

КОМПОЗИТНЫЙ МИР

ISSN 2222-5439

#4 (101)
2022



КОМПОЗИТ-ЭКСПО
Международная специализированная выставка



Не пропустите главное композитное событие года!



ДЮРОПЛАСТИК™ ТРУДНОГОРЮЧИЙ СТЕКЛОКОМПОЗИТ

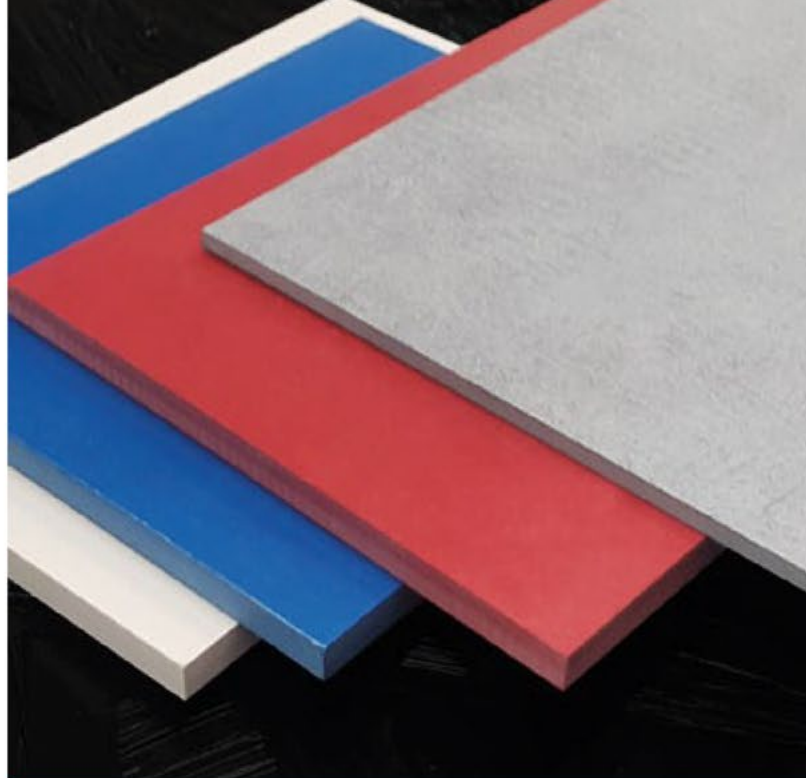
ОПИСАНИЕ:

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



ПРИМЕНЕНИЕ:

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



СВОЙСТВА:

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

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

ФОРМА ПОСТАВКИ:

Выпускается согласно
ТУ22.21.42-010-96763961-2018

Стандартная форма поставки изделий:

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

Дорогие друзья!

Каким будет 2023 год для российской композитной отрасли? Год будет сложным, но полным возможностей

Я уверена, что никакой революции в управлении отраслью, реформировании планов ее развития, изменении рыночных правил точно не будет.

С экономической точки зрения для отрасли год может оказаться непростым, во всяком случае, вряд ли более удачным, чем 2022-й. Контур трансформации нашей экономики пока определен нечетко, а композитная отрасль, как и любая другая, опирается в прогнозировании на тренды в экономике, которую она обслуживает.

С точки зрения потребителей в отрасли будет продолжаться большая перестройка с европейских на азиатские рынки. В широком смысле, в течение 2023 года отрасль будет перестраиваться, главным образом, с точки зрения цепочек поставок. Преодоление этих вызовов станет флагманской задачей композитных предприятий на 2023 год.

Думаю, что, как и в 2022 году, будут сдвигаться или ставиться на паузу сроки реализации отдельных не слишком важных проектов. А необходимые для сегодняшней России проекты, например, по созданию новых бронематериалов, материалов для авиастроения и все что обслуживает ВПК получают карт-бланш. В долгосрочной перспективе отрасль будет активно двигаться к достижению технологического суверенитета. В ближайшие годы стоит ожидать открытия новых производств малотоннажной химии, например компонентов для эпоксидных связующих, волокон СВМПЭ и т.д., тем более, что композиты — в списке государственных приоритетных направлений развития.

Одним из фокусных направлений останется цифровизация с учетом специфики текущей ситуации. Значительная часть зарубежных поставщиков ПО покинула наш рынок, либо ограничила работу собственных решений в России, и внедрение отечественных решений во всех секторах, станет ключевым. Уже есть российские аналоги, не уступающие, а в каких-то аспектах и превосходящие зарубежные разработки в области ПО, но их внедрение идет не всегда быстро.

Читайте с пользой!

С уважением, Ольга Gladунова



Научно-популярный журнал
Композитный мир
#4 (101) 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
www.compositeworld.ru

Директор: Сергей Gladunov
gladunov@kompomir.ru

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

Вёрстка и дизайн:
design@compositeworld.ru

По вопросам сотрудничества:
info@kompomir.ru

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

Номер подписан в печать 20.01.2023

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



Интервью

Импортозамещение в действии 6

Событие

Композит-Экспо 2023 8

Юбилейный X форум «Композиты без границ»
впервые состоится в рамках выставки
«Композит-Экспо» 9

Отрасль

Что интересного нас ждет в этом году
на Композит-Экспо? 10

Новый класс материалов
для промышленности 14

Тенденции цифрового материаловедения
в 2023 году 15

Патентная активность
и инновационное развитие 16

Непростые времена для композитной
отрасли или еще один шанс? 20

О чем писала зарубежная
композитная пресса в 2022 году 30



Материалы

Технические изделия на основе поликонденсационных оксадиазольных систем.....	36
--	----

Технологии

Изготовление матрицы из МДФ для стеклопластикового изделия.....	40
---	----

Применение

Применение отходов полиакрилонитрильного волокна.....	46
Совершенствование конструкций осевых вентиляторов главного проветривания шахт.....	48
Отраслевые мероприятия 2023.....	56



Импортозамещение в действии



Об успехах в импортозамещении, качестве отечественных материалов и планах на будущее редакция журнала «Композитный мир» (КМ) побеседовала с Андреем Бирюковым (АБ), директором по развитию бизнеса ООО «Композит-Изделия».

