Composites Innovation Awards 2022



Ежегодно премия JEC Composites Innovation Awards отбирает и выделяет самые успешные проекты игроков композитной отрасли.

Церемония награждения в 2022 году прошла 26 апреля в Париже, в присутствии членов жюри, финалистов и победителей. Все желающие смогли наблюдать церемонию в прямом эфире.

Инновации — драйвер композитной отрасли, ее топливо. Премия JEC Composites Innovation Awards — это больше, чем просто церемония награждения. Это возможность стимулировать новые идеи и поощрять сотрудничество между участниками всей цепочки создания конечного продукта. Демонстрация новых и, зачастую, неизвестных широкой общественности проектов на мировой арене всегда повышает энтузиазм среди участников отрасли, открывает новые горизонты и создает возможности для бизнеса. Состав жюри 2022 года:

- Мишель КОНЬЕ, председатель правления, JEC Group
- Кристоф БИНЕТРУИ, профессор машиностроения, EC Nantes
- Киёси УЗАВА, профессор/директор Инновационного композитного центра Технологического института Канадзавы
- Сунг Кю Х.А., профессор Университета Ханьян
- Брайан КРУЛЛ, директор по инновациям, Magna Exteriors Inc.
- Карл-Хайнц ФУЛЛЕР, менеджер Future Outside and Materials, Mercedes Benz AG
- Дениз КОРКМАЗ, технический директор, Kordsa Teknik Tekstil AS
- Генри ШИН, руководитель центра, K-CARBON
- Вероник МИШО, доцент/директор EPFL — Лаборатории обработки перспективных композитов
- Алан БЭНКС, менеджер по инновациям в сфере



100% термопластичная панель для внутренней отделки салона

- легких материалов, Ford Motor Company
- Энцо КРЕСЧЕНТИ, технический руководитель и эксперт по композитным материалам, Airbus

Победители по номинациям

Номинация: Аэрокосмическая промышленность — Применение

Полностью выполненная из термопластичных материалов панель для внутренней отделки салона **Diab (Швеция)**

www.diabgroup.com

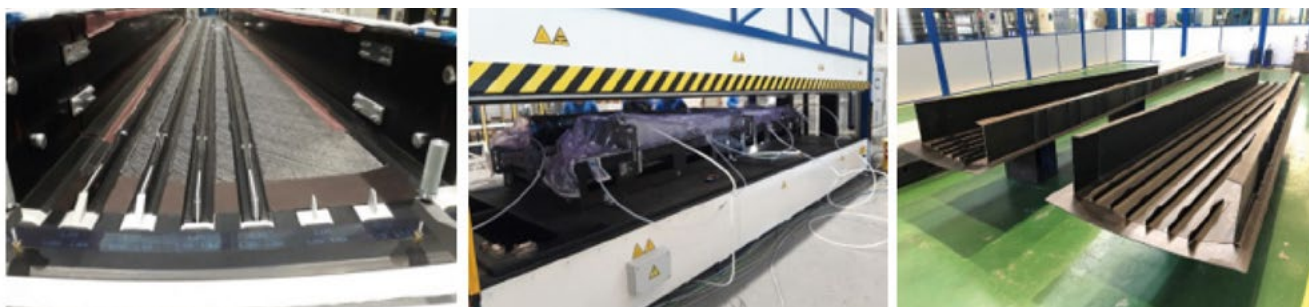
Партнеры: Rescoll (Франция), AkzoNobel (Нидерланды), Roctool SA (Франция).

Компания Diab разработала состоящую на 100 % из термопластичных материалов и пригодную для вторичной переработки сэндвич-панель для отделки интерьера салона аэрокосмической техники.

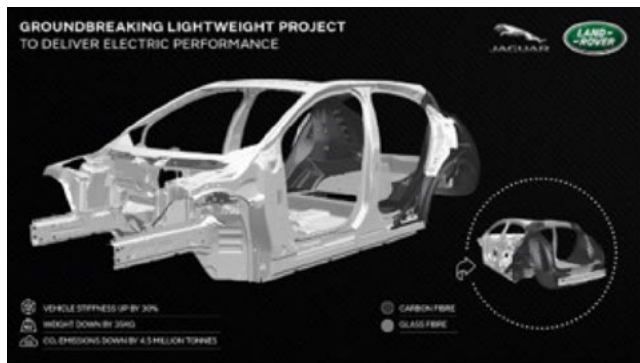
Данная сэндвич-панель состоит из пенопластового наполнителя Diab Divinycell TP, обшитого термопластичными ламинатами. Ламинированные слои приформовываются непосредственно к основе из пенопласта без использования клеевой пленки с помощью температуры..

Все материалы, использованные в этой разработке, были протестированы различными компаниями — производителями изделий и комплектующих для аэрокосмической техники и уже внедрены в серийное производство. Таким образом, данная разработка представляет собой конкретное прикладное решение для интерьеров кабин и салонов летательных аппаратов.

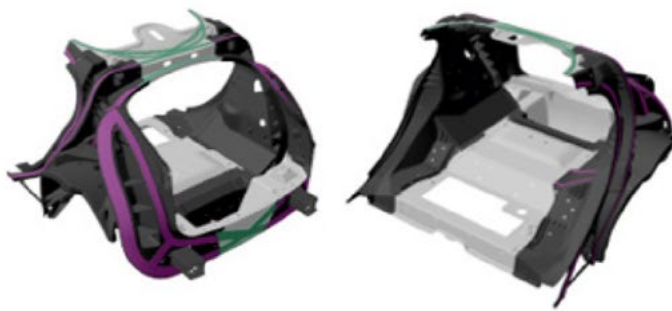
Ключевые преимущества: возможность вторичной переработки; значительная экономия времени производства; низкий вес, соответствие нормативным требованиям REACH (без фенола), одностадийный процесс.



Усовершенствованная технология инфузии для производства планеров



Tucana



Номинация: Аэрокосмическая промышленность — Технология

Усовершенствованная технология инфузии для производства планеров для Airbus MTorres Disenos Industriales SAU (Испания)
www.mtorres.com

Партнеры: Airbus Defence and Space (Испания).

Компания MTorres разработала, протестировала и внедрила усовершенствованную автоматизированную портативную безавтоклавную систему производства конструкции торсионного кессона крыла (включая обшивку, стрингеры, лонжероны и ребра жесткости в одной детали). Представленная технология позволяет избежать процессов сборки и скрепления деталей между собой.

Ключевые преимущества: одностадийный, автоматизированный процесс инфузии; интеграция деталей без крепежа; портативный, энергосберегающий, недорогой процесс.

Номинация: Автомобильный транспорт — Структура

TUCANA
JAGUAR LAND ROVER LIMITED (Великобритания)
www.jaguarlandrover.com

Партнеры: Broetje Automation UK Ltd (Великобритания), CCP Gransden Ltd (Великобритания), EXPERT TOOLING & AUTOMATION LIMITED (Великобритания), TORAY INTERNATIONAL UK LIMITED (Великобритания), Уоркский университет (Великобритания), CFMS LIMITED (Великобритания).

TUCANA — это проект, предназначенный для производства крупнотоннажных элементов конструкций электромобилей. В рамках TUCANA была изменена конструкция всей задней части кузова Jaguar I-Pace.

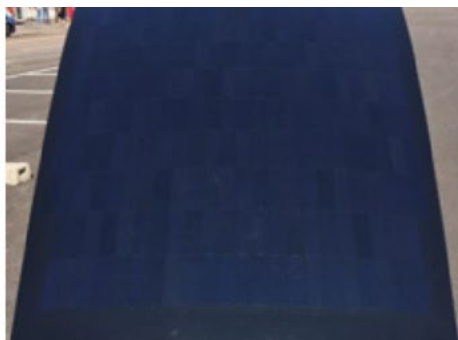
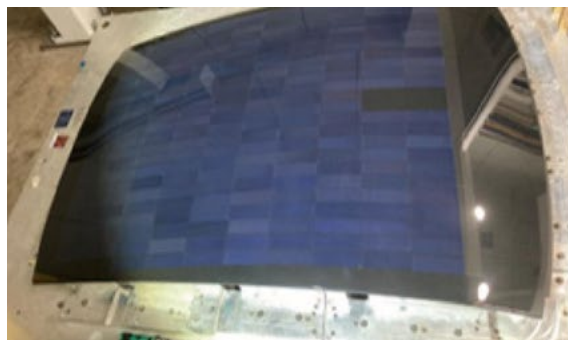
В отличие от традиционно используемых в производстве композитных технологий, как RTM или автоклавное формование, которые из-за периодичности процесса не подходят для производства деталей крупными сериями (более 40 000 шт/год) TUCANA сосредоточилась на изучении возможностей использования специально разработанных для данного проекта формовочных компаундов SMC из углеродных и стеклянных волокон. В рамках проекта была усовершенствована и технология их формования, благодаря чему удалось произвести сложные трехмерные детали с замысловатыми конструктивными особенностями без потери в прочности, чего не получилось бы достичь традиционными методами.

«Авторские» материалы, особые параметры формования и запатентованный метод моделирования стали ключом к успеху.

Ключевые преимущества: снижение выбросов CO₂ как фактор, способствующий внедрению электромобилей; более легкая и одновременно более жесткая конструкция кузова, отвечающая конструктивным требованиям автотранспорта; уменьшение количества деталей, простота внедрения, экономия трудозатрат и энергоресурсов при производстве.

Номинация: Автомобильный и дорожный транспорт — Поверхность

Бесшовная интеграция гибкой солнцезащитной пленки в армированный композитный материал



Бесшовная интеграция гибкой солнцезащитной пленки в армированный композитный материал



Вторичное использование термореактивных композитов в строительных конструкциях

Audi AG (Германия)

www.audi.de

Партнеры: Mubea Carbo Tech GmbH (Австрия), Apollo Power Ltd. (Израиль).

Бесшовная интеграция гибкой солнцезащитной пленки в автомобильные детали из армированного волокном пластика (крыша, капот и т. д.) для крупносерийного применения с использованием процесса литья смолы под высоким давлением.

Инновация включает в себя интеграцию неинкапсулированных гибких пленок от Apollo Power (Израиль) в композитные детали, сформованные по технологии HP-RTM в Mubea Carbo Tech (Австрия).

Конечный продукт продемонстрировал отличную эффективность в защите от солнечной энергии при более меньшем весе (на 50 % легче по сравнению со стандартной солнцезащитной стеклянной крышей) и соответствие автомобильным стандартам качества. В конечном счете, детали, изготовленные из экологически чистых материалов, таких как натуральные волокна (например, лён), биосмолы и солнцезащитная пленка, могут значительно сократить выбросы CO₂. Кроме того, могут быть реализованы сложные 3D-формы с более высокой степенью драпировки, и, таким образом, технология может быть перенесена на другие компоненты и отрасли (например, железнодорожную или аэрокосмическую).

Ключевые преимущества: легкая конструкция (снижение веса более чем на 50% по сравнению с крышей из солнцезащитного стекла); поверхность класса А с высокой эстетикой и свободой дизайна; высокая скорость производства с использованием быстроотверждаемой смолы (< 20 мин на деталь); возможность комбинировать гибкую солнечную пленку с натуральными волокнами и биосмолами.

Номинация: Строительство и гражданское строительство

Вторичное использование термореактивных композитов в строительных конструкциях

Windesheim (Нидерланды)

www.windesheim.nl

Технология повторного использования отслуживших термореактивных композитов позволяет их вто-

ричное применение в новых продуктах. Технология предусматривает измельчение композитных деталей на более мелкие, такие как полосы или чешуйки. Которые, в свою очередь, служат армирующими элементами для новых изделий. Необходимо лишь добавить немного исходной смолы (связующего) и армирующих компонентов. Новые изделия могут быть повторно переработаны тем же методом, когда их срок эксплуатации подойдет к концу. Таким образом, технология представляет собой «круговое» решение для термореактивных композитных изделий, таких как лопасти ветроэнергетических установок (ВЭУ) или композитные корпуса лодок.

Ключевые преимущества: переработка термореактивных композитов с истекшим сроком службы; технология переработки для отработавших свой срок лопастей ВЭУ и композитных корпусов лодок.

Номинация: Дизайн, мебель и дом

Kairlin®: новый перерабатываемый и компостируемый материал

KAIROS (Франция)
Партнеры: Ecotechnilil (Франция), Университет Южной Бретани (Франция), Университет Портсмута (Великобритания).

Kairlin® — это перерабатываемый и компостируемый биоматериал, позволяющий производить и в последующем перерабатывать дисплеи для торговых точек и вывесок с минимальным воздействием на окружающую среду.

Kairlin® представляет собой композитную панель: полилактид, армированным льняным материалом, разработанный для монолитных и сэндвич-структур. Эти биопанели имеют малый вес, контролируемую толщину, отличное качество поверхности, а также просты в обработке. На каждом этапе своего жизненного цикла, от выращивания льна, из которого он состоит, до его окончательной переработки, Kairlin® был протестирован в промышленном масштабе, чтобы доказать постоянство свойств. Kairlin® производится из льна, выращенного и переработанного в Нормандии (Франция). Kairlin® перерабатывается одностадийным компрессионным формованием с очень коротким временем цикла, что обеспечивает высокую производительность при низких затратах.

Ключевые преимущества: зеркальная поверхность;



Kairlin®: новый перерабатываемый и компостируемый материал

экологичность; низкий вес; высокие механические характеристики; возможность вторичной переработки по окончании срока службы; местная и замкнутая экономика.

Номинация: Оборудование и машины

Наматывая будущее — технология Fibraforce
Fibraworks GmbH (Германия)

fibraworks.com

Партнеры: Hille Engineering GmbH & Co. KG (Германия), SEM GmbH (Германия), Quality Automation GmbH (Германия), Fibraforce AG (Швейцария).

Усовершенствованный процесс намотки облегчает производство энерго- и ресурсосберегающих, пригодных для повторного использования изделий для легкого и крупномасштабного строительства.

Гибкий (независимый от материала) и экономичный запатентованный процесс намотки впервые позволяет крупномасштабное производство разнонаправленных волокнистых полуфабрикатов с термопластичной матрицей, так называемых Organo-Coils, изготавливаемых по индивидуальному заказу (из натуральных, стеклянных или углеродных волокон). Клиент сам может выбрать степень наполнения и конечную ориентацию армирующего наполнителя (от 30° до 70°, которые могут быть дополнены слоями 0° и 90°). В результате получаются биаксиальные, трехосные или четырехосные катушки по индивидуальному заказу.

Ключевые преимущества: сверхбыстрое производство термопластичных композитов со скоростью до 675 кг/ч; гибкая технология для различных комбинаций материалов; технология учитывает потребности клиентов для оптимизации производства и сокращения отходов.

Номинация: Морской транспорт и судостроение

Лопастей морского винта из Voith «Carbon4Stack»

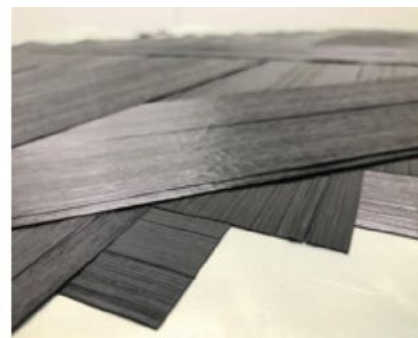
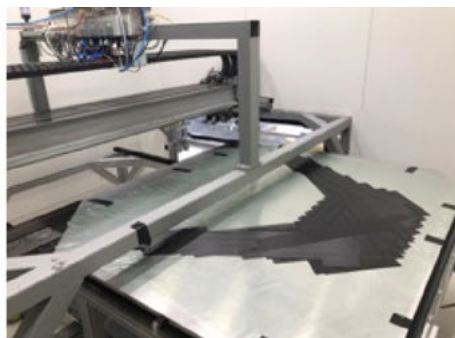
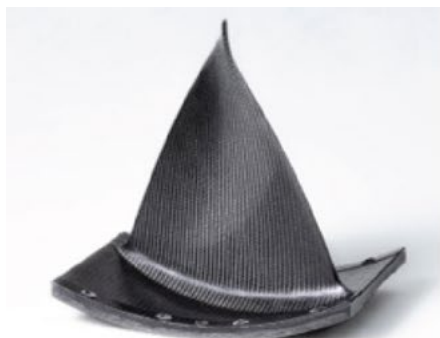
Voith Composites SE & Co. KG (Германия)

www.voith.com/composites

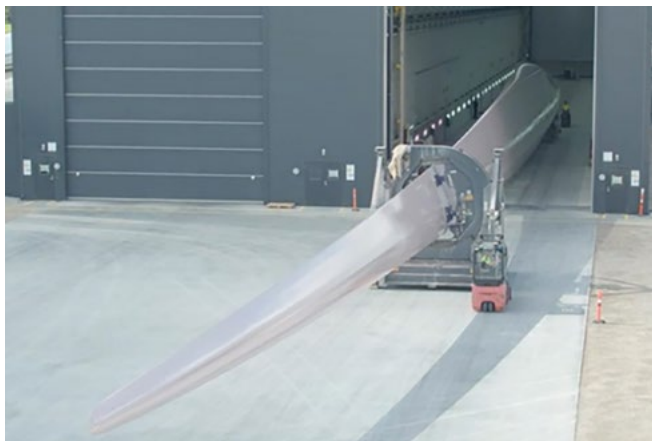
Партнеры: Voith Turbo VTA (Германия), Gurit (Великобритания), COTESA GmbH (Германия).

Углепластиковые лопасти несущего винта Voith Inline Thruster изготавливаются из ламинированного материала Voith — революционного препрега (Carbon4Stack).

Инновационная конструкция углепластиковой лопасти несущего винта Voith Inline Thruster (VIT) обеспечивает максимальную маневренность судна с морской воде и является результатом тесного сотрудничества компаний Voith Composites, Voith Turbo, Gurit и Cotesa. Лопасти изготавливаются с использованием ламинированных пакетов (Carbon4Stack), уложенных на автоматизированном оборудовании Voith (VRA NextGen). Преимущества углекомпозитных лопастей ротора перед лопастями из обычных материалов очевидны: материал легче, жестче и более



Лопастей морского винта из Voith 'Carbon4Stack'



Перерабатываемая лопасть

устойчив к коррозии.

Ключевые преимущества: более высокий стандарт качества, благодаря точному автоматизированному ламинированию; более высокая производительность за счет более быстрого/меньшего количества производственных процессов; снижение производственных затрат за счет сокращения стадий процесса; сокращение отходов и снижение производственной опасности.

Номинация: Возобновляемая энергия

Перерабатываемая лопасть ВЭУ **Siemens Gamesa Renewable Energy (Дания)**

Партнеры: Aditya Birla Advanced Materials (Индия).

Компания Siemens Gamesa в сотрудничестве с Aditya Birla Advanced Materials спроектировала, изготовила и подготовила к установке лопасти морских ветряных турбин, которые можно легко разобрать и переработать.

RecyclableBlade это высококачественная, перерабатываемая лопасть. Новая разработка Siemens Gamesa. После вывода из эксплуатации лопасть можно переработать, растворив матрицу в слабокислых условиях, что предотвратит ненужное захоронение. Армирующие компоненты и металлические детали

могут быть восстановлены в хорошем качестве. Восстановленная матрица и армирующие компоненты могут быть повторно использованы.

Ключевые преимущества: процесс переработки с низким энергопотреблением; экологичность; не оставляет отходов, только ресурсы; материал прост в использовании, предназначен для длинных лопастей.

Номинация: Спорт, досуг и отдых

Тормозной кожух из терморепактивных и термопластичных биокмполитов **Bcomp Ltd. (Швейцария)**

www.bcomp.ch

Партнеры: KTM Technologies GmbH (Австрия), Mitsubishi Chemical Advanced Materials GmbH (Германия), ALBA Tooling & Engineering GmbH (Австрия), Altendorfer Kunststofftechnik GmbH (Германия).

Для изготовления кожуха (крышки) используется предварительно пропитанная терморепактивной смолой техническая ткань Bcomp'ampliTex™, образующая основу легкой и жесткой конструкции. После ее отверждения используется связующий слой CONEXUS от KTM Technologies для соединения с термопластичными (преимущественно полиамидными) ребрами жесткости, крепежными деталями и защитой краев. Благодаря инновационному химическому составу, CONEXUS обеспечивает прямую связь между терморепактивной смолой композита на основе натурального волокна и термопластичными компонентами.

Ключевые преимущества: по сравнению с деталями, изготовленными традиционным литьем под давлением, тормозная крышка Bcomp и KTM Technologies имеет меньший вес, повышенную жесткость и сниженную вибрацию, при этом значительно снижая общий выброс CO₂ этой детали благодаря углеродно-нейтральному ampliTex™. По истечении срока службы соединительный слой позволяет разделить детали из-за более низкой температуры плавления, чем у термопластичного материала. **КМ**



Тормозной кожух на базе терморепактивных и термопластичных биокмполитов



По материалам Промышленной ассоциации армированных пластиков
(The European Market for Fibre Reinforced Plastics/Composites in 2021)
www.avk-tv.de

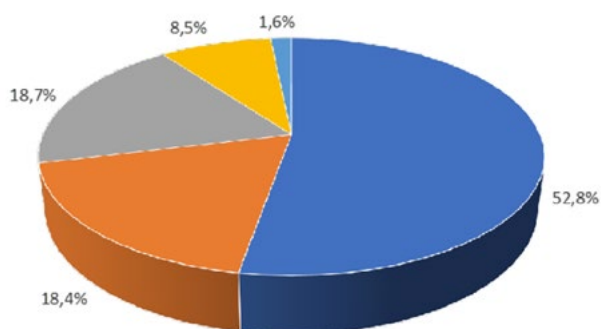
Европейский рынок композитов

После длительного периода активного роста рынка композитов с 2013 по 2018 гг, наступил период регрессии. Пандемия коронавируса, начавшаяся в феврале 2020 г, а также другие неблагоприятные факторы оказали негативное влияние не только на рынок композитов, но и на всю экономику в целом. Объемы производства композитных материалов в Европе сократились более чем на 15%. В 2021 году эта тенденция изменилась. Европейский рынок композитов продемонстрировал рост на 18,3% и практически вернулся на докризисный уровень.

В этом отчете рассматриваются композитные материалы как на основе терморективных связующих, так и на основе термопластов.

Объем мирового рынка композитов в 2021 году составил 12,1 млн тонн, согласно последним данным JEC (www.jeccomposites.com). В 2021 году объем производства европейских композитов вырос на 18,3% (что несколько выше общемировых показателей). Таким образом, объем европейского рынка композитов составил 2 962 000 тонн. Доля Европы на мировом рынке композитов составляет около 25%, как и доля США. Азиатский рынок в настоящее время занимает около 50% мирового производства.

В объемном выражении наибольшая доля производства композитов (более 50%) приходится на транспортный сектор.



- Транспорт
- Электроника
- Строительство
- Спорт и отдых
- Другое

Рынок композитов в % по областям применения в 2021 г

Рынок терморективных композитов

В 2021 году общий объем производства терморективных композитов составил 1 250 000 тонн. Таким образом, на этот класс материалов приходилось 43 % всего композитного рынка Европы. Двумя основными областями применения терморективных композитов остаются строительство /инфраструктура и транспортный сектор.

Рынок термопластичных композитов

Общий объем рынка термопластичных композитов в Европе составил 1 660 000 тонн в 2021 году (источник: АМАС). Доля рынка этих материалов на европейском рынке составляла 57 %. Основная область применения термопластичных композитов — это транспортный сектор, на долю которого приходится более 2/3 рынка.

Основные технологии производства композитов на основе терморективных связующих

За последние 5 лет тенденция изменилась не существенно. По-прежнему, около 28–30% композитов в Европе производятся с использованием СМС, ВМС технологий, около 28% — занимают открытые методы формования (напыление, контактное формование), 10% композитов, как и 10 лет назад, производятся по технологиям закрытого формования — все виды РТМ и вакуумная инфузия, 12% — непрерывные методы формования (пултрузия), 10–12% — намотка (трубы, емкости, баллоны), 8–10% — другие методы.

Объемы производства в Европе по странам

Объем рынка композитов на основе реактопластов в Германии в 2021 году достиг 242 500 тонн (это 19,4 % европейского рынка). Таким образом, Германия остается крупнейшим игроком на европейском рынке. Страны Восточной Европы находятся на втором месте с долей рынка 18,1% и объемом 226 500 тонн. В этот регион входят следующие страны: Польша,

Чехия, Венгрия, Румыния, Сербия, Хорватия, Македония, Латвия, Литва, Словакия и Словения. Также значительную часть европейского рынка композитов занимают Великобритания, Испания/Португалия, Италия и Франция.

Некоторые материалы, которые заслуживают отдельного упоминания

Объем рынка композитов, армированных углеродными волокнами, в 2021 году рос очень динамично, увеличившись на 23% по сравнению с 2020. Объем мирового рынка углекомпозитов увеличился до 147 500 тонн, из которых на Европу приходилось около 1/3. Общий объем в Европе увеличился до 52 000 тонн (источник: Composites United).

Что касается биокомпозитов, армированных натуральными волокнами, этот сегмент также является быстрорастущим. Можно предположить, что рынок этих материалов в Европе составляет более 90 000 тонн. Последний обзор объемов производства за 2012 год зафиксировал объем 92 000 тонн композитов на основе натуральных волокон. (источник: nova-Institut GmbH).

NCF (Non-Crimp Fabrics) — специальные мультиаксиальные ткани. За последние десять лет этот сегмент рынка вырос почти на 40%. Основные области применения — ветроэнергетика, промышленность и судостроение.

Перспективы развития рынка композитов

Глобальные экономические и политические события в настоящее время крайне затрудняют прогнозирование будущих сценариев экономического развития рынка композитов не только в Европе, но и во всем мире. Переход Германии к возобновляемым источникам энергии значительно ускорился после ядерной катастрофы в Японии в 2011 году. Это, в свою очередь, увеличило спрос на новые виды энергии и инфраструктуру для их обеспечения. Ветроэнергетика здесь играет центральную роль, не только в Германии, но и в других европейских странах. Ожидается, что эта тенденция (переход к альтернативным источникам энергии) значительно укрепит в ближайшие годы во всей Европе.

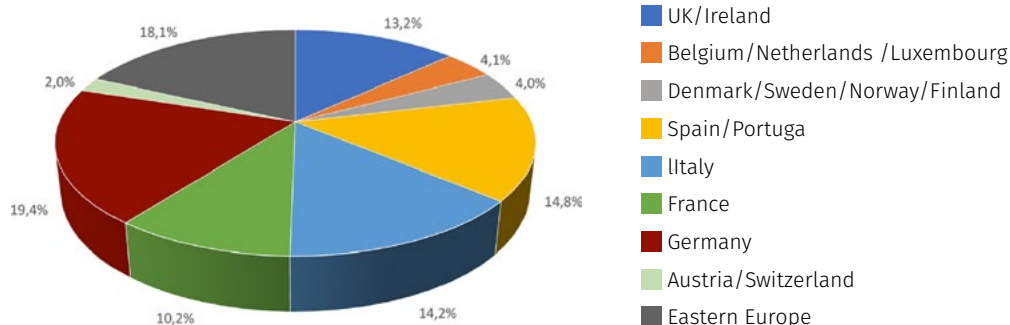
Сфера транспорта, логистики и мобильности также тесно связана с поставками энергии. Цены на топливо в последние месяцы резко выросли. Поэтому развитие электромобилей и всей необходимой инфраструктуры для этого направление открывает новые возможности для композитов. И ключевыми факторами здесь являются долговечность, низкие эксплуатационные расходы и устойчивость к атмосферным воздействиям.

Сильное негативное влияние на композитную промышленность оказала пандемия коронавируса. Воздействие вируса было самым серьезным испытанием для рынков после финансово-экономического кризиса 2008/2009 гг. Особенно сильно пострадал транспортный сектор. Авиастроение было почти полностью остановлено и восстанавливается очень медленно. Почти все композитные направления сегодня испытывают сложности с логистикой и высокими ценами на сырье. Геополитические события последних месяцев усугубили без того сложную ситуацию. Международные логистические цепочки практически не работают.

Совершенно ясно одно: невозможно предсказать долгосрочное развитие событий — в игре слишком много неизвестных факторов.

Тем не менее, безусловно, существует множество областей применения для композитов. Их уникальные свойства и выдающиеся способности — кажутся почти predetermined. В дальнейшем мы ожидаем позитивных изменений, прежде всего, в ветроэнергетике и отрасли коммерческого транспорта. Но и инфраструктурные применения композитов также предлагают множество возможностей, таких как вышеупомянутое расширение инфраструктуры для электроавтомобилей, строительство и ремонт мостов. Эти области дополняются расширением сети 5G, где специалисты отмечают перспективы для использования композитов.

Ключевые компании на рынке композитов должны быть еще более настойчивы в продвижении преимуществ этих материалов. Коррозионная стойкость, свобода дизайна, несущая способность, высокая прочность и жесткость, долговечность, низкие эксплуатационные расходы — это лишь некоторые из преимуществ, которые необходимо продвигать более широко. Будущее хранит много возможностей, некоторые из которых еще только предстоит открыть в предстоящие годы. Композиты — это материалы будущего. **КМ**



Распределение европейского рынка реактопластов по регионам в %

Оснос С. П.,
Рожков И. А.,
Федотов А. А.

Basalt Fiber Materials Technology Development Co.

Базальтовые непрерывные волокна (БНВ): характеристики и преимущества. Сырье, технологии и оборудование. Создание заводов БНВ и материалов БНВ

В статье представлены: характеристики и преимущества базальтовых непрерывных волокон (БНВ); технологии и характеристики оборудования промышленного производства БНВ; информация о применении материалов и изделий на основе БНВ в промышленности, строительной отрасли, дорожном строительстве и энергетике.

Задача статьи — способствовать созданию современных промышленных производств БНВ, армирующих и композитных материалов (АКМ) — заводов БНВ-АКМ. В этом ключе представлен опыт и предложения компании Basalt Fiber Materials Technology Development («BFM TD») по созданию заводов БНВ-АКМ от выбора требуемого базальтового сырья, проектирования завода, создания промышленного производства и системы сбыта продукции завода.

Базальтовые волокна (БНВ) в силу совокупности своих прочностных характеристик, химической и термической стойкости, теплоизоляционных характеристик, низкой гигроскопичности, долговечности эксплуатации находят все более широкое применение в базовых отраслях промышленности, энергетике, строительстве, дорожном строительстве и коммунальном хозяйстве.

БНВ и материалы на их основе имеют следующие основные характеристики:

1. Удельная прочность БНВ на разрыв существенно, в 2.5 раза, превышает этот показатель для легированных сталей. В таблице 1 представлены данные по удельной прочности БНВ на разрыв [1].
2. Коррозионная и химическая стойкость базальтовых волокон (БВ). Базальтовые породы и, соответственно, БВ обладают высокой химической стойкостью к воздействию окружающей и агрессивных сред: морской воды, растворов солей, кислот, щелочей. Химическая стойкость БНВ открывает широкие перспективы их применения для материалов и конструкций, работающих под воздействием окружающей среды до 100 лет и десятки лет в химически активных средах.
3. Термическая стойкость БВ — длительное применение при температурах до 600°С, андезитобазальтовых волокон до 800°С, андезитовых — до 900°С. На основе БВ изготавливают негорючие и пожаростойкие материалы, которые могут эксплуатироваться при высоких температурах. Диапазон температур применения теплоизоляционных материалов из базальтовых супертонких волокон (БСТВ) и БНВ от -200 до +600°С.
4. Высокие термо- и звукоизоляционные характеристики. Данные по теплопроводности материалов из БСТВ с диаметром элементарных волокон 0.5–4 микрон представлены в таблице 3 [1]. В таблице 4 представлены характеристики звукоизоляционных материалов из БСТВ с диаметрами элементарных волокон 1–4 мкм, плотностью $\rho = 15 \text{ кг/м}^3$, толщиной 30 мм. Термо, звукоизоляционные материалы на основе супертонких и непрерывных базальтовых волокон негорючи, при нагреве и пожаре не дымят и не выделяют вредных веществ. Это особо важно для их применения в автомобильной, авиационной промышленности и судостроении, при строительстве ответственных и высотных зданий.
5. Низкая гигроскопичность в 6–8 раз ниже, чем у

стекловолокна. Поэтому тепло- и звукоизоляционные материалы только из БВ применяют в авиационной промышленности и судостроении [2].

6. Стойкость и долговечность к знакопеременным нагрузкам и вибрациям. БНВ применяют для производства баллонов высокого давления (250 бар), рассчитанных на сотни циклов заправки. Композиты БНВ под воздействием длительных знакопеременных нагрузок практически не имеют следов усталостных разрушений — трещин и других признаков нарушений целостности. Так, композитные БНВ прутки $\varnothing 10, 12 \text{ мм}$ более 20 лет беспрерывно эксплуатируются на подвеске вибростанков мукомольных заводов.
7. Ударная прочность композитов БНВ. БНВ применяют для производства ударостойких бамперов, дорожных отбойников, бронешитов, брони. Энергия удара поглощается БНВ материалом, благодаря армированию волокнами не происходит разрушения композитного изделия.
8. Возможность производства материалов и изделий БНВ с применением различных технологий: формовки, пултрузии, намотки, вакуумной формовки, штамповки, напыления и других «холодных технологий», не требующих затрат энергоресурсов. Перспективным направлением является производство композитов БНВ на основе препрегов (пропитанных связующим ровингов, тканей, нетканых материалов, базальтовой бумаги). Применение препрегов позволяет производить композитные БНВ материалы высокого качества и повышенной прочности.
9. Совместимость с другими материалами: металлами, пластиками, композитами, гелькоутами. Соединения клеевые. Это открывает широкую перспективу производства целого спектра комбинированных композитных материалов и изделий: сотовых и многослойных конструкций, армированных БНВ пластмасс, панелей, обшивок, несущих балок, кузовов и деталей автомобилей, корпусов судов, конструкций надстроек и др. Возможность производства композитных изделий с покрытиями из гелькоутов — долговечных внешних покрытий.
10. Высокие эксплуатационные характеристики материалов и изделий из базальтовых волокон: стойкость к воздействию окружающей среды и агрессивных сред, долговечность, удельные прочностные и весовые показатели, красивый внешний вид, ремонтпригодность.

Таблица 1

Диаметр элементарных волокон, микрон	5.0	6.0	8.0	9.0	11.0
Удельная прочность элементарных БНВ на разрыв, кг/мм ²	215	210	208	214	205

Таблица 2

Величина текс (вес в граммах 1000 м ровинга)	Разрывная нагрузка: (Н)
600	400
1200	700

Таблица 3

Плотность, кг/м ³	20	30	60	80	100	120	140
Коэффициент теплопроводности, ккал/м ч град							
При перепаде температуры, 50°С	0.0405	0.0375	0.0345	0.0340	0.0360	0.0380	0.041

Таблица 4

Зазор между БСТВ и изолируемой стенкой 0.0 мм.							
Диапазон частот, Гц	100–300			400–900		1200–7000	
Нормальный коэффициент звукопоглощения	0.05–0.15			0.22–0.75		0.85–0.93	
Величина зазора между БСТВ и изолируемой стенкой 100 мм.							
Диапазон частот, Гц	100–200			300–900		1200–7000	
Нормальный коэффициент звукопоглощения	0.15			0.86–0.99		0.74–0.99	

11. Разработки компании «BFM TD» в области технологий БНВ и оборудования позволили существенно снизить энергоёмкость и себестоимость производства [3, 4]. БНВ имеют наиболее предпочтительное соотношение «характеристики — стоимость» [5].

(АКМ), ткани, нетканые материалы, препреги потенциально востребованы на мировом рынке в объемах 4–5 миллионов тонн в год, что требует создания крупных современных заводов БНВ-АКМ.

Преимущества БНВ

БНВ — единственные волокна, которые производятся из природного сырья — базальтовых пород. При этом запасы базальтов для производства волокон достаточно доступны и огромны.

Базальтовые породы магматического происхождения имеют высокие характеристики по прочности, химической и термической стойкости. Соответственно, базальтовые волокна также обладают прочностными характеристиками в сочетании с высокой химической и термической стойкостью [1, 2].

Базальты — готовое сырье для производства волокон. Основные энергозатраты на подготовку базальтового сырья выполнены в природных условиях. Поэтому производство БНВ требует существенно меньше энергоресурсов, чем производство стекловолокна (СВ) и углеродных волокон (УВ).

Доступное природное сырье, низкие энергозатраты, применение современного технологического оборудования обеспечивают низкую себестоимость производства БНВ. Производство БНВ является экологически чистым и полностью отвечает современным требованиям по экологии, декарбонизации промышленности и энергетике.

Совокупность характеристик, преимущества БНВ, низкая себестоимость производства определяют возможность широкого применения материалов БНВ в базовых отраслях промышленности: машиностроении, автомобильной [6], авиационной [7, 8], судостроении, энергетике [9], строительной отрасли [10, 11], дорожном и гидротехническом строительстве [12], коммунальном хозяйстве.