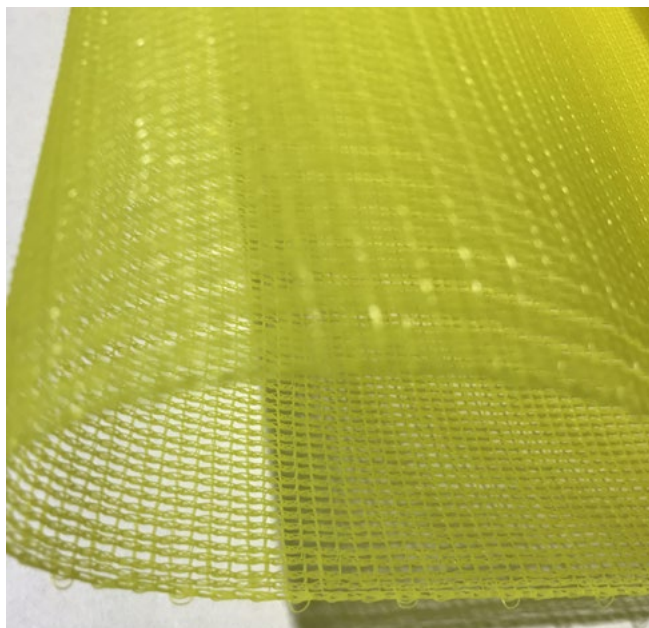
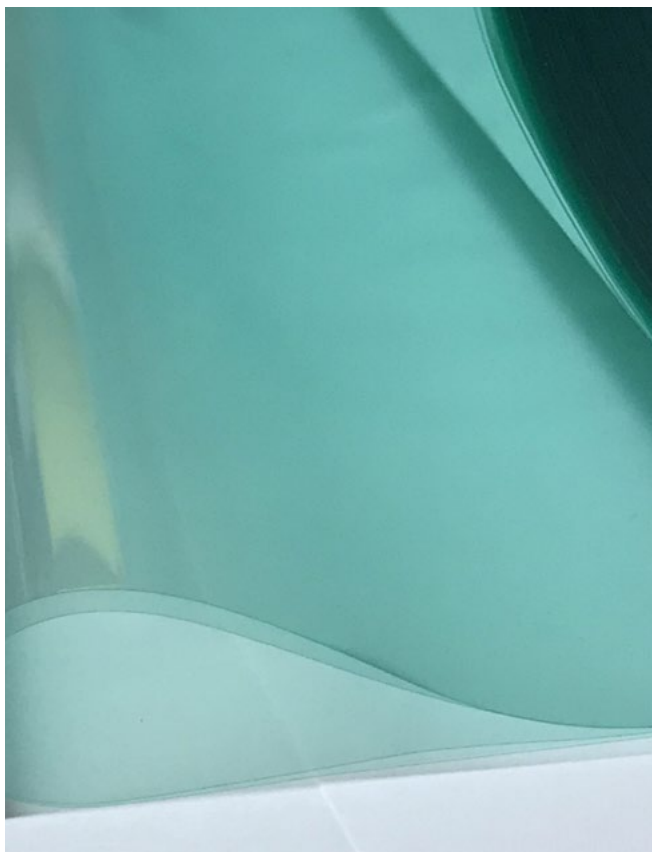
КМ: Расскажите читателям журнала «Композитный мир» об истории создания вашей компании. Как все начиналось?

АБ: Компания ООО «Композит-Изделия» начала свое существование в 2011 году в структуре Холдинговой компании Композит, как официальный дистрибьютер известной иностранной компании, занимающейся поставкой расходных материалов для крупнейших мировых производств композитной отрасли. Основной целью компании было создание недостающего звена в цикле производства композитных материалов на территории РФ. После 2014 года, в связи с началом санкционного давления, возникла потребность в российском производстве вспомогательных материалов для изготовления изделий из полимерных композиционных материалов, именно на решении данной задачи и были сконцентрированы усилия нашей компании, и за прошедшие годы нам удалось добиться значимых результатов. В тесном взаимодействии с ведущими предприятиями отрасли нами были разработаны и внедрены в производство все основные группы расходных и вспомогательных материалов.

КМ: Я знаю, что на сегодняшний день вы занимаетесь не только поставкой вспомогательных материалов для различных технологий, но и наладили производство этих материалов на территории нашей страны. Что это за материалы?

АБ: Да. В настоящий момент на территории Российской Федерации локализовано производство таких материалов, как жертвенные ткани Р-Текс и дренажно-впитывающие материалы ДВМ, вакуумные и разделительные пленки, проводящие трубки и переходники, и это далеко не полный перечень. В прошлом году, к этому списку добавился и полупостоянный разделительный состав Сплит ППР-01 – аналог зарубежных материалов. Все наши материалы разработаны с участием ведущих специалистов композитной отрасли и прошли испытания на основных аэрокосмических и судостроительных предприятиях,





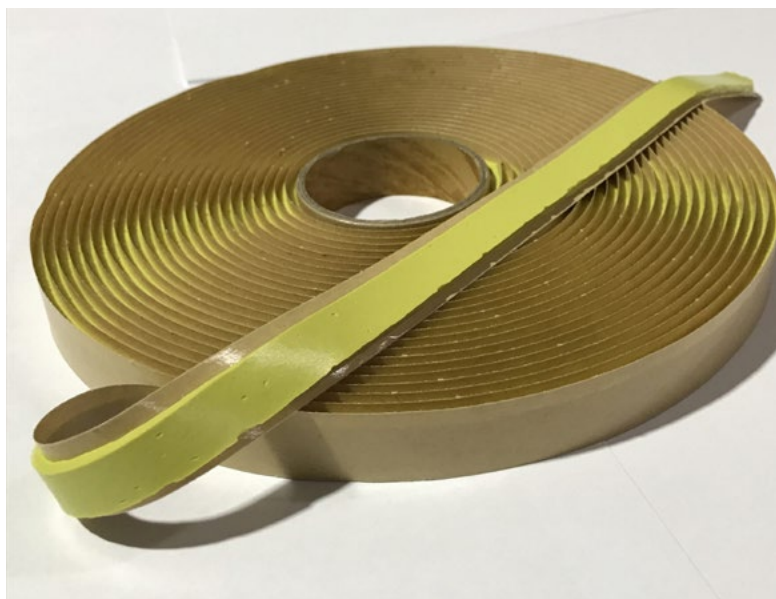
хорошо зарекомендовали себя, в результате чего были внедрены в технологические процессы и утверждены в нормативной документации.

КМ: А что касается качества ваших материалов? Не уступают ли они зарубежным аналогам?

АБ: Мы тщательно контролируем качество наших материалов на всех этапах производства: от контроля качества сырья и комплектующих, до испытаний материалов в нашей лаборатории на режимах формования, наиболее часто применяемых на предприятиях, использующих наши материалы. Так же мы проводим периодический контроль качества наших материалов в профильных независимых лабораториях. Большое внимание мы уделяем качеству сервиса, стараемся обеспечивать наиболее комфортные условия сотрудничества для наших клиентов, и совершенствуем бизнес-процессы компании.

КМ: Какие планы на 2023 год? Планируется ли расширение ассортимента материалов?

АБ: Да, конечно. В наших планах расширение ассортимента как за счет новым материалов, так и за счет инструмента и оборудования. Особое внимание мы планируем уделить материалам, поставки которых осложняются режимом санкций, материалами для изготовления композитной оснастки, разделительным составам и составам для подготовки поверхности матриц и мастер-моделей. Конечно же приоритетным будет локализация производства новых продуктов на территории нашей страны. **КМ**





composite-expo.ru

Композит-Экспо 2023



С 28 по 30 марта 2023 года в павильоне №1, ЦВК «Экспоцентр» пройдет пятнадцатая международная специализированная выставка «Композит-Экспо» — ведущее международное событие для участников отраслевого рынка композитных материалов в России. В выставке примут участие более 120 ключевых российских и зарубежных производителей сырья и оборудования для производства композитов.