Объемы производства БНВ и материалов БНВ в настоящее время составляют около 70 тысяч тонн в год. БНВ, армирующие и композитные материалы

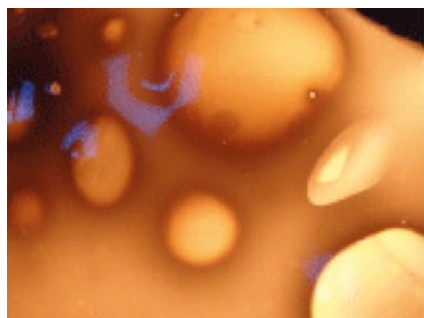
Планирование заводов БНВ-АКМ

При планировании создания завода БНВ первым возникает вопрос (а) выбора базальтов местных карьеров и месторождений, наиболее пригодных для производства непрерывных волокон. Второй вопрос (b) — выбор оптимального места размещения завода БНВ-АКМ, разработка предварительного (аван) проекта завода, оценка сметы строительных работ и подвод инженерных коммуникаций. (с) Инвесторам и финансовым структурам обязательно нужен профессиональный детальный бизнес план с финансовой моделью создания завода БНВ-АКМ и выхода его на проектную производительность, данными о рентабельности производства и возврату инвестиций, проработкой рынков и планированием сбыта продукции завода. Поэтому создание заводов БНВ-АКМ начинают с выполнения подготовительных работ а, b и с.

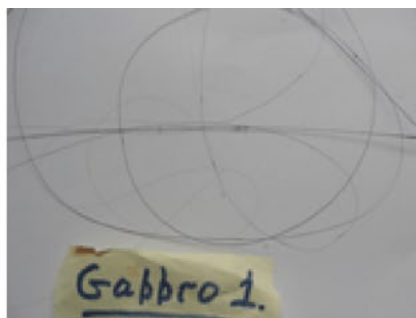
а) Базальтовое сырье для производства волокон и чешуи

Базальтовые породы относятся к породам магматического происхождения и имеют множество разновидностей: базальты, андезиты, андезитобазальты, диабазы, долериты, порфириды, габбро-диабазы, габбро, амфиболиты и другие. Базальтовые породы достаточно распространены в мире. Однако далеко не каждое месторождение базальтов (по статистике не более 10–12%) пригодно для производства волокон, а особенно непрерывных волокон. Сырьем для производства супертонких волокон, непрерывных волокон и чешуи являются основные базальтовые породы [2, 13]. Специалистами компании накоплен значительный опыт проведения исследований месторождений базальтовых пород для производства

Исследование расплава базальта в лабораторной тигельной печи



Первичные волокна, вытянутые из расплава образца базальта на лабораторной установке



Бухты первичного БНВ, полученные на опытно-промышленной установке ВСФ 10



Рисунок 1

БНВ. Для выбора требуемого базальтового сырья проведена классификация месторождений базальтовых пород и определены типы месторождений, наиболее пригодные для производства БНВ, разработана методика и созданы специализированные лабораторные установки для плавления образцов базальтов, исследования их расплавов, вытяжки и оценки качества первичных непрерывных волокон [13, 14, 15].

Методика обследования месторождений базальтовых пород, отбора образцов, исследования их расплавов и полученных первичных волокон:

1. Обследование местных карьеров и месторождений базальтовых пород, их геологической структуры, типа месторождений, ориентировочных объемов. Отбор образцов с разных мест месторождения для проведения лабораторных исследований.
2. Плавление образцов в лабораторной тигельной установке. Исследования характера плавления и полученного расплава, оценка вязкости и качества расплава при различных температурах, способности расплава к волокнообразованию.
3. При положительных результатах продолжение исследований образцов в лабораторной плавильной установке с вытяжкой первичных волокон. Проведение повторных исследований плавления и оценки качества расплава, его способности к волокнообразованию, параметров вытяжки первичных волокон и оценка качества первичных волокон.
* *Примечание. Методика предусматривает проведение химического анализа образцов базальтов, которые получили высокую оценку по результатам плавления и вытяжки первичных волокон. Компания имеет и формирует базу данных химических составов базальтовых пород, из которых производят БСТВ и БНВ, проводит анализ характеристик волокнообразования расплавов и первичных волокон в зависимости от химических составов.*
4. По результатам обследований месторождений и лабораторных исследований образцов компания готовит отчет и заключение о возможности производства БНВ.
5. При создании промышленного производства БНВ на первой опытно-промышленной установке ВСФ 10 производится наработка первых партий БНВ,

отработка промышленных технологий производства БНВ, обучение технологов, мастеров и операторов установок, а в дальнейшем входной контроль качества поступающего базальтового сырья.

Представленные методика, лабораторные и опытно-промышленные установки позволяют обеспечить выбор требуемого базальтового сырья для создания завода БНВ. Фото процесса исследования образцов месторождения базальтов на степень пригодности для производства БНВ (Рисунок 1).

б) Аван проект завода БНВ, армирующих и композитных материалов (АКМ)

В зависимости от планируемой производительности БНВ, номенклатуры АКМ, композитных изделий, тканей, нетканых материалов, препрегов проектная группа компании «BFM TD» разрабатывает аван проект завода БНВ-АКМ. Аван проект включает планировку земельного участка, конструкции и планировки производственных зданий с размещением технологического оборудования, а также других зданий завода для размещения персонала, лабораторий, мастерских, складов и других помещений, требуемых инженерных коммуникаций, оценку численности персонала завода по категориям работников.

Аван проект нужен для выбора места расположения завода БНВ-АКМ, оценки сметы и сроков строительства зданий завода и подвода инженерных коммуникаций, а также является основой для разработки рабочего проекта строительства завода БНВ-АКМ. Монтаж комплекса технологического оборудования осуществляется в зданиях цехов с инженерными коммуникациями в соответствии с рабочим проектом завода БНВ-АКМ.

Возможно, и есть опыт, создания производств БНВ-АКМ в имеющихся заданиях, при их реконструкции и ремонте, что также требует разработки аван и рабочего проектов.

Проектная группа компании «BFM TD» имеет опыт проектирования и создания целого ряда заводов БНВ производительностью 5–6, 10–12, 25 тысяч тонн с цехами переработки БНВ в материалы и изделия: армирующие материалы (базальтовую фибру, композитную арматуру, армирующие строительные и

дорожные сетки), композитные изделия (профили, тросы, трубы диаметрами от 100 мм до 6400 мм, опоры освещения и ЛЭП, листовые и кровельные материалы и др.), ленты, ткани, нетканые материалы (холсты рубленых волокон, иглопробивные холсты). Указанный опыт и проектные наработки используют при разработке проектов новых более производительных заводов БНВ-АКМ.

с) Бизнес план

Заказчикам и акционерам, инвесторам и финансовым структурам обязательно требуется разработка основательного и профессионального бизнес-плана создания завода БНВ-АКМ с финансовой моделью, планом финансирования и возврата инвестиций, системой сбыта продукции завода для внутренних потребностей страны и экспортных поставок. Инвесторам особо важна информация о требуемых объемах финансирования строительства и создания производства завода БНВ-АКМ, себестоимости и рентабельности производства, сроках окупаемости инвестиций.

Специалисты компании обладают компетенциями разработки ТЭО и бизнес-планов создания заводов БНВ-АКМ, начиная от запуска первой очереди и до выхода на проектную производительность, а также опытом создания системы сбыта продукции заводов.

Себестоимость и рентабельность производства БНВ и материалов БНВ

Себестоимость производства БНВ определяется стоимостью исходного сырья, энергозатратами и трудозатратами производства, цеховыми и общепроизводственными расходами, уровнем налогов и амортизационными отчислениями.

Стоимость исходного базальтового сырья — щебня фракции 3–16 мм, 5–20 мм на карьере составляет 4,5–6,5 USD/тонна. Производство БНВ не является энергоемким (т.к. основные энергозатраты на подготовку сырья выполнены природой), оно на 45–50% менее энергоемко по сравнению с производством Е-стекловолокна, но более трудоемко. Однако, применение более производительных многофильных питателей (англ. bushing) на 800, 1000, 1200 и более фильер позволяет существенно снизить трудоемкость и себестоимость производства БНВ.

Создание заводов с законченным циклом производства БНВ с переработкой в АКМ позволяет на 30–35% сократить цеховые и общепроизводственные расходы.

Объем инвестиций в создание заводов БНВ значительно меньший, чем для заводов Е-стекловолокна. Благодаря модульному принципу построения технологического оборудования БНВ, участков и цехов производства материалов БНВ финансирование может осуществляться поэтапно, по мере наращивания объемов производства и сбыта продукции завода БНВ-АКМ. Поэтому амортизационные отчисления в составе себестоимости незначительны.

Стоимость продаж ровингов БНВ составляет от 2200 до 3000 USD/тонна (в зависимости от диаметра волокон и прочностных характеристик).

Стоимость оборудования производства материалов БНВ (армирующих, композитных, тканей и нетканых материалов, композитных изделий) составляет от 15 до 30% стоимости комплекса технологического оборудования производства БНВ.

Переработка БНВ в материалы не является трудозатратной и энергоемкой — это «холодные технологии», что позволяет существенно повысить рентабельность производства и расширить рынки сбыта продукции завода, поставлять материалы БНВ прямым потребителям. Так, например, высокорентабельными являются производства армирующих сеток, тканей, нетканых материалов, препрегов, композитных изделий для конечных потребителей — компаниям строительной отрасли, автомобильной промышленности, машиностроения, энергетики.

Достигнутый уровень современного технологического оборудования обеспечивает высокую рентабельность производства БНВ и первичных материалов — ровингов, рубленого волокна, комплексных крученых нитей от 60 до 180% (в зависимости от условий создания и объемов производства) и сжатые сроки окупаемости инвестиций в создание заводов БНВ — АКМ.

Технологический процесс производства БНВ кратко можно представить в виде следующей последовательности технологических операций:

- выбор наиболее пригодных для производства БНВ месторождений базальтовых пород, входной контроль качества базальтового сырья;
- загрузка и интенсивный нагрев базальта до температур активного плавления;
- плавление и получение однородного по структуре и составу аморфного расплава;
- перегрев расплава для получения требуемой степени аморфности, плавления высокотемпературных включений в базальтовую породу (кварцев и др.), снижения вязкости расплава и удаления из расплава пузырьков газов, образовавшихся при плавлении;
- получение гомогенизированного однородного расплава требуемой вязкости перед выработкой;
- вытяжка из расплава через фильеры фильерного питателя непрерывных волокон и намотка жгута первичных волокон на шпиндель наматывающей машины;
- производство из первичных волокон ровингов, крученых нитей, рубленых волокон (базальтовой фибры).

Технологическое оборудование реализует весь процесс производства БНВ от входного контроля, загрузки, плавления базальтового сырья, контроля технологического процесса и качества расплавов до производства первичных материалов БНВ: бобин ровингов, рубленых волокон, шпульт комплексных крученых нитей.

Компанией «BFM TD» разработано два типа оборуду-

Таблица 5. Технические характеристики технологических линий TE BCF 2000 и TE BCF 2500

Основные технические характеристики	Ед. измер.	TE BCF 2000	TE BCF 2500
Производительность линии	тонн/год	2000–2500	2500–3000
Количество узлов выработки первичного БНВ	шт.	22	14
Расход газа м ³ /час	м ³ /час	160	110
Удельный расход газа на производство 1 тонны БНВ	м ³ /тона	500	350
Потребляемая электрическая мощность (380В, 50Гц)	кВА	350	260
Удельный расход электроэнергии на 1 тонну БНВ	кВт час	900	800
Режим работы, непрерывный, круглогодичный	суток в год	350–360	350–360

дования промышленного производства БНВ — фидерные многопостовые установки FF BCF 8-1000 и FF BCF 15-2000 [16] и модульные технологические линии серии TE BCF [17, 18, 19]. Это технологические линии, в которых для плавления базальтов применяют газовые плавильные печи и агрегаты.

Для районов и стран, где нет природного газа, с низкой стоимостью электроэнергии (электроэнергия от ГЭС и АЭС), компанией разработаны и применяются электрические плавильные агрегаты BCF E 15 в составе технологической линии TE BCF E 1000 и BCF E 2x15 для TE BCF E 2000.

Конструкции фидерных базальтоплавильных печей для первого завода БНВ были заимствованы с заводов одностадийного производства E-стекловолокна. Фидерные технологическое оборудование имеет большую газовую печь, где происходит плавление базальтового сырья и два длинных фидера, в которые из печи перетекает расплав.

В фидерах установлены по несколько струйных фильерных питателей.

Для поддержания требуемых температур и вязкости расплава в длинных фидерах дополнительно расходуют природный газ. Поэтому фидерное технологическое оборудование для производства БНВ можно применять при низкой стоимости природного газа. Например, фидерные установки применяет компания «Каменный век» г. Дубна в РФ.

На заводах основных производителей БНВ применяют модульные технологические линии серии TE BCF. Преимуществами технологических линий TE BCF являются модульные камнеплавильные агрегаты с низким потреблением природного газа, а также применение щелевых фильерных питателей (ФП), вместо струйных ФП. Щелевые имеют меньший вес по сравнению со струйными ФП и позволяют в несколько раз снизить расход электроэнергии на производство БНВ [20]. Щелевые ФП устанавливают в фидере модульного камнеплавильного агрегата, непосредственно в расплав базальта. Основная нагрев щелевого ФП осуществляется от расплава базальта при минимуме потребления электроэнергии.

В области БНВ проводят работы по созданию более производительных ФП и увеличения количества фильер, что обеспечивает рост объема производства при существенном снижении трудоемкости и

себестоимости производства БНВ.

С 1997 года по настоящее время специалисты компании разработали четыре поколения модульных технологических линий TE BCF. Разработки в области технологий и оборудования производства БНВ позволили в несколько раз снизить удельные расходы энергоносителей, а также трудозатраты на производство БНВ [4, 5].

Современное оборудование производства БНВ представлено модульными технологическими линиями TE BCF 2000 третьего поколения и TE BCF 2500 четвертого поколения (технические характеристики представлены в таблице 5).

Для технологических линий TE BCF 2000 созданы камнеплавильные агрегаты серии BCF 15G и BCF 2x15G, специальные загрузочные и плавильные горелки GBF-10, HB-10.

В качестве основного энергоносителя для плавления базальтов в модульных камнеплавильных агрегатах используют природный (NG), или сжиженный природный газ, сланцевый газ, сжиженный нефтяной газ (LPG), а также попутный нефтяной газ нефтяных месторождений, газовый конденсат газовых месторождений.

Технологические линии TE BCF 2500 четвертого поколения применяют при наличии базальтового сырья высокого качества и подготовленном квалифицированном персонале операторов установок БНВ. Технологические линии TE BCF 2500 состоят из модульных камнеплавильных агрегатов серии BCF 25 и BCF 2x25, более производительные с низким потреблением энергоносителей

В состав технологических линий TE BCF 2000, TE BCF 2500 входят: загрузчики базальтового сырья с дозаторами, камнеплавильные агрегаты с печными рекуператорами, фильерные питатели с токоподводами и фильерными трансформаторами, устройства нанесения замазливателя, наматывающие машины с автоматикой, системы контроля и управления камнеплавильными агрегатами, фильерными питателями и технологической линией TE BCF в целом. Технологические линии дополнительно комплектуются системой вторичной рекуперации, обратными системами водоохлаждения и возврата замазливателя, оборудованием для производства первичных материалов: туннельными сушилами, шпулярниками

и станками для намотки бухт ровингов, рубочными машинами, крутильными машинами для производства комплексных нитей, технологическими тележками.

На основе технологических линий TE BCF 2000 и TE BCF 2500 создают заводы БНВ.

**** Примечание.** Технологии, технологическое оборудование, основные узлы, щелевые фильтрные питатели являются оригинальными разработками специалистов компании «BFM TD» и защищены патентами на изобретения [16, 17, 18, 19, 20]. Компанией также разработаны и запатентованы технология и оборудование производства преднапряженной композитной арматуры БНВ повышенной прочности [21].

Создание заводов БНВ-АКМ

После проведения подготовительных работ а), б) и с) разрабатывают рабочий проект завода БНВ-АКМ. В соответствии с рабочим проектом строят здания завода, подводят инженерные коммуникации. Параллельно компания изготавливает и комплектует комплекс технологического оборудования завода БНВ-АКМ. Затем производится монтаж и пуско-наладка оборудования первой очереди завода, запуск в работу технологического оборудования, обучение персонала завода, наработка партий продукции, разработка технологических регламентов производства и технических условий на продукцию завода. Компания «BFM TD» предлагает создание заводов БНВ-АКМ поэтапно: первая очередь завода производительностью 1000-2000-2500 тонн БНВ в год с переработкой в первичные материалы (ровинги, рубленые волокна, нити), армирующие материалы; вторая очередь — 5000 тонн БНВ в год с увеличением объемов и номенклатуры производимых материалов БНВ; вывод завода на проектную производительность в 10-12 тысяч тонн/год по мере обучения персонала и поступления заказов на поставки БНВ и материалов БНВ.

Компания имеет опыт создания девяти заводов БНВ и материалов БНВ, которые в настоящее время производят более 65 тысяч тонн в год. В КНР созданы крупные заводы «Chengdu Aerospace Tuoxin Science & Technology Co., LTD», «Sichuan Aerospace Tuoxin Basalt Industry Co., LTD», «Hengdian Group Shanghai Russia Gold Basalt Fiber» и «GBF - Gold Basalt Fiber» и производства (цехи, участки) материалов БНВ. По сути, в КНР на основе технологий и оборудования компании создана новая высокотехнологичная отрасль промышленности БНВ и АКМ.

Компания целенаправленно совместно с отраслевыми НИИ и заказчиком проводит работы по широкому применению материалов БНВ. Разработаны и утверждены технические условия, нормативная документация, ГОСТы на применение армирующих материалов БНВ [22, 23, ..., 30].

Для новых заводов БНВ-АКМ, начиная с проведения подготовительных работ, в процессе строительства завода и создания производства планируется и создается система сбыта продукции.

Рынки сбыта продукции заводов БНВ-АКМ

Потребность в БНВ и материалах БНВ в мире растет, ежегодный рост производства и потребления БНВ составляет от 10 до 14%. Спрос на БНВ и материалы БНВ существенно превышает объемы их производства на созданных заводах. Поэтому для создаваемых заводов компания создает систему сбыта продукции под планируемое производство и с учетом перспектив его развития и роста, а также потенциальных заказчиков и потребителей БНВ и материалов БНВ. Создание системы сбыта продукции заводов БНВ и АКМ проводится по нескольким направлениям: (1) для обеспечения внутренних потребностей страны и замещения импорта; (2) по отраслевым направлениям применения материалов БНВ; (3) для экспортных поставок (3.1) потребителям по регионам и странам мира, (3.2) поставки материалов БНВ для реализации программ и проектов регионального и мирового значения.

1. Для обеспечения внутренних потребностей страны, создания завода БНВ-АКМ, проводится анализ импорта материалов и изделий, которые могут быть замещены материалами на основе БНВ. Работу по локализации производства предпочтительно проводить на уровне Правительства, Таможенного комитета, крупных компаний, которые вынуждены использовать импортируемые материалы и изделия.

2. Отраслевые заказчики БНВ и материалов БНВ.