На выставке будут представлены следующие разделы: сырье для производства композитных материалов, компоненты: смолы, добавки, термопластики, углеродное волокно и т.д.; наполнители и модификаторы; стеклопластик, углепластик, базальтопластик, искусственный камень, искусственный мрамор, металлокомпозиты, нанокompозиты и т.д.; полуфабрикаты (препреги); аддитивные технологии, 3-D печать; нетканые материалы; композиты на текстильной основе; промышленные (готовые) изделия из композитных материалов; системы крепления в изделиях из композитных материалов; технологии производства композитных материалов со специальными и заданными свойствами; технологии обработки поверхности изделий из композитных материалов; оборудование и технологическая оснастка для производства композитных материалов; инструмент для обработки композитных материалов; измерительное и испытательное оборудование.

В 2022 году выставку посетили более 5000 специалистов, отвечающих за закупку сырья и оборудования для производства композитных материалов российских предприятий машиностроительной, судостроительной, нефтегазовой промышленности, металлургии; специалисты предприятий автомобилестроения, авиастроения, строительства, военно-промышленного и железнодорожного комплекса, энергетики и ЖКХ.

29 марта 2023 года в Конференц-зале павильона №1 в рамках деловой программы выставки «Композит-Экспо 2023» пройдет 4-ая Конференция «Практические аспекты применения композитных материалов в различных отраслях промышленности».

Основные разделы: Композитные материалы на основе стекловолокна: производство и применение; Эпоксидные смолы; Композитные материалы на основе углеволокна; Композиты на основе базальта; Применение композитных материалов и изделий из них в ветроэнергетике; Применение композитных материалов в судостроении.

В 2022 году Конференция привлекла внимание более 60 слушателей.

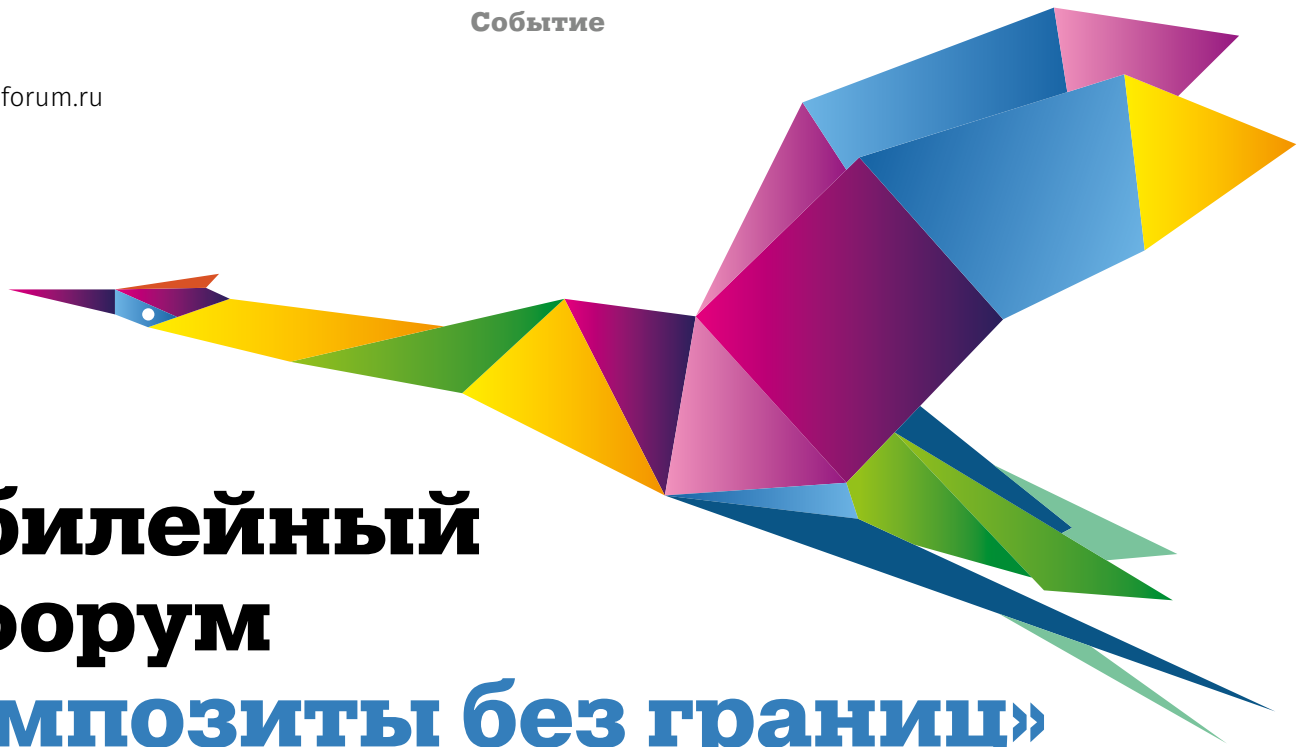
Целевой аудиторией конференции являются специалисты предприятий композитной отрасли, а также отраслей-потребителей продукции отрасли: автомобиле-, авиа-, транспорт- и судостроения, производители железнодорожного подвижного состава и объектов транспортной инфраструктуры, представители компаний с государственным участием, естественных монополий и т.д.

В рамках деловой программы выставки 28 и 29 марта 2023 года пройдет Форум «Композиты без границ». X форум «Композиты без границ» будет посвящен новой технологической повестке в области композитных материалов и глобальным тенденциям развития отрасли в России, реализации мероприятий дорожной карты «Технологии новых материалов и веществ». **КМ**

Подписаться на новости выставки можно на странице «Композит-Экспо» в Twitter: www.twitter.com/compoexporus

Одновременно с «Композит-Экспо» пройдет 14-я международная специализированная выставка «Полиуретанэксп». Полный список участников выставок представлен на сайтах www.composite-expo.ru & www.polyurethanex.ru





Юбилейный X форум «Композиты без границ» впервые состоится в рамках выставки «Композит-Экспо»

Форум «Композиты без границ» представит деловую программу 15-ой международной специализированной выставки «Композит-Экспо». Даты проведения мероприятия — 28–29 марта 2023 года. Форум пройдет в Москве в ЦВК «Экспоцентр», Краснопресненская наб., 14. Композитный дивизион Росатома — ЮМАТЕКС — выступит официальным партнером выставки и организатором деловой программы форума.

X форум «Композиты без границ» будет посвящен новой технологической повестке в области композитных материалов и глобальным тенденциям развития отрасли в России, реализации мероприятий дорожной карты развития высокотехнологичной области «Технологии новых материалов и веществ».

В программе X форума запланированы: пленарное заседание, тематические панельные дискуссии, научные доклады, интервью с лидерами отрасли, церемония вручения наград V конкурса «Композиты без границ. AWARDS», нетворкинг.

В рамках деловой программы ведущие эксперты отрасли обсудят актуальные темы:

- трансформацию ключевых отраслей промышленности посредством внедрения композитных материалов;
- создание мощностей по производству оборудования для изготовления композитов на всех стадиях;
- импортозамещение в производственных цепочках от сырья, компонентов до готового изделия, реинжиниринг;

- развитие направления термопластов;
- современные возможности развития гражданской авиации;
- композитное судостроение;
- образовательные программы в области композитов;
- меры и программы поддержки отрасли со стороны государства.

Совместное проведение Форума «Композиты без границ» и выставки «Композит-Экспо» — главное событие года в индустрии отечественных композитов. Эта площадка объединяет экспертов отрасли, топ-менеджеров ведущих компаний, бизнесменов, ученых, инноваторов, разработчиков, представителей федеральных, региональных, муниципальных органов власти, студентов.

Для участия в форуме необходимо пройти регистрацию на сайте форума «Композиты без границ».

Для участия в выставке обращайтесь в Выставочную Компанию «Мир-Экспо» — официальный партнер форума и организатор выставки «Композит-Экспо». **КМ**

Приглашаем к сотрудничеству партнеров и спонсоров. Участие в Форуме для специалистов бесплатное при условии обязательной регистрации.

*Ждем вас на X форуме «Композиты без границ» 28,29 марта 2023 года в ЦВК Экспоцентр.
Контактная информация: info@compositesforum.ru*

Ольга Гладунова

Что интересного нас ждет в этом году на Композит-Экспо?

Мы подготовили для вас обзор экспонентов. Начнем с новых участников выставки. В списке экспонентов, опубликованном на официальном сайте выставки, сразу несколько новых Китайских и Турецких компаний.



Компании из Китая

Cashem Advanced Materials Hi-Tech Co. — производитель материалов сердцевин для сэндвич композитов. Представит линейку пенопластов различного назначения: диэлектрические, с закрытыми порами, для вакуумной инфузии, замозатухающие, с декоративными покрытиями, для судостроения, ветроэнергетики, авиастроения и т.д.

Cixi Sunrise Sealing Material Co. продемонстрирует ассортимент технического текстиля от стеклотканей со специальными покрытиями до арамидных, базальтовых тканей, а также некоторые виды текстильных технических изделий.

Компания Changzhou Zhongjie Composites Co. — производитель широкого ассортимента стекломатериалов, от ровинга и стекломатов до однонаправленных, комбинированных и мультиаксиальных тканей.

Taizhou ChenlinPlastic MouldCo., Ltd. специализируется на разработке и производстве формообразующей оснастки из стеклопластика и пресс-форм для литья под давлением. Компания имеет многолетний опыт в этом направлении и создает оснастку мирового уровня.

CNMI Industrial Corporation — ведущий мировой производитель эпоксидных смол, отвердителей, добавок и другой продукции. Клиенты компании находятся более чем в 120 странах. CNMI Industrial Corporation имеет 5 производственных площадок, 3 научно-технических центра для постоянного совершенствования качества продукции и поддержки клиентов.



Компании из Турции

Есе Boya — производитель ненасыщенных полиэфирных смол, винилэфирных смол, гелькоутов, пигментных паст для композитной промышленности. Ассортиментный портфель компании насчитывает более 2000 видов продукции.

Компания **Fiberr Fiber Reinforced Resins A.S.** имеет большой практический опыт производства различных изделий по таким технологиям как пултрузия, СМС и ВМС.

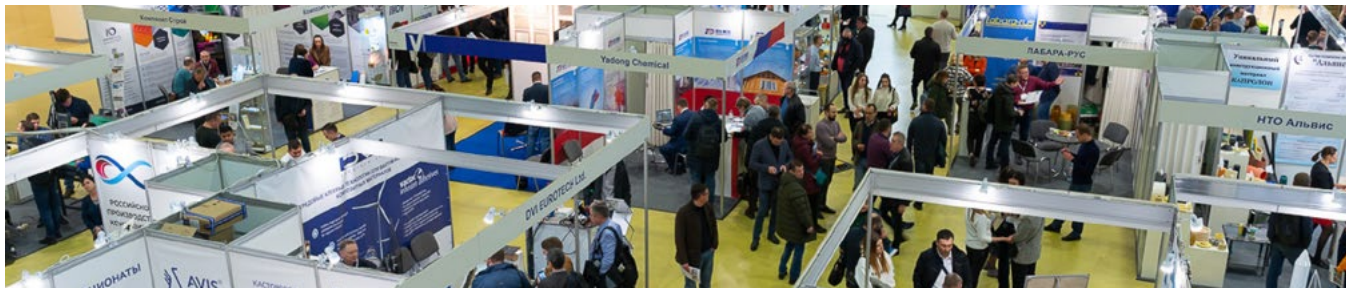
Акра Kimya — является ведущим Турецким производителем органических пероксидов для производства композитных материалов, инициаторов для нефтехимической промышленности и осушителей для лакокрасочных производств под брендами EFOX, Akperox, Akdry.

Eskim Kimya — производитель ненасыщенных полиэфирных, винилэфирных и алкидных смол, пигментных паст, промышленных покрытий, гелькоутов и вспомогательных материалов. Eskim Kimya имеет собственную лабораторию, оказывает своим клиентам техническую поддержку, а также проводит различные испытания смол.

Новые российские компании

ЗД Солюшнс — производитель термопластичных полимерных композиционных материалов: для изготовления изделий аддитивным способом (3D-печать); для производства композитной оснастки; для вакуумной инфузии; для формовки; для прессования.

ВитаРеактив — поставщик химического сырья для производства ЛКМ, ППУ, РТИ, ПВХ, а также полимерной продукции, лакокрасочной продукции, полимерных материалов, растворителей, химических реактивов. Приоритетные направления: поставки сырья для производства ЛКМ; поставки сырья для производства пенополиуретанов (полиолы, изоцианаты, катализаторы, антипирены, полиуретановые системы);



поставки смол, компаундов; поставки клеев, клеевых компонентов, герметиков.

Компания **UZPRINT** производит полный перечень материалов для 3D направленности: филаменты для FDM принтеров, мастербатчи красителей, процессинговые добавки и катушки для намотки пластика. Инженерные пластики представлены чистым и угленасыщенными нейлонами, модифицированными полимерами, электрокондуктивными и электродиссипативными материалами.

Камтэкс-Полиэфирсы — производитель ненасыщенных полиэфирных смол, расположенный на площадке «КАМТЭКС» в городе Пермь. Предприятие является пионером в области крупнотоннажного промышленного производства связующих мирового качества в России. Проектная мощность комплекса 10 000 т/год.

Компания **CARBONTEX** занимается разработкой и производством технических трехмерных тканей, тканых 3-D каркасов и композитов на их основе. Для 3-D ткачества используется стекловолокно, углеволокно и арамидное волокно.

Татнефть-Алабуга Стекловолокно — завод по производству стекловолокна и продукции на его основе. Ассортимент компании: ровинги, стекломаты, стеклосетки, стеклоткани ровинговые, рубленые стеклянные нити и т.д.

Компания **ПОЛИМЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ТРЕЙД** является поставщиком полиэфирных и винилэфирных материалов под собственным брендом POLYMASTER: смол, гелькоутов, склеивающих паст; а также армирующих материалов, отвердителей, ускорителей и вспомогательных материалов. Кроме этого, компания оказывает всестороннюю техническую поддержку клиентов и услуги по модификации смол под потребности конечного потребителя (совместно с заводом- производителем).