2.1. Армирующие материалы БНВ (базальтовая фибра, сетки, арматура) для сложных условий эксплуатации — воздействию окружающей и морской среды, во влажной и щелочной среде бетонов, перепадах температур и частых теплосменах, в которых арматура и конструкции из стали подвержены интенсивной коррозии. Например, армирующие материалы БНВ для строительства и ремонта автомобильных дорог [11, 12].

Рубленые волокна (базальтовая фибра) для дисперсного объемного армирования бетонов и асфальтобетонов производителям бетонов, легких и ячеистых бетонов, заводам сухих строительных смесей и гипсокартонных плит, цементным заводам (для производства фибробетонов повышенной прочности), асфальтобетонным заводам.

Композитная арматура, арматурные сетки, строительные и дорожные сетки, для строительства и дорожного строительства [11].

Заказчики армирующих материалов БНВ — заводы железобетонных изделий и строительных материалов, строительные и дорожно-строительные компании, асфальтобетонные и бетонные заводы.

Заказчиками ровингов БНВ являются производители композитной арматуры.

2.2. Композитные материалы и изделия БНВ для строительной отрасли, дорожного, гидротехнического и сейсмостойкого строительства, ком-

Ткани БНВ



Базальтовая бумага, холсты



Холсты рубленых волокон



Рисунок 2

мунального и водного хозяйства. Композитные материалы и изделия: профили (трубы средних и больших диаметров, уголки, швеллеры, листовые облицовочные пластики и панели и др.), профили сложной формы (для изготовления окон и дверей), композитные конструкции опор и пролетов мостов, вантовые тросы, опоры освещения и ЛЭП и др.

2.3. Ткани и нетканые материалы БНВ, как основа для производства кровельных и гидроизоляционных материалов, препрегов и композитных материалов (на основе ровингов, лент, тканей и нетканых материалов). Ткани БНВ плотностью 30–130 гр/м², технические конструкционные ткани плотностью от 150 до 1800 гр/м². Нетканые материалы — базальтовая бумага, иглопробивные холсты, холсты рубленых волокон (Рисунок 2).

2.4. Долгосрочные поставки БНВ и материалов БНВ для крупных заказчиков и отраслей промышленности: строительных материалов, машиностроения, автомобильной, судостроительной, авиационной, химической, электротехнической и кабельной промышленности, нефтяной и газовой отрасли, энергетики.

Значительными по объемам, стратегическими потребителями БНВ, тканей, нетканых материалов и препрегов являются автомобилестроительные компании, применяя их для производства тормозных колодок, глушителей, автомобильных композитных деталей, таких как: бамперы, обтекатели, торпеды, капоты, крылья и др... Разработаны и успешно прошли испытания композитные БНВ кузова автомобилей с электроприводом [6]. Для запуска в серийное производство электромобилей с базальтовыми композитными кузовами требуется создание крупных заводов БНВ, тканых и нетканых материалов.

2.5. Негорючие и огнестойкие композитные материалы, огнестойкие покрытия. БНВ — единственные волокна, которые совместно с неорганическими связующими можно применять для производства негорючих жаростойких материалов.

Негорючие композитные материалы и изделия востребованы для строительства ответственных объектов, где недопустимо возникновение и распространения пожара, высотных зданий, корпусов и надстроек судов.

3. Экспортные поставки БНВ и материалов БНВ планируются на этапе выполнения подготовительных работ. Компания имеет контакты и проводит работы с крупными потребителями и заказчиком материалов БНВ, участвует в международных выставках композиционных материалов и международных проектах по применению материалов БНВ

3.1. Потребители БНВ и АКМ по регионам и странам мира.

3.1.1. Наиболее крупным потребителем БНВ, армирующих и композитных материалов (АКМ) БНВ являются США и страны ЕС. США, ЕС, страны Персидского залива — крупнейшие потребители армирующих материалов для строительства, дорожного, гидротехнического, портового и прибрежного строительства. США производят около 35 % мирового объема композитов, основой которых может быть БНВ

3.1.2. В мире десятки стран потенциальных потребителей БНВ и АКМ, где нет своей металлургической промышленности. Для этих стран требуются поставки армирующих и композитных материалов БНВ взамен импортируемых стальных изделий: арматуры, проката, труб, опор ЛЭП и др.

3.1.3. Поставки БНВ и материалов БНВ для крупных стран, которые имеют металлургическую промышленность: Индия, Бразилия, ЮАР, Австралия, Малайзия, Филиппины, Мексика, Япония и др. По своим характеристикам АКМ БНВ превосходят стальные, при более низкой себестоимости производства. Для освоения рынка этих стран можно поставлять АКМ БНВ на 5–10% дешевле их стальных аналогов.

В перспективе поставки БНВ на создаваемые производства армирующих, композитных материалов и изделий: арматуры, армирующих сеток, профилей, лотков, особенно габаритных труб и композитных изделий, востребованных в этих странах.

3.1.4. В развитых ведущих странах: США, ЕС, ЮВА и Южной Америки востребованы армирующие материалы БНВ, а также ровинги, комплексные крученые нити, ленты, препреги, ткани, нетканые материалы для производства композитов.

3.1.5. Для развитых стран материалы БНВ применимы в высокотехнологичных отраслях: для производства деталей и кузовов автомобилей и электромобилей; авиационной промышленности и судостроении; энергетике и кабельной промышленности; армирующие и композитные материалы для крупных

инфраструктурных объектов (скоростных автомобильных и железнодорожных магистралей, метро, тоннелей, мостов).

3.1.6. Поставки армирующих материалов БНВ для строительства крупных региональных проектов магистральных автодорог «Шелковый путь», через Индокитайский полуостров, скоростной ж/д магистрали вдоль Скандинавского полуострова, судходного канала по территории Никарагуа (дублера Панамского канала), скоростных автомобильных и железнодорожных магистралей, подводных тоннелей, крупных мостов и других.

3.2. Перспективные направления применения материалов БНВ для реализации программ и проектов регионального и мирового значения.

3.2.1. Международная программа стран ЕС по экологии и снижению вредных и углеродных выбросов в атмосферу. Производство БНВ является экологически чистым и безотходным производством с низким потреблением энергоресурсов. АКМ позволяют заменять изделия из стали, производство которых связано с большими энергопотреблением и загрязнением окружающей среды.

3.2.2. Международные программы и программы ЕС по экономии энергоресурсов. Энергетические затраты на производство БНВ в 20 раз меньше, чем на производство стали, нержавеющей стали, металлопроката и изделий из стали.

Для производства БНВ можно использовать газовый конденсат и попутный нефтяной газ, который зачастую сжигается в факелах на газовых и нефтяных промыслах, а также коксовый газ, которые загрязняют атмосферу выбросами углерода и CO_2 .

3.2.3. Международная программа применения армирующих и композитных материалов БНВ для сейсмостойкого строительства и укрепления зданий и сооружений в сейсмоопасных регионах мира – странах Центральной Азии и Ближнего Востока, Центральной и Южной Америки, ЮВА. Применение армирующих и композитных материалов БНВ позволит обеспечить прочность и сейсмостойкость зданий и сооружений более эффективно, чем это решается в настоящее время с применением традиционных материалов из стали. Особо актуально применение армирующих материалов БНВ в сейсмостойком строительстве, в связи с ростом стоимости стальной арматуры в последние годы в три раза.

3.2.4. Международная программа сохранения и подачи пресной воды для населения и сельского хозяйства. Материалы и изделия на основе БНВ можно широко использовать для решения задач сохранения, доставки и рационального использования пресной воды. Армирующие материалы БНВ для гидротехнического строительства, возведения дамб и плотин, водохранилищ, русел каналов, композитные БНВ трубы больших и сверх больших диаметров для магистральных водоводов, лотки водоводов, трубы распределительной сети подачи пресной воды и систем капельного полива.

3.2.5. Международные программы по возобновляемым

источникам электроэнергии. Применение материалов и изделий БНВ: для ветровых электростанций – опоры, лопасти, обтекатели мотогондол; малых гидроэлектростанций (ГЭС) – напорные трубы для подачи воды на лопасти гидротурбин; ГЭС большой мощности – армирующие материалы для сооружения насыпных и бетонных плотин; для солнечной энергетики – композитные панели и конструкции установки фотоэлектрических элементов [9].

Коррозионностойкие композитные изделия БНВ для корпусов реакторов биогазовых установок.

3.2.6. Поставки материалов БНВ (рубленое волокно, армирующие сетки, арматура, шпунты Ларсена, трубы и пр.) странам с длинной береговой линией (Япония, Вьетнам, Таиланд, страны Персидского Залива) для проведения работ по берегоукреплению, прибрежному и портовому строительству, взамен подверженных коррозии в морской среде стальной арматуры, профилей, шпунтов, труб.

3.2.7. Программа применения и создания производств негорючих и огнестойких композитов БНВ. Огнестойкие композитные материалы востребованы для обеспечения пожарной безопасности транспортных средств – судов, вагонов метро и скоростных железных дорог, автомобилей. Негорючие и огнепреграждающие материалы БНВ для строительства высотных и общественных зданий, ответственных объектов (АЭС, химических и нефтехимических производств и крупных складов).

Представленные рынки сбыта достаточно емкие для создания заводов БНВ-АКМ. Потребности БНВ в ближайшей перспективе составят до 500 тысяч тонн в год, с перспективой роста до 4–5 миллионов тонн в год.

Заключение

1. БНВ имеет практически неограниченную природную сырьевую базу.
2. Только БНВ можно использовать для производства армирующих материалов и композитов, имеющих длительные сроки эксплуатации и работающих под воздействием внешней, морской и химически активных сред.
3. БНВ обладает наиболее предпочтительным соотношением «характеристики – стоимость», имеет потенциально низкую себестоимость производства.
4. БНВ является основой для производства материалов и изделий для строительной отрасли, дорожного строительства, базовых отраслей промышленности, водного и коммунального хозяйства. Армирующие, композитные материалы и изделия на основе БНВ востребованы в мире. В перспективе БНВ один из самых востребованных материалов для мирового рынка [5].
5. Производство БНВ является высокотехнологичным, высокопроизводительным, экологически чистым и безотходным. Для создания заводов БНВ и АКМ не требуются изначально большие объемы фи-

нансирования, т.к. производства создаются поэтапно на основе модульного технологического оборудования.

6. В настоящее время основная задача состоит в создании новых крупных производств БНВ-АКМ, существенном росте объемов производства БНВ и поставок материалов БНВ под имеющиеся заказы потребителей и мирового рынка. **КМ**

Литература

1. «Волокнистые материалы из базальтов Украины». Сб. статей. «Техника» Киев, 1971, с. 88.
2. Джигирис Д.Д., Махова М.Ф. «Основы производства базальтовых волокон и изделий». Москва, Теплоэнергетик, 2002. - 416 с.
3. Osnos S. Past, present and future of continuous basalt fiber. - JEC Composites, Magazine #35, 2007.
4. Оснос М. С. Оснос С. П. «Базальтовое непрерывное волокно — вчера, сегодня и завтра. Развитие технологий и оборудования, промышленных производств и сбыта». «Композитный мир» №2, 2015, с. 24 – 29. http://basaltm.com/images/pdf/artical17_ru.pdf
5. Оснос М.С., Оснос С.П. Базальтовые непрерывные волокна - основа создания промышленных производств и широкого применения армирующих и композитных материалов. «Композитный мир» №1, 2019, с. 58 — 65. http://basaltm.com/images/pdf/kompozitnyj-mir-01_2019.pdf
6. С.П.Оснос. Применение материалов из базальтовых волокон в автомобильной промышленности. «Композитный мир» #1 (89) 2020, с. 22 – 27.
7. Оснос С.П. «Применение материалов на основе базальтовых волокон в авиакосмической отрасли». «Композитный мир» №4 2015, с. 59 -63. http://basaltm.com/images/pdf/artical19_ru.pdf
8. Оснос М.С., Оснос С.П.. Технические и экономические вопросы широкого применения материалов на основе базальтовых волокон в авиационной промышленности. Композитный мир №4 2017, с. 26 -30. http://basaltm.com/images/pdf/artical11_ru.pdf
9. С.П.Оснос, д.т.н., А.И.Рожков. Вопросы производства и комплексного применения материалов на основе базальтовых непрерывных волокон в энергетике. «Композитный мир», #1 (94) 2021, с. 54 – 60.
10. Негматуллаев С.Х., Оснос С.П. Применение материалов на основе базальтовых волокон в строительстве и сейсмостойком строительстве. Результаты исследований, заключения и опыт применения материалов БНВ в строительстве. «Строительные материалы и технологии 21 века». № 5-6, с.20 – 24. <http://basaltm.com/images/pdf/artical13.pdf>
11. Негматуллаев С.Х., Оснос С.П., Степанова В.Ф. «Арматура базальтопластиковая характеристики, производство, применение» Технологии бетонов №3-4 2016, с. 50 – 57. http://basaltm.com/images/pdf/artical10_ru.pdf
12. Краюшкина Е.В. Оснос С.П., Химерик Т.В. Материалы на основе базальтовых волокон в дорожном строительстве. Геосинтетические материалы. Спецвыпск. Дороги. 2014, январь, с. 93 – 97. <http://techinform-press.ru/PDFS/roads34.pdf>
13. Оснос М.С., Оснос С.П. Проведение исследований и выбор месторождений базальтовых пород для производства непрерывных волокон. «Композитный мир» №1, 2018. с. 56 – 62.
14. Оснос М.С. Оснос С.П. Исследование процессов плавления базальтовых пород при производстве непрерывных волокон. «Композитный мир» №2, 2018. с. 70 – 75.
15. Оснос М.С. Оснос С.П. Исследование выработочных характеристик расплавов базальтов при производстве непрерывных волокон.
16. 2412120 RU «Устройство для производства базальтовых непрерывных волокон с фидерной печью».
17. 77861 UA «Способ и устройство для производства волокон из базальтовых пород».
18. 90065 UA «Способ производства базальтовых непрерывных волокон и из базальтовых пород и устройство для его осуществления».
19. 2321408 RU «Способ производства базальтовых непрерывных волокон из базальтовых пород и устройство для его осуществления».
20. 86186 UA «Щелевой фильерный питатель для производства волокон из расплавов базальтовых пород».
21. 99794 UA «Способ производства композитной арматуры и устройство для его осуществления».
22. Технические рекомендации по применению неметаллической композитной арматуры периодического профиля в бетонных конструкциях. НИИ Бетона и Железобетона. Москва, 2004 г.
23. Арматура неметаллическая композитная периодического профиля. ТУ 5769 – 248 – 35354501 – 2007. НИИ Бетона и Железобетона, Москва, 2007 г.
24. Экспертное заключение о возможности использования арматуры композитной базальтопластиковой АБП для армирования бетонных изделий. ГосдорНИИ Украины, 2009 г.
25. Physical, Mechanical, and Durability Characteristics of Basalt FRP (BFRP) Bars Preliminary Test Results, Canada, Universite De Sherbrooke, April, 2010.
26. ДСТУ – Н Б В.2.6-185:2012. Руководство по проектированию и производству бетонных конструкций в неметаллической композитной арматурой на основе базальтового и стеклоровинга.
27. ГОСТ 31938 – 2012. Арматура композиционная полимерная для армирования бетонных конструкций.
28. Заключение по результатам испытаний прочности на растяжением при изгибе бетона армированного базальтовой фиброй производства ТОВ «Технобазальт». НПП «Будконструкція» Ю.А.Климов, Киев, 2009 г.
29. Методические рекомендации по технологии армирования асфальтобетонных покрытий добавками базальтовых волокон (фиброй) при строительстве и ремонте автомобильных дорог. Росавтодор, 2002 г.
30. Экспертное заключение о возможности применения базальтовой фибры для дисперсного армирования цементобетона и асфальтобетона. ГосдорНИИ. 2009 г.

Любой кризис — это новые возможности, — Уинстон Черчилль



На сегодняшний день в мире нет страны, которая не столкнулась бы с экономическим кризисом. Мы не будем как-то эмоционально окрашивать сложившуюся ситуацию, потому что как известно, что одному хорошо, другому... ну и так далее. А вот на сколько хорошо или плохо все зависит от нас самих, от нашей гибкости, способности быстро принимать решения, искать новые возможности и точки роста, открывать новые направления, осваивать новые технологии.

Миссия компании ХимСнаб Композит всегда звучала как увеличение промышленного потенциала России и стран СНГ за счет производства конкурентных, качественных изделий из композитных материалов, произведенных предпринимателями и предприятиями.

Мы прикладываем все силы для открытия, модернизации предприятий по производству изделий из композитных материалов. И сейчас как никогда, мы хотим поддержать наших партнеров.

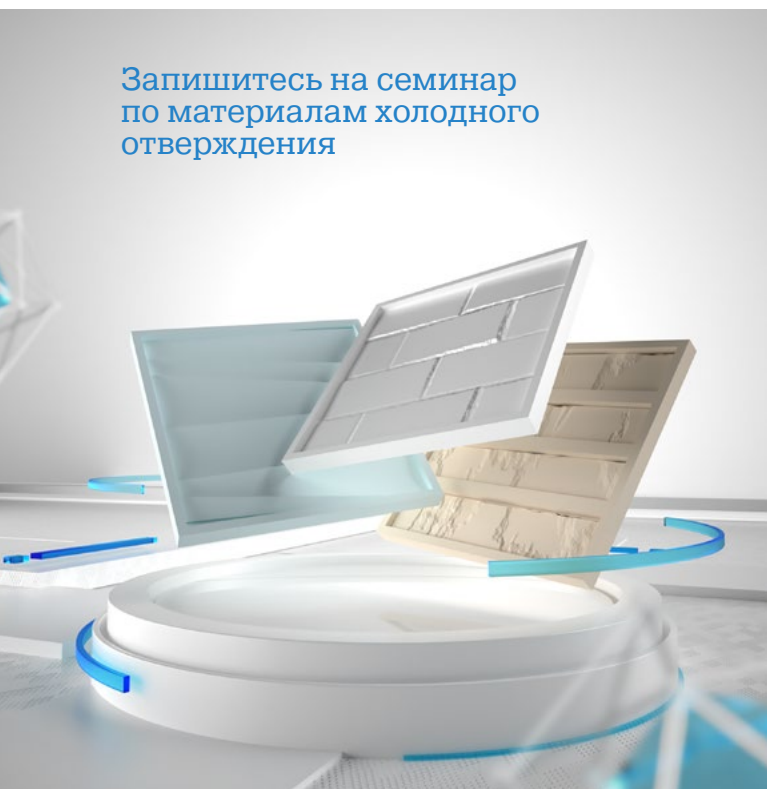
В связи в этом на этот год у нас запланировано ряд проектов и мероприятий, которыми мы хотим поделиться с вами.