Компания **Полипарк** осуществляет комплексные поставки сырья, материалов и инструмента для производства композитов. основные позиции: ненасыщенные полиэфирные и эпоксидные смолы, гелькоуты, формовочные силиконы, разделительные составы и многое другое.



CARBO CARBO
КОМПОЗИТНЫЙ СУПЕРМАРКЕТ

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



Препреги
Смолы
Углеродные ткани



всегда
в наличии

Сибирские аналитические системы — компания, специализирующаяся на поставках аналитических приборов, оборудования для технологического контроля, высокопроизводительных систем пробоподготовки, строительстве лабораторий «под ключ» и оказании инжиниринговых услуг по всей России.

Технокомпозит — является поставщиком смол, гелькоутов, армирующих материалов, средств для обработки матриц. А также предлагает услуги в области изготовления мастер-моделей и композитной оснастки.

Компания Смарт-Т предлагает разные виды оборудования для раскроя и резки таких материалов, как все виды технического текстиля, искусственный камень, дерево, пленка, пластик.

Terra composite — импортер широкого ассортимента сырья для композитных материалов: полиэфирные смолы, матричные системы, гелькоуты, отвердители, разделительные составы, армирующие материалы, кварцевая мука.

Юматекс входит в десятку мировых лидеров по производству углеродного волокна широкого сортамента. Помимо производства углеродного волокна, компания приобрела активы американской группы Owens Corning в России и Белоруссии. В состав Юматекс вошли предприятия по выпуску стекловолокна и изоляционных материалов во Владимирской и Тверской областях, а также подразделение в Белоруссии.

А чем удивят постоянные экспоненты выставки?

Компания **ИТЕКМА** представит на Композит-Экспо систему материалов для ремонта композитных конструкций в авиации; новые интерьерные материалы для воздушных судов, включая препрег ИТМ 180 и огнестойкую пасту ИТМ 25 для заделки торцевых поверхностей трехслойных сотовых панелей. Также будут представлены конструкционные эпоксидные клеи АТ-44К и А-77Н с низкой экзотермой и высокими механическими характеристиками для использования как при основной сборке конструкций композит-композит, металл-композит и металл-металл, так и при ремонтных работах.

ГК АПГРУПП-СМТ и НПФ Технологии Прогресса — Carbon Studio продемонстрирует новинки и разработки в своем направлении. Будут представлены вспомогательные материалы и новинки от Diatex — эпоксидные смолы, отвердители и гелькоуты от GRM Systems, конструкционный ПВХ пенопласт, арамидные баллистические ткани, полипропиленовые соты, материалы для вакуумной инфузии и производства изделий с помощью многоразового силиконового мешка, также оборудование: TOPGEAR SILCON SIX для производства многоразовых силиконовых мешков и VIRTМ — мобильные станции для вакуумных процессов формования (собственная линейка), 3-х компонентная система дозирования и



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

смешивания для процессов RTM-light (собственная разработка).

Бонусом для гостей стенда все дни выставки будут проходить мастер-классы по вакуумной инфузии, а также технология Flex Mould (с помощью многоразового силиконового мешка). В рамках мастер-класса будут описаны все этапы данных процессов, а также специалисты ответят на все интересующие вопросы и дадут рекомендации по материалам и оборудованию.

Старожилы композитного рынка России хорошо помнят превосходные стекломатериалы от финской компании Ahlstrom. В 2014 году компания прекратила поставки в Россию. А 2022 год стал куда более богатым на подобные прецеденты. Однако компания **Vitrulan** твёрдо решила не только остаться в строительном рынке России, но и ворваться в композитный. Компания приобрела завод в Миккели и вновь открыла его продукцию для Российского рынка композитов.

На нашем стенде Вас ждёт широкий ассортимент армирующих стекломатериалов, призванных решить проблемы с укладкой, драпируемостью, пропиткой и расходом смолы. Кроме этого, на нашем стенде будет представлена новейшая разработка, позволяющая сократить время инфузии ламината более чем в 6 раз. Всем желающим, мы предоставим образец прямо на стенде в выставочном павильоне.

Группа Компаний ЕТС предложит любому посетителю полный набор сырья: эпоксивинилэфирные





химстойкие смолы, термостойкие и трудногорючие смолы в пултрузию, ровинги разных типов и текст, стекломаты, сэндвич-маты и стич-маты. И, конечно же, любые виды гелькоутов, матричные материалы, разделители от обычных до внутренних, для пултрузии.

ЗД Контроль — представит на выставке промышленное 3D-оборудование для высокоточного контроля геометрии, реверс-инжиниринга, аддитивного производства. Компания поставляет и внедряет в производство высокоточные промышленные 3D-системы мировых брендов, среди которых Hexagon, Photoneo, 3D Systems, и ведущих российских производителей. Для оказания услуг по контролю геометрии мы также используем передовые 3D-технологии и современное программное обеспечение.

Завод **Молдавизолит** — производитель и поставщик широкого спектра фольгированных материалов для печатных плат, электротехнических электроизоляционных материалов (стеклотекстолиты, текстолиты, гетинаксы), текстолитовых и стеклотекстолитовых трубок и стержней, диэлектриков СВЧ-диапазона, композиционных материалов на основе полимерных пленок, картона и стеклоткани (пленкоэлектрокартон, изофлекс 191, имидофлекс 292), пропитанных наполнителей (препреги), электроизоляционных лаков, смол, эмалей и компаундов. Продукция завода выпускается на высокопроизводительном оборудовании ведущих фирм мира. **КМ**

КЗКМ

Курский завод композитных материалов
Поставляем стеклонаполненные полиэфирные компаунды
типа ВМС и смолы для изготовления стеклопластиков

-  Собственные разработки и производство
-  Поставки во все регионы России
-  Качественные аналоги импортных материалов
-  Безопасны при эксплуатации

Made in **RUSSIA**


Используются:

для замены АГ4-В, ДСВ, фенопластов для оборудования с военной приемкой в суровых климатических условиях:

- морозостойчивы
- и не выгорают на солнце

Наши смолы:

- Созданы по уникальной технологии гликолиза ПЭТ, не имеющей аналога в России
- Разрабатываются индивидуально под каждого клиента

 group.keaz.ru/brand-syntetic
 +7(951)319-36-65
 ivanov@zskr.ru

Остались вопросы
Или хотите заказать?
Наведите камеру
На qr-код, чтобы связаться



Новый класс материалов для промышленности



В 2023 году в России будет проводиться экспертиза совершенно новых материалов для беспилотных авиационных систем.

На V Международном форуме «Ключевые тренды в композитах: наука и технологии», состоявшемся в Москве в ноябре 2022 года, заместитель директора Центра НТИ «Цифровое материаловедение: новые материалы и вещества» МГТУ им. Н.Э. Баумана Павел Елизаров отметил, что порядка 160 российских организаций подали заявки на разработку технологий и производство новейших материалов, а также изделий на их основе. Это приведет, несомненно, к технологическому лидерству на рынке новых материалов и цифрового материаловедения.

«Сейчас наблюдается нехватка современных материалов для всех отраслей промышленности. Однако разрабатываемая сейчас Дорожная карта Госкорпорации «Росатом» «Технологии новых материалов и веществ» ликвидирует недостаток импортных материалов, за-

местив российскими, а также обеспечит разработку и производство новых отечественных материалов. Менее чем за месяц мы, как координатор содержательного наполнения нового направления Дорожной карты, получили от бизнес-компаний, институтов РАН, ВУЗов порядка 160 заявок на такие материалы и технологии их создания», — рассказал Павел Елизаров.

В числе предлагаемых решений заявлены самовосстанавливающиеся, цифровые, суперконструкционные материалы и многие другие. Использование таких материалов в промышленности, безусловно, придаст новые качества и свойства технике.

В настоящее время ведется подготовка к совещанию в Правительстве Российской Федерации по теме развития Дорожной карты и включения в неё новых разработок в области технологий материалов и цифрового материаловедения. В 2023 году планируется проведение экспертизы поданных заявок, добавил Елизаров. **КМ**

Тенденции цифрового материаловедения в 2023 году

Самовосстанавливающиеся, суперконструкционные материалы и их цифровые двойники станут главными направлениями в работе ученых в отрасли новых материалов.

Для многих в следующем году станет реальностью мечта, когда экран мобильного телефона не будет трескаться при падении, а парковка «до характерного звука» не приведет к поездке в автосервис или составлению европротокола. Речь сейчас о материалах, которые способны самовосстанавливаться.

Ученые и инженеры Центра НТИ «Цифровое материаловедение: новые материалы и вещества» МГТУ им. Н.Э. Баумана создают из термопластичного полимера самовосстанавливающую защитную пленку, способную «заживлять» царапины и трещины при нагревании.

Данная разработка обеспечит долговременную защиту, способную практически самостоятельно восстанавливаться, для автомобильных бамперов, экранов смартфонов и даже корпусов космических спутников. «Залечивать» дефекты в виде трещин получается за счет термоциклирования. Например, для «залечивания» царапин на экране смартфона достаточно кратковременного нагрева до 60 градусов с помощью бытового фена. Преимуществом разработки Центра НТИ МГТУ над представленной на рынке продукцией является способность данных покрытий восстанавливать не только свою видимую целостность, но и механические свойства. По результатам испытаний максимальный уровень восстановления термопластичной пленки составил до 95–97%.

Второй тренд — цифровые паспорта материалов. Их создание позволит ускорить производство изделий из новых материалов, заранее предугадывать их будущие свойства. Специалисты Центра НТИ МГТУ им. Баумана разрабатывают систему, прогнозирующую свойства конечного полимерного композиционного материала. Система также будет указывать, из каких компонентов следует изготовить материал, если нужны конкретные свойства изделия. Эта полностью российская база данных о свойствах полимерных материалов и компонентов «Цифровой киберполигон» позволит максимально оцифровать отрасль материаловедения и не только создавать цифровые двойники материалов, но и проводить их испытания, осуществлять вывод на рынок новых изделий, существенно экономя финансовые и временные затраты на реальные эксперименты.

Как отмечают разработчики «Цифрового киберпо-

лигона», можно будет моделировать полный жизненный цикл от составляющих компонентов материала до технологий переработки уже готового изделия. Такой функционал работает благодаря алгоритму на основе искусственного интеллекта, который собирает информацию о свойствах материалов, их компонентах, собирает статистику, проводит большое количество виртуальных экспериментов и предлагает оптимальный вариант.

Завершает ТОП-3 материалов — суперконструкционные (углеродонаполненные материалы на основе новых связующих ПЭЭК, ПЭКК, полиимидные и др.) термопласты. Сейчас развиваются направления синтеза этих материалов, переработки их в полупродукты, проектирования и создания технологий производства изделий из них с целью импортозамещения.

Суперконструкционные материалы значительно легче, чем традиционные конструкционные материалы алюминий, сталь. Для авиационной промышленности внедрение таких материалов позволит снизить стоимость готовых изделий за счет сокращения количества компонентов, увеличить межсервисный интервал обслуживания, снизить выбросы углекислого газа.

Специалисты ЦК НТИ МГТУ также отметили, что огнестойкость, морозостойкость, радиационная стойкость, низкое дымовыделение и токсичность позволят эффективно реализовывать данный класс материалов в автомобильной и судостроительной, нефтедобывающей и атомной промышленности, ОПК и медицине. **КМ**



Ю. В. Холодников

ООО СКБ «Мысль»

Патентная активность и инновационное развитие

Инновация, нововведение — внедрённое или внедряемое новшество, обеспечивающее повышение эффективности процессов и (или) улучшение качества продукции, востребованное рынком.

Уникальные эксплуатационные свойства изделий из композиционных материалов, основанные на новаторстве и зависимости от интеллектуальных ценностей, как ключевого источника экономической выгоды и сравнительного преимущества перед аналогами из традиционных материалов, все в большей степени определяется умением изобретать и массово осваивать результаты интеллектуальной деятельности в различных отраслях производственно-хозяйственной деятельности. Без учета возможностей инновационного развития композитной отрасли, невозможно строить планы «догнать и перегнать» мировых лидеров данного направления деятельности, и тем самым занять достойное место на рынке современных технологий и конкурентоспособных видов изделий. Способность создавать и применять инновационные технологии и новые виды изделий является сегодня неперенным условием не только экономической независимости и подобающего уровня технического развития, но и эффективного участия страны в глобальной экономике и достойного уровня жизни ее населения.



Новые технологические и технические решения трансформируются в нематериальные активы и осуществляются в виде прав интеллектуальной собственности, которые позволяют (в идеале): защищать интересы участников инновационного процесса, формировать инновационную культуру, расширять инновационную систему за счет интеграции и трансфера технологий между разрозненными организациями, фиксировать систему научно-технических изобретений, привлекать дополнительные инвестиции и позиционировать себя на рынке высоких технологий, стимулировать проявление личностного потенциала в инновационном процессе [1].