Мы планируем семинары и мастер-классы в наших городах присутствия: Новосибирске, Санкт-Петербурге, Москве по технологиям прозрачного литья, вакуумной инфузии, материалам холодного отверждения. В Новосибирске первый семинар пройдет по технологии прозрачного литья с 12 по 15 июля, в Санкт-Петербурге в планах провести семинары по прозрачному литью и вакуумной инфузии в конце августа — начале сентября. Набираем группу на семинар по материалам холодного отверждения. Записаться или оставить запрос на интересующую вас тему вы можете на нашем сайте, в разделе обучение-семинары.

Ни для кого не секрет, что нашими клиентами являются от самых крупнейших предприятий по производству стеклопластика до небольших частных подмастерьев, которые находятся только в начале своего пути. Это сознательная политика компании, мы всегда даем возможность расти молодому бизнесу.

Сейчас, когда привычные алгоритмы работы рушатся, старые рекламные каналы не работают, мы запускаем проект Портал производителей и заказчиков с целью поддержки наших клиентов. Наш портал — это уникальная платформа, где любой человек может разместить заказ на производство изделия из композитов. И эти заказы мы передаем в работу нашим клиентам — производителям. Сейчас эта платформа доступна только для наших клиентов в закрытом доступе, но мы ведем работы по изменению дизайна и структуры сайта, разработке удобного приложения, где все смогут увидеть количество размещенных заказов. Например, сегодня к нам поступили два заказа: один на изготовление бампера из стеклопластика, второй на изготовление торгового киоска в виде кукурузы. И

**Запишитесь на семинар
по материалам холодного
отверждения**



Портал — это платформа, где производители изделий из композитных материалов могут рассказать о себе и получить новые заказы, а заказчики — найти производителей по всей России

это колоссальная работа, проделанная нами, начиная от внутренних бизнес-процессов и оптимизации сайта, чтобы заказчики могли находить нас, заканчивая проверкой каждого заказчика на актуальность, автоматизацией информирования наших клиентов через различные средства связи.

И третий наш проект — это проект «Спроси у эксперта». За многолетний опыт работы мы поняли, что крупному дистрибьютору невозможно иметь в штате технологов по широкому ассортименту продукции. Поэтому мы ведем работу в поисках лучших технологов среди наших партнеров. Сейчас у нас уже есть приглашенные эксперты по технологиям: вакуумная инфузия и прозрачное литье. Если вы крутой специалист в своей отрасли, любите и горите своим делом и готовы делиться своими знаниями и

опытом, то приглашаем вас к сотрудничеству. Для экспертов мы готовим онлайн-платформу по обмену опытом, демозоны в каждом городе, материалы для тестирования, специальные условия по сотрудничеству и супер-бонусы для наших экспертов. Вы всегда можете оставить заявку на нашем сайте. Для нас важно оказать квалифицированную помощь в материалах и технологиях нашим клиентам.

Информацию по всем проектам нашей компании вы можете найти на сайте igc-market.ru или в официальном telegram-канале t.me/cscomposites.

Ну и, конечно, несмотря на все сложности, мы всегда обеспечим наличие основного ассортимента нашей продукции.

С заботой о вашем бизнесе, команда ХимСнаб Композит! **КМ**



igc-market.ru

- Полиэфирные смолы и гелькоуты SCOTT BADER, TURKUAZ
- Полиэфирные смолы российского производства
- Эпоксидные смолы для прозрачного литья
- Армирующие материалы JUSHI
- Наполнители, пигменты
- Вспомогательное оборудование



t.me/cscomposites

Подписывайтесь
на официальный Telegram - канал

Узнавайте первыми актуальную информацию о новинках, акциях, уникальных проектах компании

В наличии
на наших складах

Москва
+7(495)665-23-80

Санкт-Петербург
+7(812)999-95-17

Краснодар
+7(861)290-20-42

Новосибирск
+7(383)375-52-32

Минск **NEW**
+3(752)969-51-991

Назаров Альберт Георгиевич

к.т.н., FRINA, CEng, MSNAME

ООО АН Марин Консалтинг, Россия, Москва

Особенности импортозамещения наполнителей трехслойных конструкций из композитных материалов в судостроении

В статье рассматриваются возможности замены материалов наполнителей трехслойных судовых конструкций в связи с санкционными ограничениями. Отмечены факторы применимости материалов, представлен анализ требований ряда нормативных документов по минимальным прочностным характеристикам наполнителей. На примере конструкции высокоскоростного катамарана рассмотрена возможность замены пенопластов в конструкциях палубы, бортов и днища. Даны рекомендации по совершенствованию отечественных нормативных документов.



Рисунок 1. Моторная яхта проекта SB90 длиной 27м из КМ с применением трехслойных конструкций

Введение

В настоящее время композитные материалы (КМ) широко применяются для постройки малых, высокоскоростных и промысловых судов; так, в сегменте прогулочного судостроения доля корпусов из КМ достигает 90%. КМ состоят из армирующих (ткани, волокна, маты) и связующих (смолы) элементов, а также для трехслойных конструкций — из среднего слоя легкого наполнителя. Трехслойные конструкции позволяют достичь существенного снижения массы и повышения жесткости, также использовать высокотехнологичные методы постройки судов [1] (рис. 1).

Однако, в связи с введением рядом стран против Российской Федерации санкций оказываются недоступными традиционно применяемые материалы наполнителей трёхслойных конструкций, главным образом производства европейских компаний. В настоящей работе поставлена цель обеспечить судостроителей РФ необходимыми техническими решениями для применения трехслойных конструкций из КМ в условиях санкционного давления.

В работе поставлены следующие задачи:

- Проанализировать физико-механические характеристики пенопластов, влияющие на их применимость в судостроении.
- Рассмотрена значимость характеристик наполнителя на общие результаты проектирования судовой конструкции.
- Выработаны подходы по применению доступных материалов.
- Подготовлены предложения для корректировки отечественных нормативных документов.

Особенности выбора наполнителя

При выборе материала наполнителя для судовой конструкции следует учитывать:

- a. Соответствие критериям минимальной прочности на сдвиг и/или сжатие для судостроительных конструкций — эти критерии обычно в явном виде присутствуют в правилах классификационных обществ (КО) и стандартах и характеризуют принципиальную возможность применения того или иного материала наполнителя.
- b. Удовлетворение расчетам прочности, в частности по напряжениям на сдвиг, потере устойчивости сжатых оболочек и т.д. — эти задачи решаются непосредственно в процессе расчета конструкции, когда осуществляется подбор армирования, толщины и марки наполнителя.
- c. Технологические требования, в частности наличие номенклатуры толщин, перфорации листов, адгезионные свойства, стойкость к связующим и т.д.
- d. Наличие сертификатов качества и/или КО, допускающего применение материала в судостроении (не является обязательным для судов рекреационного назначения).
- e. Достоверность и доступность документации — наличие необходимых сведений о реальных физико-механических характеристиках, и воспроизводимость этих характеристик в разных партиях материала. Следует отметить, что характеристики наполнителей в спецификациях производителей характеризуют средние значения и часто носят рекламный характер [2, 3]. Наиболее достоверными являются характеристики из сертификатов КО на наполнители, где

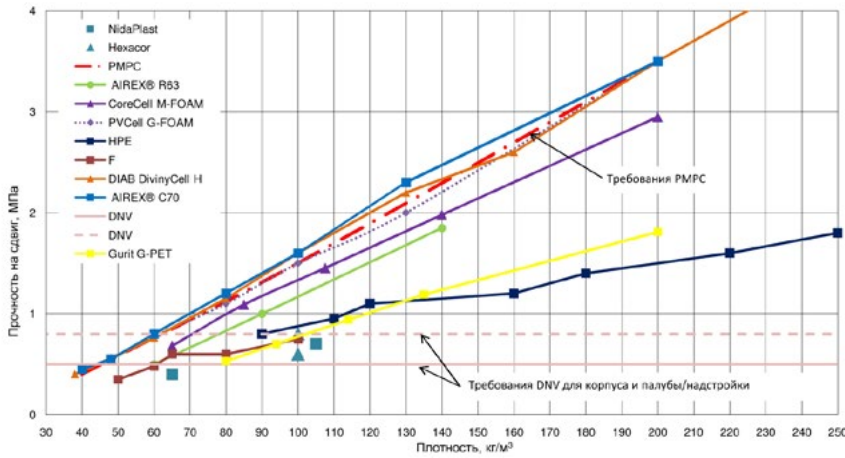


Рисунок 2. Сравнение прочности на сдвиг распространенных типов заполнителей трехслойных конструкций

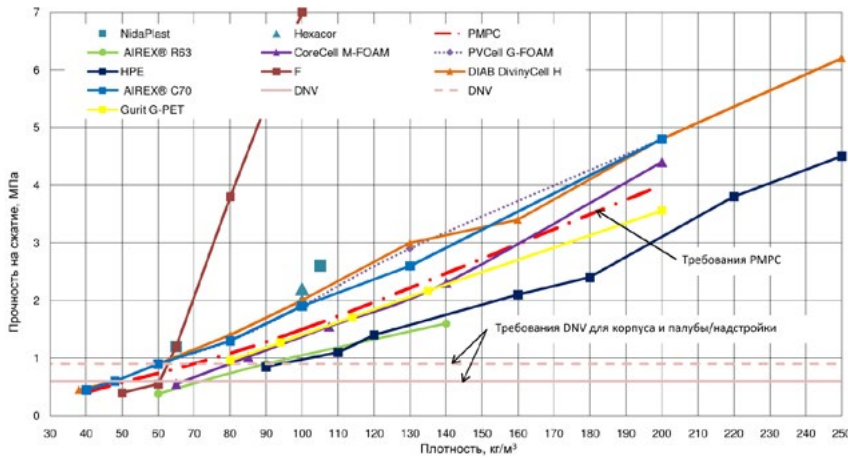


Рисунок 3. Сравнение прочности на сжатие распространенных типов заполнителей трехслойных конструкций

обычно указываются их минимальные свойства [4].
 ф. Специальные требования, в частности поглощение влаги, огнестойкость и токсичность при горении, радиопрозрачность и т.д.

На рис. 2 и 3 представлена систематизация данных по прочности на сдвиг τ и сжатию σ_c для пенопластов и сотовых заполнителей различных производителей.

Требования нормативных документов к минимальным свойствам заполнителей

Старейшее классификационное общество Lloyd's Register [5] отличают довольно консервативные подходы к конструкциям из КМ. При этом LR накладывает лишь общие минимальные ограничения на материал заполнителя, например для поливинилхлоридных пенопластов минимальная плотность составляет 60 кг/м^3 , минимальная прочность на сдвиг и сжатие соответственно $\tau = 0.5$ и $\sigma_c = 0.6$ МПа.

Норвежско-германское общество DNV [6] устанавливает требования к минимальной прочности на сдвиг и сжатие для заполнителей. Так, для днища и бортов установлены $\tau = 0.8$ и $\sigma_c = 0.9$ МПа, для палуб и надстроек $\tau = 0.5$ и $\sigma_c = 0.6$ МПа.

Российский морской регистр судоходства [7] нормирует минимальные характеристики (в том числе прочность на сдвиг и сжатие) в зависимости от плот-

ности, т.е. $\tau(\rho)$ и $\sigma_c(\rho)$. В результате, характеристики пенопластов τ по оказываются в верхнем диапазоне достижимых значений (см. рис. 2), что не позволяет применять большинство доступных материалов с учетом импортозамещения.

Очевидно, политика РМРС в части заполнителей должна быть пересмотрена, т.к. нормировать следует лишь минимальные прочностные характеристики пенопластов без жесткой привязки их к плотности материала. Из опыта проектирования, при использовании некоторых типов пенопластов с пониженными физико-механическими характеристиками проектировщик применяет пенопласт с большей плотностью; такой возможности при использовании подхода РМРС не существует. Например, по DNV пенопласт Gurit G-PET или китайский пенопласт типа F плотностью $80 \dots 100 \text{ кг/м}^3$ можно использовать для конструкций палубы и надстройки; по РМРС такое использование будет невозможно (рис. 2). В подходе РМРС заложено лишь применение пенопластов от Airex и DIAB, наиболее дорогостоящих, на импорт которых в РФ наложены санкционные ограничения.

В практике проектирования судов рекреационного назначения широкое применение находит стандарт ISO12215-5. Действующая редакция стандарта [8] предъявляет требования к материалу заполнителя трехслойных конструкций в виде допустимых напряжений при сдвиге τ_{dco} и сжатии и σ_{dco} :

$$\tau_{dco} = \min [\max (0.7 - 0.12 \times L_{WL}; 0.3); 0.58] \quad (1)$$

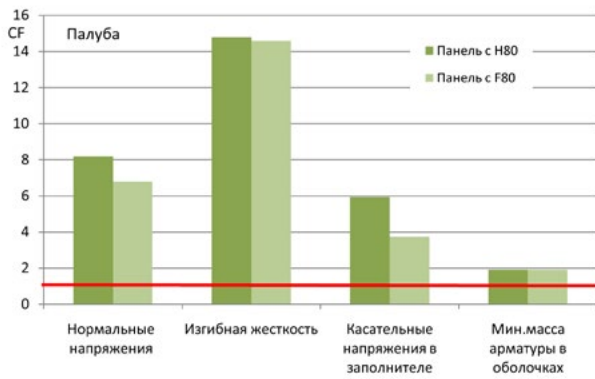


Рисунок 4. Результат расчетов пластины палубы с использованием различных пенопластов



Рисунок 5. Результат расчетов пластины борта с использованием различных пенопластов

$$\sigma_{dco} \geq 0.008 \times P_{BASE}$$

где L_{WL} — длина по ватерлинии, м; P_{BASE} — базовое расчетное давление на днище, кПа. Заметим, что соотношение между допускаемыми и предельными напряжениями для пенопластов по [8, 9] составляет 0.50...0.65; для рассматриваемых типов пенопластов 0.55 и для сотовых заполнителей 0.50. По мнению автора, формула (1) некорректна, т.к. подразумевает снижение прочностных характеристик при увеличении длины судна L_{WL} , что не соответствует практике.

Более ранняя редакция ISO12215-5 [9] включает более работоспособный подход для минимальной прочности на сдвиг:

$$\tau_{dco} = \min [\max (0.25 + 0.03 \times (L_H - 10); 0.25); 0.40]$$

Таким образом, для судов рекреационного назначения устанавливается диапазон допускаемых касательных напряжений в заполнителе 0.25...0.40 МПа, что примерно соответствует пределу прочности на сдвиг заполнителя $\tau = 0.4...0.8$ МПа, где меньшие значения соответствуют судам меньшей длины. Получаемый диапазон τ позволяет использовать в конструкциях малых рекреационных судов как пенопласты типа G-PET, F, так и заполнители на основе полипропиленовых сот. У автора статьи имеется обширный положительный опыт применения таких материалов. Так, на рис. 1 показана моторная яхта проекта SB90, судно построено с использованием сотовых заполнителей Hexacor HP8 с $\tau = 0.8$ МПа на бортах, палубе и переборках и находится в эксплуатации с 2010 года. На рис.5 представлен рекреационный катамаран проекта AR980, спущенный на воду в 2010 и построенный использованием пенопластов Navicell китайского производства.

Значимость свойств заполнителя для расчетов прочности конструкций

Влияние замены пенопластов рассмотрим на примере малого высокоскоростного катамарана длиной 12м. На рис. 4 и 5 представлены результаты расчетов панелей обшивки борта (расчетное давление на пластину $p = 24$ кПа) и палубы ($p = 5$ кПа), размер

панели в обоих случаях 750×1500 мм. Рассмотрены пенопласты двух производителей:

- DIAB Divinycell H80 плотностью 80кг/м³;
- Пенопласты типа F80 и F100 (производство Китай) плотностью соответственно 80 и 100 кг/м³, имеющие меньшую прочность на сдвиг.

Армирование панелей палубы принято одинаковым и полагается не зависящим от марки пенопласта; такое же допущение сделано для панелей борта.

Расчеты выполнены по критериям (указаны по горизонтальной оси рис. 4 и 5) из ISO12215-5:2019 [8] и представлены в виде диаграммы удовлетворения критериев прочности CF (compliance factor), показывающих превышение расчетных напряжений, жесткости, массы арматуры и т.д. над допускаемыми. При величинах CF > 1 обеспечивается удовлетворение критерия.

Из результатов расчетов можно сделать следующие выводы:

- Для малонагруженных панелей палубы, замена пенопласта на материал с меньшей прочностью на сдвиг не имеет критического значения. Армирование оболочек трехслойной конструкции определяется практическими соображениями (стойкость к сосредоточенным нагрузкам, технологические соображения, внешний вид поверхности и т.д.). Увеличение массы конструкции из-за замены пенопласта не происходит.
- Для более нагруженных панелей борта, замена пенопласта H80 на материал такой же плотности F80 невозможна из-за не удовлетворения критерия прочности заполнителя на сдвиг. В этом случае возможна замена на пенопласт марки F100 большей плотности с более высокими прочностными характеристиками, увеличение массы панели при этом составит всего 4%.
- Для высоконагруженных днищевых панелей, использование пенопластов типа F невозможно из-за высокого расчетного давления на днище [10]; обшивка выполняется однослойной с армированием балкинг-матами. Тем не менее, как показывает опыт, в ряде проектов тихоходных судов возможно применение заполнителей с пониженной прочностью на сдвиг при одновременном увеличении толщины слоя заполнителя, что приводит к снижению расчетных касательных напряжений в панели.



Рисунок 6. Катамаран проекта AR980 длиной 9,8 м из КМ с применением трехслойных конструкций

Выводы

В условиях санкций, строителям судов из КМ скорее всего придется ориентироваться на пенопласты и сотовые материалы «не брэндовых» производителей. Эти материалы, при сравнении по равной плотности, как правило, обладают более низкими прочностными характеристиками, в частности прочностью на сдвиг.

Тем не менее, опыт автора в части проектирования и сервисная история построенных судов показывает из материалов азиатских производителей (рис.1 и б), что подобные материалы могут быть с успехом применены для бортовых, палубных и интерьерных элементов большинства судов из КМ, а также днищевых конструкций судов небольшой длины. В этом случае, конечно же, приходится использовать пенопласты и сотовые наполнители более высокой плотности, что приводит к незначительному росту массы конструкций. Однако и в этом случае удается обеспечить существенные весовые преимущества конструкций из КМ над алюминиевыми и стальными судами. В тяжело нагруженных участках для повышения прочности на сдвиг могут быть использованы противосдвиговые перемычки, хотя это и снижает технологичность производства.

В свете реалий доступности компонентов КМ технические нормативные документы РФ нуждаются в адаптации. Они должны позволять использование материалов-заменителей в обоснованных случаях. В частности, требования РМРС в части минимальных свойств наполнителей нуждаются в пересмотре.

При этом важно отметить, что с учетом усталостных явлений, подверженности воздействию температур и влажности, рисков деламинации и т.д. применение новых материалов наполнителей должно сочетать-

ся с тестированием и тщательным анализом опыта эксплуатации таких конструкций. **КМ**

Список литературы

1. Nazarov A. Composite High Speed Craft: Practical Design Approaches // 4nd Chesapeake Power Boat Symposium - Annapolis, USA, 2014.
2. Pemberton P., Summerscales J., Graham-Jones J. Marine Composites – Design and Performance. Woodhead Publishing. 2019
3. Shenoï R.A., Wellicome J.F. Composite materials in maritime structures. Vol. 1-2. Ocean technology series, Cambridge University Press, 1993.
4. Nazarov A., Tapee S., Prapset P., Chattawan S. Small Craft Design for Drop Test: Case Study // SURV 10 - Surveillance, Search and Rescue Craft, 13-14 January 2021, RINA, London
5. Rules and Regulations for the Classification of Special Service Craft. Lloyd's Register, 2020.
6. Rules for Classification of High Speed and Light Craft. DNV– 2020.
7. Правила классификации и постройки морских судов. Российский Морской Регистр Судоходства, 2022.
8. ISO-12215 - 5:2019 Small craft - Hull construction and scantlings - Part 5 design pressures, design stresses, scantling determination.
9. ISO-12215 - 5:2008 Small craft - Hull construction and scantlings - Part 5 design pressures, design stresses, scantling determination.
10. Nazarov A. Suebyiw P., Piamalung A. Experimental assessment of Impact Loads on Catamaran Structures // Design & Operation of Wind Farm Support Vessels, 28-29 January 2015, London, UK - p.75-84.



Отечественный производитель и поставщик вспомогательных материалов.

Компания осуществляет производство и комплексные поставки всей номенклатуры вспомогательных вакуумных материалов для производства изделий из ПКМ.

В настоящий момент более 70% выпускаемой нами продукции локализовано и производится на территории Российской Федерации.

Материалы выпускаются по отечественным ТУ, имеют паспорта, сертификаты соответствия, протоколы испытаний в ведущих отраслевых лабораториях и положительные заключения крупнейших предприятий аэрокосмической отрасли.

Мы предлагаем клиентам:

- Полную техническую поддержку;
- Необходимые материалы для изготовления изделий из ПКМ;
- Вакуумное оборудование и инструменты;
- Обучение в тренинг-центре по работе с ПКМ.



Участник программы по
Импортозамещению
при поддержке МинПромТорга

Компания ООО «Композит-Изделия» располагается по адресу: г. Москва, Волгоградский проспект, 42к5. Телефон: +7 (495)787-88-28. Сайт: www.cp-vm.ru

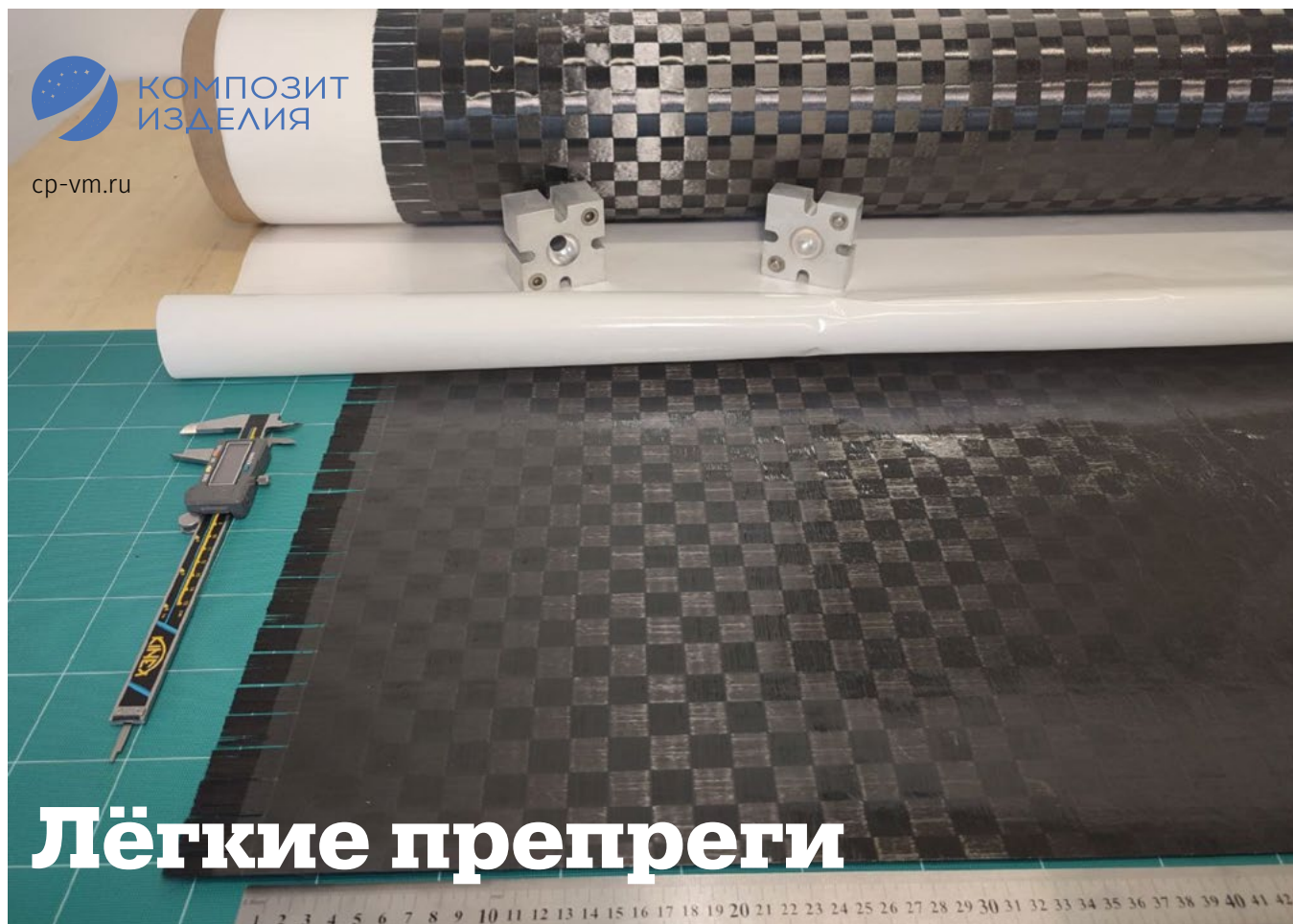


Сертифицированные препреги класса А+ для различного назначения от немецкой компании C-M-P GmbH EN 9100:2018

- ✓ Применения: от авиастроения до декоративного назначения, включая производство оснасток
- ✓ Технологии: автоклав, пресс и вакуумное формование
- ✓ Получение идеальной видовой поверхности вакуумным формованием в термошкафу
- ✓ Широкий выбор армирующих наполнителей (равнопрочные, однонаправленные, мультиаксиальные и нетканые) на любом типе волокна и любой плотности
- ✓ Поставка эпоксидных пленочных связующих в рулонах различной ширины
- ✓ Предоставление данных по физико-механическим характеристикам для расчетов
- ✓ Проведение ежеквартальных встреч с представителями C-M-P для консультации и решения сложных технических задач
- ✓ Техподдержка по подбору препрегов и других расходных материалов
- ✓ Проведение обучения по работе с препрегами
- ✓ Наличие склада в Москве - постоянный запас основных видов препрегов, а также возможность заказа нестандартных препрегов в малых количествах
- ✓ Минимальный срок поставки
- ✓ Индивидуальный подход к каждому клиенту

**Подробнее на сайте
www.prepreg.ru**





Лёгкие препреги

Как быстро и непринужденно взлететь и не упасть? Даже если не собственной персоной, то хотя бы посредством собственного ручного творения? Над этой проблемой размышляет практически каждый инженер, и одно из основных решений, как ни банально это звучит, это сбросить балласт.

Вопросы снижения веса без потери функциональных свойств заставляет задуматься конструкторов не только авиационной и вертолетной отраслей, но и автомобильной промышленности, спорт индустрии, моделирования и т.д. Одним из технологических способов реализации данной задачи является использование легких, но в то же время прочных материалов. К примеру, проектирование элементов летальных аппаратов из препрегов на основе углеродного армирующего наполнителя с более низкой поверхностной плотностью.

Достоинство таких препрегов заключается в том, что волокнистый материал низкой плотности (от 90 до 100 г/м²) обеспечивает максимальную реализацию прочностных характеристик исходного волокна в конечном изделии по сравнению со «стандартными» плотностями (от 200 г/м²). Благодаря этому свойству для обеспечения заданных механических параметров возможно уменьшить габаритные размеры конструкции и, как следствие, снизить массу конечного изделия.

ООО «Композит-Изделия» поставляет препреги производства «С-М-Р» gmbh, известные европейским качеством и доступной стоимостью. Низкие

поверхностные плотности армирующего наполнителя, доступные к заказу, представлены в таблице 1. Данные материалы совместимы со всем ассортиментом эпоксидных связующих, указанных в таблице 2. Оптимальные технологические показатели препрегов допускают использовать как автоклав, так и термопечи для формовать изделия.

Вариация режимов отверждения препрегов на представленных эпоксидных системах обеспечивает получение пластиков с различными объёмными содержаниями армирующего наполнителя и полимерной матрицы, тем самым помогает точнее контролировать вес конечного изделия. При подборе оптимального режима формования однонаправленных препрегов на основе углеродного волокна плотностью 90–100 г/м² монослой пластика достигает примерно 0,09 мм.

Видоизменение выкладки слоев препрега при сборке технологического пакета предоставляет возможность изготовить тонкостенные конструкции с высоким модулем упругости в заданном направлении. Это является значимым фактором для таких изделия, как рама велосипеда или самоката, клюшки, теннисные ракетки, элементы БПЛА и т.д.

За получением детальной информации и образцов для тестирования просим обращаться к нашим техническим специалистам. Сотрудники ООО «Композит-Изделия» готовы ответить на запросы потребителей для улучшения и оптимизации технологических процессов изготовления ПКМ. **КМ**

Материалы

Таблица 1. Технические характеристики армирующих материалов низкой поверхностной плотности*

№	Наименование материала	Вид плетения	Поверхностная плотность, г/м ²	Ширина, мм	Вид волокна
1	Однонаправленный углеродный материал Т-С 100/600*	Однонаправленный (UD)	100 ±5	600 ±10	Среднепрочное /Высокопрочное УВ 12 К
2	Равнопрочная ткань из плетенного углеродного волокна	Полотно	90 ±5	1000 ±10	Плещенное Среднепрочное / Высокопрочное УВ 12 К

*препреги на основе данных материалов и эпоксидной системы CP002 являются складскими позициями

Таблица 2. Перечень эпоксидных связующих производства «С-М-Р» gmbh

	Т обработки, °С	Время, мин	Давление, Бар	Вязкость	Температура стеклования	Сохраняемость*	Типы наполнителей	Другое
CP002	75–160	330–10	0,8–3	Низкая	120	3 недели	UD/Fabric/MX/scrim	FAR 25.853
CP003	70–170	500–4	0,8–3	Очень низкая	125	12 недель	UD/Fabric/MX/scrim	Прозрачная
CP004	75–170	300–5	0,8–5	Средняя	125	10 недель	UD/Fabric/MX/scrim	Высокой жесткости
CP005	90–160	300–15	2–6	Средняя	115	2 недели	UD/ MX/scrim	Высокой жесткости
CP006	80–150	500–8	0,8–5	Средняя	150	6 недель	UD/Fabric/MX/scrim	Высокой жесткости
CP007	75–160	350–7	0,8–3	Низкая	165	6 недель	UD/Fabric/MX/scrim	—
CP009	70–170	500–4	0,8–6	Средняя	125	2 недели	UD/Fabric/MX/scrim	Прозрачная
CP012	120–180	15–3	2–6	Высокая	135	3 недели	UD/Fabric/MX/scrim	Быстро-твердеющая
CP201	50–200	8 часов**	2–6	Средняя	205	4 дня	Fabric/scrim	Формовая

* при комнатной температуре; ** с пошаговой обработкой



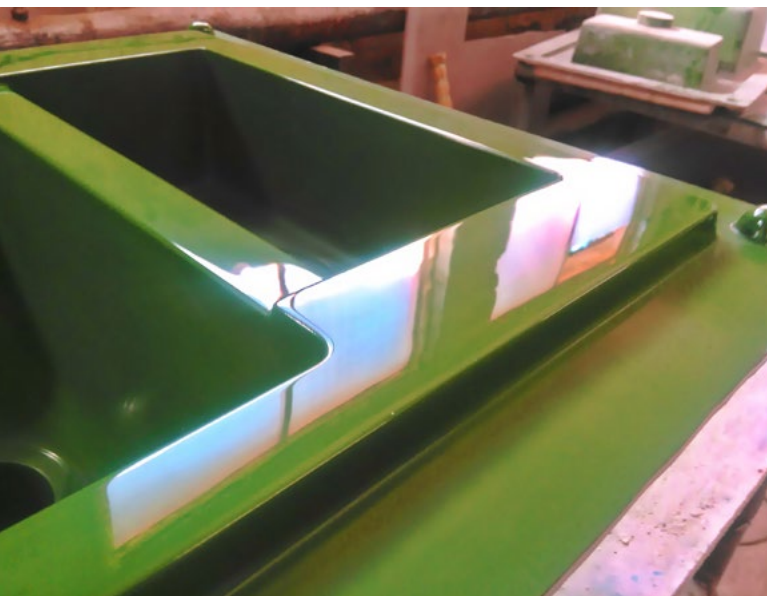
CARBO CARBO
КОМПОЗИТНЫЙ СУПЕРМАРКЕТ

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

Препреги
Смолы
Углеродные ткани



всегда
в наличии



GM 341 VE обладает превосходными механическими свойствами, отличной структурной эластичностью и устойчив к наслоениям воска и стирола.

Быстрая матрица

В отличие от классической технологии изготовления матриц, требующей послойной укладки и выдержки, с целью снижения усадки, «быстрая матрица» предлагает «пакетный» процесс изготовления с использованием специализированной безусадочной смолы и сразу нескольких слоёв стекломата «мокрым по мокрому», что позволяет изготовить полноценную матрицу менее чем за 48 часов.

Данная система состоит из:

- Винилэфирный матричный гелькоут **GM 341 VE**
- Винилэфирная барьерная смола **PV-300 TA**
- Безусадочная матричная смола **P-456 NS**

Для заполнения острых углов и труднодоступных для прикатки мест рекомендуем использовать стеклонеполненную склеивающую пасту TK 501 BP.

ООО «Терра Композит» является эксклюзивным дистрибьютором компании ILKALEM — одного из ведущих производителей полиэфирных смол в Европе (Турция).

Несмотря на сложившуюся геополитическую ситуацию, мы продолжаем стабильно и бесперебойно поставлять своим клиентам материалы по выгодным ценам. Постоянно расширяем и пополняем складские запасы, что оперативно реагирует в условиях повышенного спроса. **КМ**



PV-300 TA тиксотропная и предускоренная винилэфирная смола на основе Бисфеноле А, придающая в качестве барьерного слоя дополнительную прочность и эластичность гелькоуту, увеличивая ресурс эксплуатации матрицы.



P-456 NS наполненная матричная смола с нулевой усадкой, низкой эмиссией стирола и высокой твердостью. Имеет хорошую прозрачность, обеспечивающую полное удаление пузырей воздуха из ламината. В составе цветовой индикатор катализатора и полимеризации. Возможно нанесение кистью или напыление с ровингом. Быстрое отверждение при комнатной температуре.

TERRA
COMPOSITE

ООО «Терра Композит»

+7 (961) 260-33-52

info@trrc.ru

www.trrc.ru

По версии журнала Композитный мир

www.carbonstudio.ru

Лучший интернет магазин

полимерных композиционных материалов

Оборудование для полимеризации
КОМПОЗИТОВ

www.apgroup-tech.ru

Техническая информация
www.tech.carbonstudio.ru



Узнавайте о наших акциях первыми
vk.com/carbonstudio.original

Магазин в AliExpress
бесплатная доставка по России

Композиционные материалы и
оборудование для производства
композиционных изделий

Дозировочно-смешивающие машины
для пенополиуретанов и композитов
Mahr Unipre (Германия)

Mahr

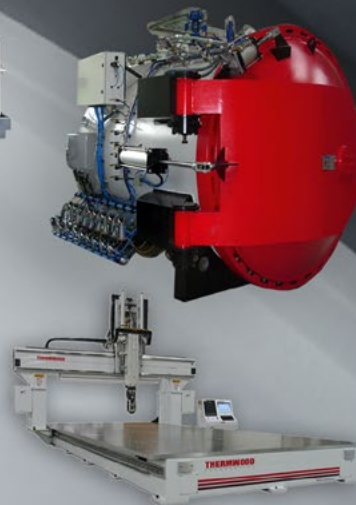


Лабораторные сушильные шкафы и
промышленные печи France Etuves (Франция)



Автоклавы для композитов и вулканизации резины
Olymspan (Китай)

OLYMSPAN®



Оборудование для механической обработки
пластиков Thermwood (США)

THERMWOOD
First in CNC Routers

Гидравлические прессы для композитов
Langzauner (Австрия)

Langzauner
PERFECT

192236 Россия, Санкт-Петербург
Софийская ул. д. 8
Тел./факс +7 (812) 363-43-77

www.apgroup-tech.ru
E-mail: info@apgroup.pro

carbonStudio
ВАШ ПАРТНЕР В ИННОВАЦИЯХ!

Вырикова Анастасия Дмитриевна

пресс-секретарь Центра НТИ «Цифровое материаловедение: новые материалы и вещества» МГТУ им. Н. Э. Баумана
www.emtc.ru



Цифровое создание нагревательных кабелей по энергосберегающей технологии

В Центре НТИ «Цифровое материаловедение: новые материалы и вещества» МГТУ им. Н.Э. Баумана ученые готовятся к запуску опытной версии цифровой технологии разработки новых саморегулируемых кабелей с заданными характеристиками. Успешное внедрение позволит снизить время таких разработок и срок их внедрения в производство на предприятиях кабельной промышленности. Завершение всех испытаний запланировано на текущий год.

Саморегулирующиеся нагреватели всё чаще используются при обогреве жилых помещений и для подогрева промышленных трубопроводов, в том числе и нефтепроводов, и резервуаров, что особенно важно для России с её холодными зимами и большим количеством инфраструктурных сооружений в Арктической зоне. Саморегулирующиеся нагревательные элементы из полимерных композитов с техническим углеродом производятся в настоящее время в ограниченном числе развитых стран: в США, Германии, Франции, Корее и Китае. Их применение считается эффективным и перспективным направлением энергосберегающих технологий. Особую важность имеют требования к технологичности – с учетом современных технологий переработки композиционных материалов и различных требований, в том числе экологических.