Основной формой защиты интеллектуальной собственности в научно-исследовательской и промышленной отрасли производства является патент. Интенсивность разработки новых патентов в определенной

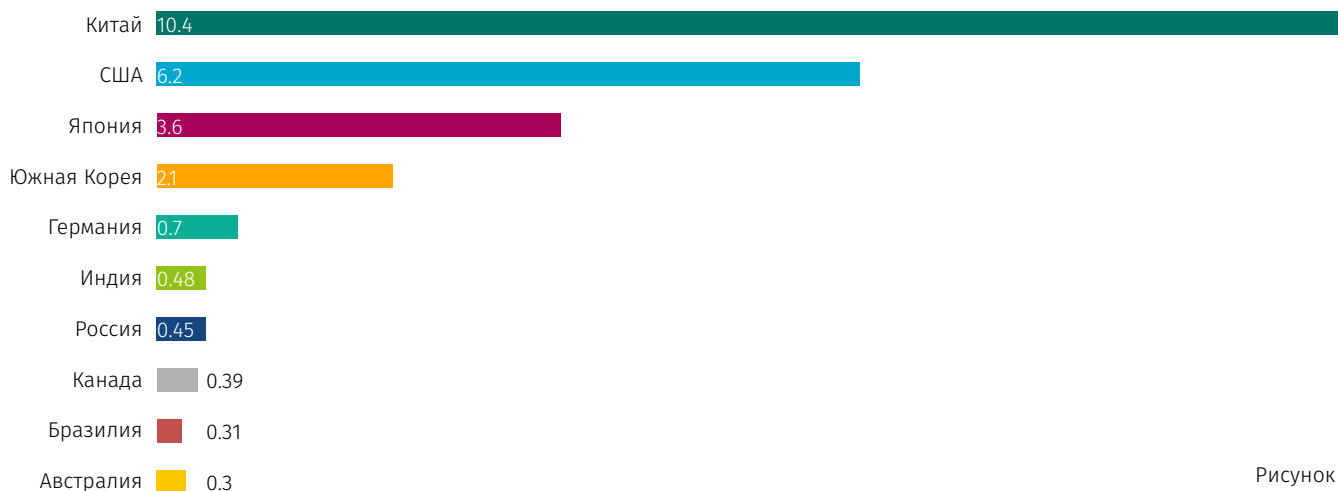


Рисунок 1

степени отражает интенсивность генерирования в обществе новых знаний, предопределяя параметры развития экономики и уровень научно-технического развития страны, и как итог — конкурентоспособность выпускаемой продукции.

Распределение патентной активности в ведущих технологических странах мира за период 2009-2019 гг., млн. шт. (Источник: Patent Cooperation Treaty Yearly Review), представлен на рис. 1 [2].

ООО СКБ «Мысль» с 2008 года периодически проводит патентные исследования по композитной теме, с целью анализа развития данного направления в нашей стране. Поиск патентов по заданной теме проводится в двух направлениях:

1. поиск патентов РФ по российской (национальной) патентной базе данных, отбор патентов по названиям на соответствие теме поиска;
2. поиск патентов США, Германии, Китая и (для сравнения) РФ по единой методике в той же патентной базе данных.

Единая методика и единая база данных применены для наиболее наглядного сравнения патентной активности, а также исключения издержек, связанных со спецификой работы с каждой из национальных баз данных указанных 4 стран.

В процессе поиска применялись индексы Международной патентной классификации (МПК): В32В; В29С; С23С; В32В 5/00; В32В 5/02; В32В 7/00; D32В 27/00; В27В 7/04; В32В 33/00; В29С 43/00; В29В 43/18; В29С 70/00; D29С 70/56; С23С 30/00. Результаты, выданные базой данных РФ, далее были проанализированы по названиям на предмет их соответствия теме поиска. В частности, были отобраны патенты и заявки на получение патента, относящиеся к материалам, способам и изделиям, а патенты, относящиеся к тематике «бронезилеты», «углекерамика», «композитные

мембраны», а также к военной тематике, медицине, биотехнологиям, пищевой промышленности, методам контроля и т.п. — не учитывались.

Поиск патентов США, Германии, Китая и (для сравнения) РФ проводился в сети патентной информации esp@cenet по адресу ru.espacenet.com, дающей возможность доступа к всемирной базе патентной информации и к патентным фондам различных стран и международных организаций. Данная база дает возможность оценить патентную активность не только по количеству выданных патентов, но и по количеству опубликованных заявок, которые впоследствии не все «превратились» в патенты. Таким образом, в результате поиска удалось оценить патентную активность 4 стран по количеству патентных документов, т.е. по количеству и патентов и заявок на патент.

Для проведения поиска патентных документов США, Германии, Китая и (для сравнения) РФ были выбраны следующие ключевые слова: polymer, composite.

Ключевые слова применялись для поиска по рефератам и названиям патентных документов.

Для единства методики поиска для всех 4 стран применялся один и тот же поисковый запрос с использованием вышеуказанных ключевых слов. Индексы МПК не использовались, т.к. сформулированный поисковый запрос, по нашему мнению, и так определил необходимые рамки запрашиваемой информации.

Количественные результаты поиска патентных документов США, Германии, Китая и (для сравнения) РФ наглядно отражены на рис. 2.

Вряд ли нужны какие-то комментарии к этому графику. Можно сколько угодно разглагольствовать об инвестициях, инновациях, импортозамещении, составлять республиканские, региональные и отраслевые «дорожные карты» и тому подобное, но «факты упрямая вещь»...