«Кроме требований к материалам для матриц саморегулируемых греющих кабелей следует учитывать особенности технологий их переработки. Для стабильной и долгосрочной работы следует достичь равномерного распределения электропроводящего наполнителя в диэлектрической матрице, что приводит к необходимости жесткого контроля параметров технологического процесса», - поясняет Вячеслав Селезнев, заведующий лабораторией «Материалы для применения в экстремальных условиях» Центра НТИ МГТУ.



Разработанный программный комплекс состоит из отдельных подсистем, имеющих возможность автономной работы, и предоставляет возможность проектирования электропроводящего композиционного материала, технологии его получения и переработки и предсказывать эксплуатационные характеристики матрицы саморегулирующегося греющегося кабеля на основе этого композита. Цифровая технология состоит из следующих подсистем имеющих возможность автономной работы:

- прогнозирование электропроводящих свойств матрицы;
- прогнозирование деформационно-прочностных свойств матрицы;
- математическое моделирование взаимосвязи «состав–технология–свойства»;
- многофакторное моделирование структуры;
- 3D-моделирование композиционной полупроводниковой матрицы;
- формирование базы данных.

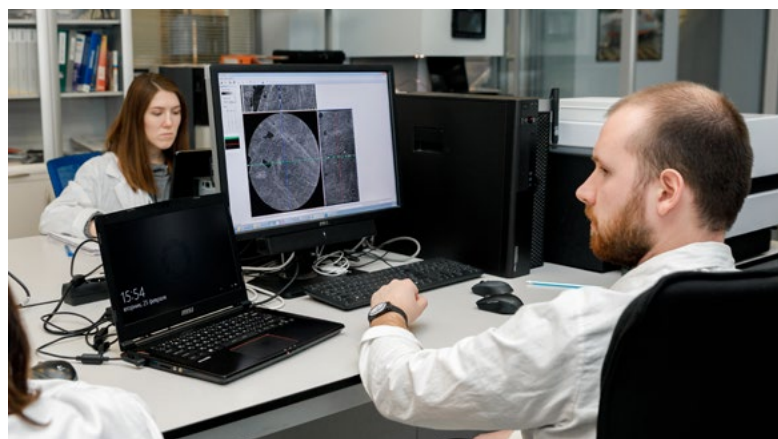
Подсистема «Прогнозирование электропроводящих свойств матрицы» подбирает состав компонентов и их количественное соотношение для прогнозирования электропроводящих свойств. Этот этап разработки рецептуры полупроводящих матриц позволяет оценить электропроводящую способность будущего изделия при количественном варьировании компонентов.

Подсистема «Прогнозирование деформационно-прочностных свойств матрицы» прогнозирует деформационно-прочностные свойства полупроводниковой матрицы при изменении количественного соотношения входящих в нее компонентов.

Подсистема «Математическое моделирование взаимосвязи «состав–технология–свойства» воспроизводит ряд параметров технологии получения полупроводящей матрицы по результатам проведенных ранее этапов моделирования. На различных этапах технологического процесса получения полимерной матрицы необходимо предусмотреть разработку технических решений, позволяющих предотвратить повреждение высокоструктурированного состояния углеродных модификаторов, обеспечив при этом однородное перемешивание и распределение высокоструктурированной добавки в расплаве полимера без разрушения образующихся цепочечных структур и минимизацию критически формирующихся спекшихся частиц.

Подсистема «Многофакторное моделирование структуры» решает задачу модификации рецептуры и технологии изготовления матрицы саморегулирующегося греющегося кабеля для получения оптимальных эксплуатационных параметров. Решаются проблемы снижения деформационно-прочностных свойств и уменьшения технологичности материала. Оценивается целесообразность постобработки матриц саморегулирующихся кабелей, выбирается ее вид и технологические параметры.

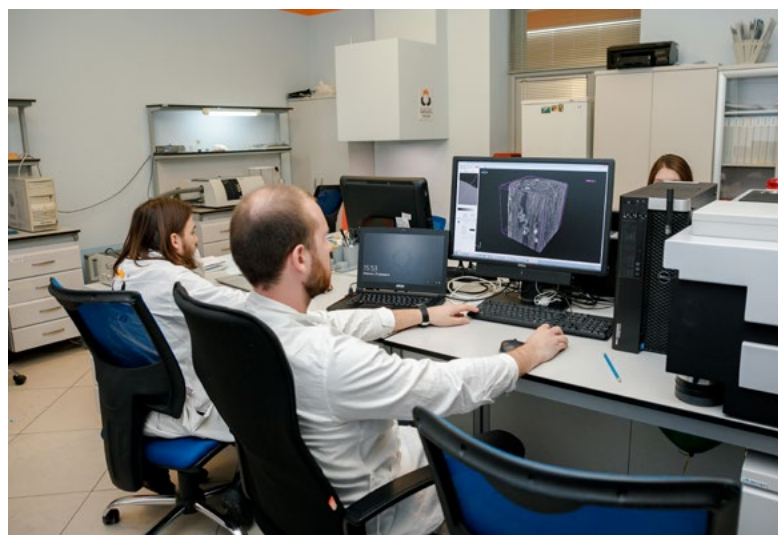
Подсистема «3D-моделирование композиционной полупроводниковой матрицы» необходима для создания виртуальных 3D-моделей структуры получае-



мой композиционной полупроводниковой матрицы. Данный модуль визуализирует статистический расчет распределения электропроводящего наполнителя в диэлектрической матрице, наглядное изображение распределения токопроводящих дорожек в композиционном материале в зависимости от свойств полимерной матрицы.

Подсистема «Формирование базы данных» включает в себя данные компонентов и получаемых на их основе составах полупроводниковых матриц, в том числе информацию о компонентном составе, качественных характеристиках составных элементов, расчетных свойствах разработанных материалов, а также данные об опытно-экспериментальном подтверждении показателей и характеристик изделий, разработанных с применением цифровой системы компьютерного моделирования.

Реализация цифровой технологии проектирования матриц саморегулирующихся греющихся кабелей и электропроводящих композиционных материалов для них соответствует стратегическим направлениям развития полимерных композиционных материалов на период до 2030 года. Кроме того, описанная цифровая технология позволяет организовать производство импортозамещающих электропроводящих композиционных материалов для низко- и среднетемпературных саморегулирующихся кабелей, отметил директор Центра НТИ МГТУ, д.т.н. Владимир Нелюб. **КМ**



Петрова Дарья Александровна
к.т.н., доцент кафедры НВКМ СПбГУПТД

Лукичева Наталья Сергеевна
ассистент кафедры НВКМ СПбГУПТД



Всероссийская научная конференция и молодежный конкурс научных докладов «Наноструктурные, волокнистые и композиционные материалы»

В мае 2022 года в Санкт-Петербургском государственном университете промышленных технологий и дизайна (СПбГУПТД) прошла организованная кафедрой наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов им. А.И. Меоса (НВКМ) всероссийская научная конференция и молодежный конкурс научных докладов «Наноструктурные, волокнистые и композиционные материалы».

К сожалению, начавшаяся в 2020 г. традицию проводить мероприятие ежегодно нарушила пандемия, но частичное снятие антиковидных ограничений позволила её возобновить. В этом году конференция была приурочена к 125-летию со дня рождения Александра Ивановича Меоса — основателя кафедры технологии химических волокон (ныне НВКМ им. А.И. Меоса) и посвящена современным разработкам в области волокнистых композиционных и наноструктурных материалов.

Александр Иванович Меос (1897–1971) был выдающимся учёным, педагогом, организатором промышленности и, вместе с тем, удивительно простым,

скромным, доброжелательным человеком. Профессор, доктор технических наук, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, выпускник Технологического института — он в течение 26 лет возглавлял кафедру Технологии химических волокон, руководил созданной им же проблемной лабораторией по синтезу волокнообразующих полимеров и разработке методов получения волокон со специальными свойствами. Александр Иванович принимал непосредственное участие в запуске производств химических волокон по всей стране, а с 1933 по 1936 гг. был директором Мытищинского завода искусственных волокон. На кафедре НВКМ бережно хранят память об этом человеке и, несмотря на все экономические, политические и иные проблемы, продолжают начатое им дело по подготовке специалистов в области волокнистых материалов, а также, следуя современным тенденциям развития науки и техники, — в области наноструктурных и композиционных.

В этом году конференция была посвящена современным разработкам в области:

- традиционных полимерных композиционных материалов;
- наноструктурных материалов и нанотехнологий;
- макромолекулярных систем.

Участие в конференции и молодежном конкурсе приняли студенты и ученые из Санкт-Петербурга, Москвы, Иваново, Саратова, Казани и других городов, представившие свои передовые разработки и достижения. Лучшие из них были награждены.

Так, по результатам молодежного конкурса научных докладов места между заочными участниками конкурса разделились следующим образом:

I-е место заслужила студентка Ивановского государственного политехнического университета Трифонова Анастасия Александровна за доклад «Влияние на свойства полиэфирной ткани метода формирования на поверхности образующих ее нитей покрытия на основе наноразмерного диоксида титана».

II-е место присуждено также студентке из Ивановского государственного политехнического университета Духовой Юлии Сергеевне за доклад «Антибактериальный текстиль на основе наноматериалов».

III-е место жюри разделило между авторами работ «Получение окрашенных метапараарамидных волокнистых материалов» — Самсоновой Кристиной Алексеевной, Трофимовой Екатериной Николаевной (СПбГУПТД) и «Влияние пластификаторов на основе олигосилоксанов на свойства силоксановых резин» — Зиминной Анастасией Сергеевной (Казанский национальный исследовательский технологический университет).

Очно в конференции принимали участие студенты Института прикладной химии и экологии СПбГУПТД. Среди них проводился конкурс, исходя из курса обучения. Студенты 3-его и 4-ого курсов СПбГУПТД представляли свои собственные научно-исследовательские разработки, а 2-ого — результаты литературных обзоров современных достижений в области композиционных и наноструктурных материалов.

Среди студентов 3 и 4 курса бакалавриата места распределились следующим образом:

I-е место заслужили сразу 2 студентки — Вилачева Юлия Юрьевна (доклад на тему «Разработка и исследование свойств композитов на основе углеволокнистых материалов и фторопластов») и Грозова Наталия Андреевна (доклад на тему «Получение и исследование основных свойств углерод-полимерных композитов»).

II-е место разделили 3 участника: Брусевич Арина (доклад на тему «Исследование влияния реологии растворов на формирование интерполимерного комплекса карбоксиметилцеллюлозы»), Гришина Анастасия Геннадьевна (доклад на тему «Получение композиционных материалов на основе углеродных наноструктур»), и Кротков Никита Алексеевич (доклад на тему «О количественном определении сорбционно-активных центров активированных углеродных волокон»).

III-е место поделили Кудринская Ольга Вадимовна (доклад на тему «Об особенностях адсорбции красителя метиленового голубого активированными



углеродными сорбентами»), Тальвинский Станислав Олегович (доклад на тему «Разработка, получение и исследование свойств полимерных пористых материалов») и Федосеенкова Дарья Дмитриевна (доклад на тему «Исследование хемостойкости термореактивных матриц полимерных композиционных материалов»).

Призерами среди студентов 2 курса бакалавриата стали следующие студенты СПбГУПТД:

I-е место — Шарапова Анна Андреевна, II-е место разделили Дурманова Александра Геннадьевна и Смирнов Владимир Валерьевич, III-е место присуждено сразу двум студентам: Христову Дмитрию Евгеньевичу и Смирновой Марии Павловне.

Жюри отметило работы еще двух студентов: Мазуревич Елизаветы Михайловны и Хандобиной Ксении Михайловны.

По итогам конференции подготовлен сборник тезисов, а также будет издан специальный выпуск научного журнала «Вестник СПбГУПТД. Серия 1».

Благодарим всех участников мероприятия за участие, живой интерес и активную дискуссию.

Приглашаем ведущих ученых-исследователей, молодых ученых, аспирантов и студентов, работающих в области волокнистых и композиционных материалов, а также представителей компаний композитной отрасли к участию в будущих мероприятиях кафедры НВКМ им. А.И. Меоса. Ведь участие в научных студенческих конференциях не только стимулирует интерес студентов к изучению и исследованию актуальных проблем, но и помогает им познакомиться с современными достижениями в изучаемых областях, а также обменяться опытом и представить себя как начинающего грамотного специалиста. **КМ**

Будем рады встрече в 2023 году!

Кафедра наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов
им. А. И. Меоса СПбГУПТД:
+7 (812) 315-02-56
thvikm@yandex.ru

Композитные опоры «СТРЕЛА» закрепились на новой высоте

B BAZALT GROUP

ru.bazaltgroup.com



Завод композитных изделий НПК «Базальт Групп» запустил в производство типовые опоры серии «СТРЕЛА» для размещения на высоте до 20 м оборудования весом до полутора тонн. В чем преимущества композитных опор по сравнению с традиционными стальными рассмотрим ниже.

В первую очередь — выгода. При равнозначных

технических характеристиках изделий стоимость композитной опоры «СТРЕЛА» ниже стальной на 10–30%. Также стоит отметить экономию затрат на доставке и монтаже композитной опоры. Секции типовых опор «СТРЕЛА» весят около 100кг, поэтому для сборки достаточно автовышки и двух рабочих. Напомним, что монтаж металлической конструкции без тяжелой техники не обходится.

Во-вторых, прочность изделия. Опоры «СТРЕЛА» изготовлены методом непрерывной намотки армирующего наполнителя — стеклоровинга, пропитанного эпоксидным связующим. Несколько слоев этих материалов обеспечивают механическую прочность и надежность конструкции.

Определенно еще одно достоинство «СТРЕЛЫ» — ее внешний вид. Прочное глянцевое покрытие не подвержено коррозии, защитит опору от ультрафиолета, дорожных реагентов, клея, граффити и других загрязнений. Свой привлекательный внешний вид опора сохранит на десятилетия и не потребует затрат при эксплуатации.

Первыми обратили внимание на опоры «СТРЕЛА» производители антенн для защиты от беспилотных летательных аппаратов. Устойчивость конструкции к ветровым нагрузкам уже испытали на объектах в Комсомольске-на-Амуре, Сочи, в Москве и на Урале.

Интерес к инновационным композитным опорам проявляют и крупные телекоммуникационные и сетевые организации. В связи с продолжающимся ростом цен на металл, композитные опоры «СТРЕЛА» становятся выгодной альтернативой традиционным мачтам.

О дальнейших планах развития производства рассказал исполнительный директор ООО НПК «Базальт Групп» Горский Владимир: «Опоры серии «СТРЕЛА» — гордость нашего завода, но мы не стоим на месте. В начале 2022 года мы запустили пробную партию опор высотой до 30м, которые будут использоваться для быстрого и эффективного развертывания сетей 4G и 5G на территории РФ. В настоящий момент наши инженеры совместно с Центром экспериментальной механики композиционных материалов и конструкций Пермского национального исследовательского политехнического университета проводят лабораторные и натурные испытания новых опор.

Ближайшая задача — установить пробную партию композитных опор, подтвердить их надежность и уже в следующем году начать массовую замену стали на композит на рынке телекоммуникационных опор». **КМ**

mrsolarteam.ru

Уникальный руль для лодок на солнечной энергии

Студенческий проект Московского политехнического университета «Солнечная регата» совместно с научным центром в области полимерного материаловедения НИЦ «СПМ» разработали композитный руль, который будет использоваться в лодках на солнечной энергии.

Новый руль весит 130 грамм, что в 15 раз меньше предыдущего покупного. Для команды, придерживающейся политики снижения каждого лишнего грамма, это является существенным преимуществом. Также новый руль занимает меньше места, что увеличивает безопасность лодки. По регламенту соревнований пилот, в случае аварийной ситуации, должен покинуть лодку в течение 5 секунд, а крупные выступающие элементы лодки могут увеличить это время до недопустимого.

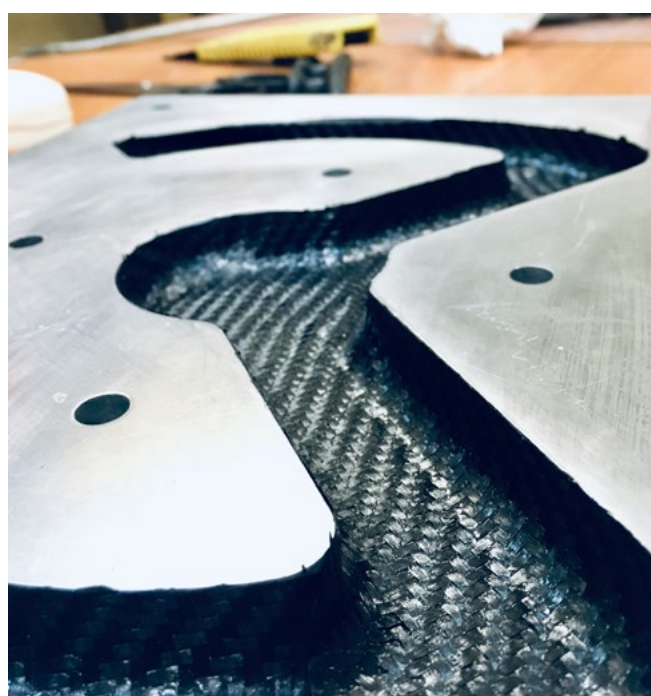
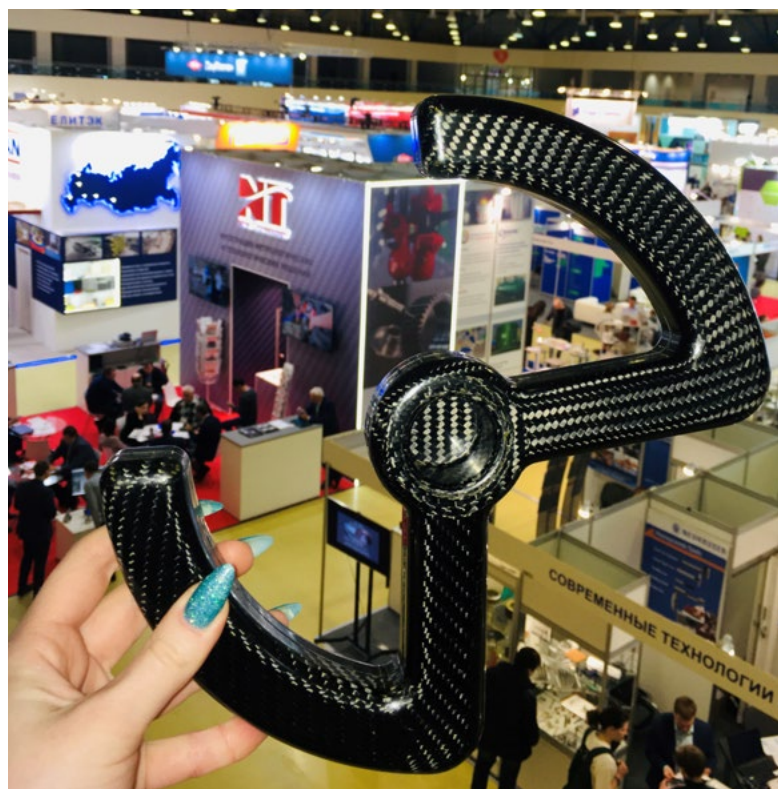
Основной составляющий компонент руля — термопластичный материал «Синтерм» — разработка научно-исследовательского центра «СПМ». Он представляет собой порошок белого цвета, который расширяется под воздействием температуры, превращаясь в закрыто-пористый пенопласт. Суть применения материала при создании руля заключается в том, что сформированный из порошка по форме руля пенопласт оборачивается препрегом и обрабатывается температурой в закрытой оснастке. «Синтерм» создает внутреннее давление и формирует препрег, превращая его в полимерный композиционный материал.

В рамках сотрудничества было создано несколько композитных рулей, которыми команда заменит свои нынешние тяжелые рули в действующих и будущих лодках.

В следующем году командой совместно с НИЦ «СПМ» планируется создание подводных крыльев, а также новой композитной лодки с использованием пластин из порошка «Синтерм».

Строительством лодок на солнечной энергии команда Московского Политеха занимается с 2015 года в рамках дисциплины «Проектная деятельность». У команды в арсенале 5 готовых лодок, изготовленных из фанеры методом «stitch & glue» и покрытых стекло- или углетканью.

Последние несколько лет команда собирает призовые кубки со всех российских соревнований лодок на солнечной энергии. Новая лодка, построенная по уникальным российским технологиям, позволит студентам из Московского Политеха выигрывать и на международных соревнованиях. **КМ**




Холодников Юрий Васильевич

ООО СКБ «Мысль»

sdo_mysl@mail.ru

www.sdo-mysl.ru



Комплекс ремонтных технологий полимерными композиатами для технологического оборудования и строительных конструкций

Вне зависимости от принятой на предприятиях формы проведения ремонтно-профилактических работ (регламентированный ремонт, ремонт по наработке, ремонт по техническому состоянию и т.п.), методов ремонта (агрегатно-узловой, поточный, обезличенный и др.) – экономическая эффективность ремонтных работ связана, прежде всего, со снижением таких показателей ремонтных нормативов, как продолжительность простоя и трудоемкость выполнения ремонта. Указанная цель достигается внедрением комплексного подхода к ремонту оборудования путем использования различных видов композиционных материалов и технологий их нанесения. В таблице приведены некоторые виды композитов и рекомендации по их использованию.

Обобщенная структура ремонтных циклов и рекомендуемых композиционных материалов представлена в таблице 1.

Дисперсно-наполненные композиционные материалы

Дисперсно-наполненные композиционные материалы состоят из связующего (различные виды органических смол) и наполнителей гранулометрическим составом частиц от 0,01 до 1,0 мм. По химической природе наполнители могут быть: минеральными (неорганическими), например, мел, графит, кварц, слюда, гидроокись алюминия и др., порошки металлов и сплавов (алюминий, бронза, сталь, диоксид молибдена и др), а также органические наполнители – порошки термопластов. Каждый вид наполнителя придает композиту уникальные индивидуальные свойства: повышенную механическую прочность, электропроводность, термостойкость, огнестойкость, износостойкость, химостойкость и др. Готовые дисперсно-наполненные композиционные материалы

Таблица 1. Обобщенная структура ремонтных циклов и рекомендуемых композиционных материалов

Виды ремонтов	Композиционные материалы			
	Дисперсно-(нано) наполненные	Зернисто-наполненные	Стеклопластики	
			«Мокрое» ламинирование	Конструкционные изделия
Техническое обслуживание ТО	<ul style="list-style-type: none"> • смазки, присадки, СОЖ; • пасты, мастики, шпатлевки, филлеры, праймеры; • ремонтные составы: «холодная сварка», абразивостойкие, антиадгезивы, износостойкие, • наполненные • ЛКМ 	<ul style="list-style-type: none"> • шпатлевка (заделка) полимербетоном мелких дефектов поверхности, выявленных в процессе эксплуатации оборудования 	<ul style="list-style-type: none"> • ремонт поврежденных участков футеровки; • латки на течи, очаги коррозии, свищи 	<ul style="list-style-type: none"> • установка экранов, защитных крышек, отражателей и т.п.; • установка муфт из препрега на поврежденные участки трубо-проводов и воздухопроводов
Текущий ремонт ТР	<ul style="list-style-type: none"> • ремонтные составы. 	<ul style="list-style-type: none"> • восстановление поврежденных участков износо- (абразиво)-термостойких футеровок; • ремонт и замена отдельных участков (изделий) из полимербетона 	<ul style="list-style-type: none"> • изготовление (RTM, ручное ламинирование, SMC/BMC, и др.) и замена одельных деталей и элементов конструкции оборудования; • частичная замена и ремонт футеровки; • ремонт труб, воздухопроводов, газоходов в объемах данного вида ремонта 	<ul style="list-style-type: none"> • применение листового, профильного (уголок, труба, круг, тавр и т.п.) стеклопластика для восстановления изношенных узлов в объемах текущего ремонта; • использование муфт, рукавов из препрега для ремонта труб и воздухопроводов
Капитальный ремонт КР	<ul style="list-style-type: none"> • ремонтные составы для восстановления поврежденных участков оборудования; • нанокompозиты с повышенными эксплуатационными параметрами 	<ul style="list-style-type: none"> • полное восстановление изношенных и поврежденных участков строительных бетонных конструкций и сооружений; • нанесение полимербетона на оборудование для повышения его эксплуатационных параметров (износостойкость, теплостойкость, прочность и т.п.) 	<ul style="list-style-type: none"> • ремонт или замена футеровки; • замена поврежденных участков и узлов оборудования на заранее изготовленные аналоги из композитов; • изготовление деталей и узлов оборудования из специальных видов композитов методами «мокрого» ламинирования 	<ul style="list-style-type: none"> • применение всех видов конструкционного стеклопластика для ремонта оборудования в объеме кап. ремонта; • Изготовление из конструкционного стеклопластика деталей и узлов ремонтируемого оборудования

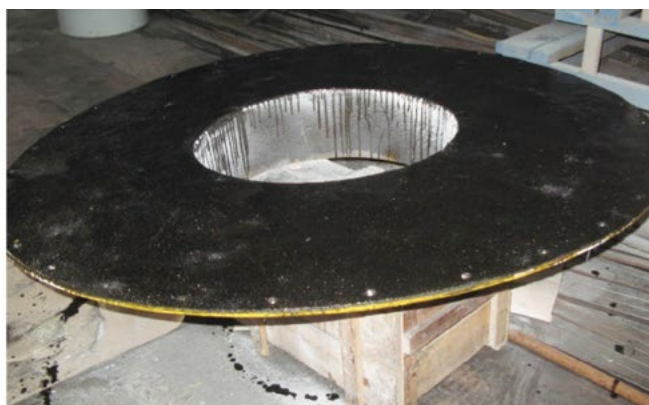
Применение



Применение дисперсно-наполненных композиционных материалов

выполняют функции герметиков, клеев, шпатлевок, филлеров и т.п. Предназначены для мелкого ремонта отдельных частей оборудования, выравнивания /

восстановления изношенных рабочих поверхностей, герметизации стыков, уплотнения разъемов и оперативного устранения протечек и свищей. Наша



Применение зернисто-наполненных композиционных материалов



Мокрое ламинирование

компания по техническому заданию подберет данный вид композиционных материалов как известных производителей (Thortex, Huntsman, Ticona, Devcon и др.), предложит российские аналоги или материалы собственного производства, а также выполнит ремонтные работы с высоким качеством и гарантией.

Зернисто-наполненные композиционные материалы

В отличие от дисперсно-наполненных композитов гранулометрический состав зернисто-наполненных превышает 1,0 мм. К этому классу композитов относятся грубые шпатлевки, пасты, полимербетоны (и изделия из них) и т.п. Виды ремонтных работ, выполняемых зернисто-наполненными композитами, следующие:

- толстостенное футеровочное покрытие рабочих поверхностей технологического оборудования и строительных конструкций с целью их защиты от агрессивных производственных факторов;
- «ямочный» ремонт бетонных поверхностей строительных конструкций;
- изготовление футеровочных абразивостойких вкладышей течек, гидроциклонов, пульпопроводов, грунтовых насосов и т.п.;
- изготовление штучных абразиво-химостойких футеровочных материалов: плитка, фасонные элементы технологического оборудования и пр.

«Мокрое» ламинирование

Технологический процесс под названием «мокрое» ламинирование подразумевает нанесение на поврежденную поверхность сухого стеклоармирующего материала (стекломат, стеклоткань) с последующей его пропиткой жидкой органической смолой (эпоксидной, фенол-формальдегидной, полиэфирной, эпоксивинилэфирной и др.). Смола выполняет функции связующего, а стеклоармирующий материал обеспечивает механическую прочность конструкции. Для придания композиту специальных свойств в смолу вводят функциональные наполнители в виде минеральных или полимерных дисперсий. Область применения рассматриваемого способа ремонта, это:

- ремонт трубопроводов, газопроводов, воздухопроводов и емкостного оборудования;
- футеровка емкостного оборудования от агрессивных рабочих сред, включая ремонт футеровочных покрытий;
- ремонт строительных конструкций;
- гидроизоляция и пароизоляция;
- работы по усилению конструкций технологического оборудования в случае их износа или модернизации, в том числе ремонт поврежденных участков.

Преимуществами данного вида ремонта являются:

Применение



Изделия из полимерных композитов

- возможность работы «по месту», в том числе в труднодоступных и замкнутых пространствах (вентиляция при этом — обязательна);
- без огневой способ ремонта и ремонтпригодность наносимых покрытий;
- высокая прочность покрытия, возможность создания покрытий для различных рабочих сред и условий эксплуатации;
- возможность модернизации оборудования и интенсификации производственных процессов при нанесении специальных видов покрытия на существующие конструкции.

Изделия из полимерных композитов для ремонта оборудования и строительных конструкций

Конструкционные изделия из композитов на замену сломанным, изношенным или выработавшим свой ресурс деталям, узлам, изделиям и конструкциям из традиционных материалов, обладают следующими преимуществами:

- способы изготовления изделий из композитов в 8–10 раз менее энергозатратны, чем производство из металлов или их сплавов, что в условиях непрерывного удорожания энергоносителей имеет важное конкурентное преимущество;
- структура и состав композита выбирается под кон-

- кретные требования заказчика, обеспечивая оптимизацию режимов работы в заданной рабочей среде, а также лучшие условия обслуживания и ремонта;
- изделия из композитов обладают хорошей стойкостью к большинству промышленных сред и повышенной эксплуатационной надежностью ввиду отсутствия сварных швов, а так же ремонтпригодностью на любой стадии повреждения;
- важным конкурентным преимуществом композитов является их низкий удельный вес (примерно в четыре раза меньше, чем у стали), что позволяет минимизировать собственную массу конструкции, снизить металлоемкость технологического оборудования, уменьшить затраты на перевозку, монтаж и обслуживание;
- широкий диапазон различных технологий и способов изготовления изделий из полимерных композитов позволяет организовать их производство «на месте», что является важным, например, при проведении ремонтных работ, модернизации производства или организации нового вида производства не стандартизированных изделий, а также реализация государственных программ по импортозамещению и внедрению инновационных видов изделий.

Наша компания имеет богатый опыт разработки, производства и внедрения изделий из полимерных композитов, некоторые виды которых представлены на прилагаемых фотографиях. **КМ**

ЛОПАТКИ, ЛОПАСТИ, РАБОЧИЕ КОЛЕСА ОСЕВЫХ И ЦЕНТРОБЕЖНЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Применение полимерных композиционных материалов (стеклопластиков) позволяет изготавливать элементы вентиляторных установок (лопатки, рабочие колеса (РК), корпуса, направляющие аппараты, коллекторы, обтекатели и др.) с повышенными эксплуатационными свойствами. При этом указанные элементы конструкции легче металлических аналогов в 4 раза, обладают диэлектрическими свойствами, ремонтпригодные, коррозионно- и химически стойкие. СКБ «Мысль» имеет 20-ти летний опыт изготовления описанных элементов конструкции для ведущих предприятий страны.



РК осевого вентилятора с разным
числом лопаток



РК осевых вентиляторов разного
исполнения



Лопатки шахтных вентиляторов



Лопатки осевых вентиляторов
разных типов



Обтекатель и коллектор шахтного
вентилятора главного
проветривания ВОД-30



Лопасты градирни



Малозумные лопатки осевого
вентилятора



Испытательный стенд вентилятора
градирни



Рабочее колесо центробежного
вентилятора в химстойком
исполнении



Корпуса и рабочие колеса ц/б вентиляторов



Колеса воздушных сепараторов



Осевые вентиляторы из стеклопластика



Обтекатели шахтных вентиляторов



Рабочее колесо шахтного вентилятора

ПРИГЛАШАЕМ К СОТРУДНИЧЕСТВУ!



Общество с ограниченной ответственностью
Специальное конструкторское бюро «Мысль» (ООО СКБ «Мысль»)
РОССИЯ, 620076, г. Екатеринбург, Площадь Жуковского д.1в.
Тел: 8(343) 295-98-29; 295-98-56; 256-75-25.
E-mail: sdo-mysl@mail.ru; lena.kh@mail.ru.
www.sdo-mysl.ru

Отраслевые мероприятия 2 полугодие 2022

27.06.2022

III Международная научно-техническая конференция «Новые материалы и технологии глубокой переработки сырья — основа инновационного развития экономики России» (ВИАМ) | conf.viam.ru

15–21.08.2022

Конференция «Композитные материалы специального назначения», в рамках Международного военно-технического Форума «АРМИЯ-2022» | www.mirexpo.ru

6–9.09.2022

Technical Textile & Raw Materials Salon Autumn 2022 — международный салон технического текстиля, нетканых материалов и сырья | www.textilexpo.ru

13–15.09.2022

Термообработка — 2022. Международная специализированная выставка оборудования и технологий термообработки материалов | www.htexporus.ru

20–22.09.2022

Techtextil Russia 2022. Международная выставка технического текстиля, нетканых материалов и оборудования | techtextil-russia.ru.messefrankfurt.com

20–22.09.2022

5-я международная выставка Полимеры и Композиты в Минске | polymerexpo.by

21.09.2022

Конференция «Переработка отходов 2022» | creon-conferences.com

24–27.10.2022

Выставка NDT Russia 2022 | www.ndt-russia.ru/ru-RU
Выставка ExpoCoating Moscow | www.expocoating-moscow.ru/ru-RU
Выставка Технофорум 2022 | www.technoforum-expo.ru

25–27.10.2022

NMT World Expo & Congress. Выставка новых материалов и технологий в Сколково | nmtexpo.ru

31.10 — 3.11.2022

www.chemistry-expo.ru

- ХИМИЯ-2022. 25-я международная выставка химической промышленности и науки
- Зеленая химия — выставка материалов, технологий и оборудования для экологически чистых химических процессов
- Индустрия пластмасс — специализированная выставка сырья и оборудования для производства и переработки полимеров и пластмасс
- Инновации и современные материалы — Научные разработки, новейшие технологии
- Хим-Лаб-Аналит — выставка аналитического и лабораторного оборудования

18.11.2022

VI Всероссийская научно-техническая конференция «Полимерные композиционные материалы и производственные технологии нового поколения» (ВИАМ) | conf.viam.ru

ноябрь 2022

Ключевые тренды в новых материалах: Наука и технологии.
Международный композитный форум | forum.emtc.ru

ноябрь 2022

Форум Композиты без границ | compositesforum.ru



КОМПОЗИТ-ЭКСПО

Пятнадцатая международная специализированная выставка

28 - 30 марта 2023

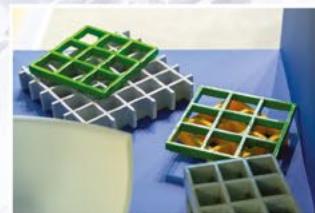
Россия, Москва,
ЦВК «Экспоцентр», павильон 1



Основные разделы выставки:

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

Специальный раздел:
КЛЕИ И ГЕРМЕТИКИ



Информационная поддержка:



Дирекция:

Выставочная Компания «Мир-Экспо»
115230, Россия, Москва, Хлебозаводский проезд,
дом 7, строение 10, офис 507 | Тел.: 8 495 988-1620
E-mail: info@composite-expo.ru | Сайт: www.composite-expo.ru

YouTube youtube.com/user/compoeexporusia @compoeexporus @ocompo

Организатор:





СОБСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО ПОЛИЭФИРНЫХ СМОЛ

для
НАМОТКИ

для ИНЖЕКЦИИ:
ИНФУЗИЯ, RTM,
LRTM,
FLEX MOLDING



для РУЧНОГО
ФОРМОВАНИЯ
И НАПЫЛЕНИЯ

для ЛИТЬЯ:
ИСКУССТВЕННЫЙ
КАМЕНЬ

ТРУДНОГОРЮЧИЕ

- Ортофталевые
- Изофталевые
- Полиэфиракрилатные
- Эпоксивинилэфирные



Полимер

Серия Полиэфирных Смол



Полимергель

Серия Гелькоутов



Поливоск

Серия
Разделительных Восков



Полипигмент

Серия Пигментных Паст



Полиактив

Серия Ускорителей



Полиадгезив

Серия Склеивающих
Составов



Полигранул

Серия Гранул
для Искусственного Камня

ДИСТРИБЬЮЦИЯ

- Magnum Venus Products (MVP)
- Chomarat
- Lantor BV
- Jiangsu Changhai Composite Materials Holding Co.
- Chem-Trend
- Mirka Ltd
- ES Manufacturing

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ

И ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА / ОБУЧЕНИЕ

Изготовление полимерной оснастки и организация производств изделий из стеклопластика "под ключ".
Обучение техпроцессам изготовления изделий из стеклопластика и искусственного камня.

603074. г. Н.Новгород, ул. Нефтегазовская 1А
тел. 8 (831) 243-10-00
E-mail: polymerprom@polymerprom-nn.ru

[instagram.com/polymerprom](https://www.instagram.com/polymerprom)
 vk.com/polymerpromnn

ИТЕКМА

КС22



КЛЕЙ-СПРЕЙ ДЛЯ ВРЕМЕННОЙ ФИКСАЦИИ

-  Предназначен для временной фиксации армирующих наполнителей и вспомогательных материалов
-  Для изготовления изделий из ПКМ методами вакуумной инфузии, RTM
-  Не оставляет следов на поверхности изделий
-  Не ухудшает механические свойства армированного пластика
-  Совместим со всеми видами эпоксидных смол
-  Не снижает пропитывающую способность преформ

ТУ 20.52.10-001-59846689-2022



Теперь полностью сделан для Вас в России.

ООО «ИТЕКМА» поставляет высококачественные российские композиционные материалы для самых требовательных отраслей. Мы делаем ставку на максимальное использование российских компонентов с целью удовлетворять самым высоким требованиям по надежности поставок.