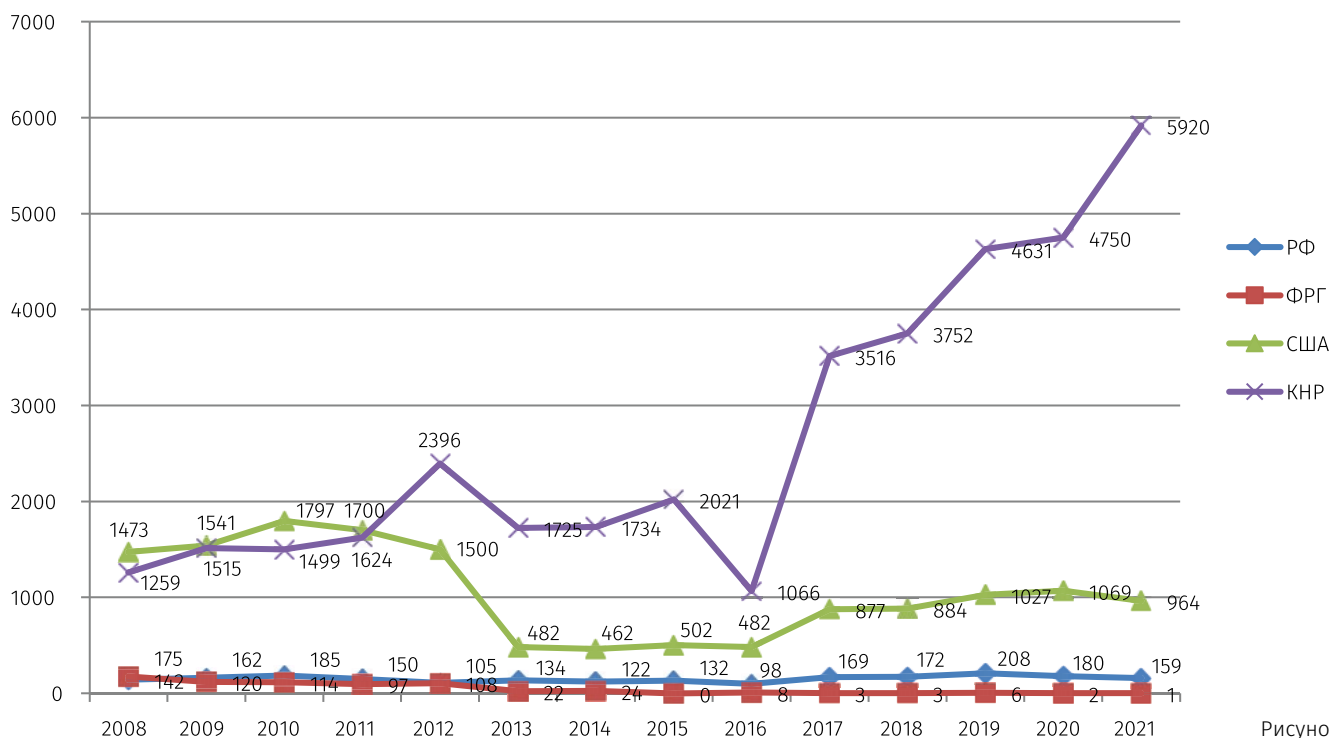


Рисунок 2

Тем не менее, тема не исчерпана. Как было отмечено выше патент одна из форм нематериальных активов, представляющих собой результат интеллектуальной деятельности, которому предоставлена правовая охрана в соответствии с положениями четвертой части ГК РФ. Получение патента не самоцель, а один из важнейших этапов инновационной работы, предшествующей коммерциализации (внедрению) результата интеллектуальной деятельности. Сам факт получения патента позволяет:

1. Использование в собственном производстве продукции или технологии с включением стоимости результата интеллектуальной деятельности в себестоимость продукции;
2. Передача результата интеллектуальной деятельности иным лицам по лицензионным и другим договорам;
3. Использование механизма трансфера технологий внутри предприятия, концерна, корпорации.

После перехода результата интеллектуальной деятельности в объект интеллектуальной собственности (патент) возможна продажа объекта интеллектуальной собственности или содержащей его продукции за рубеж. Этап коммерциализации объекта интеллектуальной собственности, точнее, коммерциализации прав на этот объект, является определяющим в судьбе инновации.

Распространенной формой коммерциализации рассматриваемого объекта собственности является комплекс и последовательность работ через систему НИОКР, которая в общем виде включает в себя:

- интеллектуальная деятельность, эксперименты, теоретические поиски (НИР);
- работы, направленные на разработку конструкторской и технологической документации образца продукции (ОКР);
- иная исследовательская деятельность, задачей которой является получение новых знаний и навыков в конкретной сфере;
- технологические процессы (ТР).

В качестве примера комплексного, научно-обоснованного подхода к проблеме внедрения инноваций в повседневную производственно-хозяйственную деятельность различных отраслей экономики, осмелюсь предложить проект, разработанный в ООО СКБ «Мысль» под названием — «Защита основного технологического оборудования и строительных конструкций от воздействия опасных производственных факторов специальными композиционными материалами», реализуемый в течение последних 20 лет (см. схему). **КМ**

Литература

1. И. Ю. Жилина. «Инновационное развитие и роль международной патентной системы». / cyberleninka.ru.
2. «Рынок интеллектуальной собственности в России: конкурентоспособность российских компаний» / АО АК «Деловой профиль», М. – 2022 г.

Защита основного технологического оборудования и строительных конструкций от воздействия опасных производственных факторов специальными композиционными материалами

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ

Патенты РФ №№: 2365678; 92383 и др. Всего 14 патентов РФ.



НИОКР

- Лабораторные исследования стойкости защитных композитных покрытий а различных рабочих средах (кислоты, щелочи, органика и др.). Всего более 100 испытаний.
- Исследования физико-механических и триботехнических характеристик специальных композиционных материалов и покрытий.
- Исследования эксплуатационных параметров композитов применительно к конкретным производственным условиям (СИБУР, АЗОТ, ХИМПРОМ, АВИСМА, УралХим и др.).
- Промышленные испытания различных изделий производственно-технического назначения из спец. композитов (ванны, воздухопроводы, низконапорные турбомашинны, емкости, трубопроводы и т.п.).
- Испытания новых видов композиционных материалов (смолы, наполнители, армирующие материалы, пигменты, системы отверждения и др.) с целью оценки возможности их применения в изделиях спец. назначения.
- Разработка и исследования новых способов производства изделий из композитов для реального сектора производства.
- Разработка конструкторско-технологической документации:
 - ТУ, РД, СТО, Инструкции, Методики, и т.п., зарегистрированные согласно действующего законодательства – 23 шт.
 - ГОСТ: 55074-2012, 5073-2012, 54927-2012, 32662-2014.
 - Конструкторская документация – более 60 видов изделий.
 - Сертификаты соответствия — 15 шт.
- Стажировки в ведущих технологических Центрах (С-Петербург, Самара, Финляндия, Франция, Бельгия и др.).
- Образцы продукции – более 200 видов.
- Статьи в специализированных журналах, сборниках – более 80.
- Книги, монографии по композитной теме — 6 наименований.
- Рекламные буклеты — 16 видов.



ВНЕДРЕНИЕ

Ведущие предприятия РФ и ближнего зарубежья: АО ЕВРАЗ; ОАО «ФОСАГРО», АО «УГМК», ОАО «ВНИИ «Сигнал», АО «ВСМПО», ОАО «ЧЦЗ», ОАО «СУБР», ОАО «КЧХК», АО «ХИМПРОМ», ОАО «СИБУР», АО «ТатНефть», АО «GM-Автоваз» и др. Всего более 200 предприятий различных форм собственности.

Этого вы не найдете в журнале!
Но вы можете прочитать эти материалы
на сайте compositeworld.ru



Выходят в «море» корабли

Новость о том, как работает феодосийский завод «Море», о выпускаемой продукции, модернизации производства и о том, что на предприятии намерены разместить центр компетенций по судовому композитному производству. ...



Медицинские изделия, армированные базальтовым волокном

О том, как в Костромском госуниверситете наладили производство кровоостанавливающего турникета (современный аналог медицинского жгута), армированного базальтовым волокном. ...



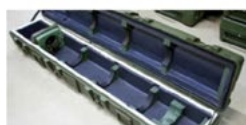
Бизнес — как по нотам

Как работает мастерская музыкальных инструментов из карбона в Ульяновске вы узнаете прочитав эту новость. В ассортименте мастерской — балалайка, контрабас, гитара, домра и тд. ...



Шлюпки из трудногорючего стеклопластика

СНСЗ получит субсидию Минпромторга на внедрение в серийное производство спасательных шлюпок для гражданских судов. Серийное производство начнется в 2025 году. ...



Ящики для боеприпасов

ЦНИИТОЧМАШ Подольска (Концерн «Калашников») начал выпускать новую герметичную пожаростойкую стеклопластиковую упаковку для высокоточных и управляемых артиллерийских боеприпасов. ...



Сотовые наполнители

Одними из видов композиционных материалов, изготавливаемых на ОНПП Технология, являются высокопрочные сотовые наполнители из стеклопластика и стеклоткани. Это радиопрозрачный, легкий и одновременно прочный, термостойкий материал, который может выдержать до 10 тысяч часов эксплуатации при температуре 300 °С. ...



«Технологии новых материалов и веществ»

Кабмин и Росатом до 2030 года планируют разработать почти 100 новых продуктов по таким направлениям, как композиты, редкоземельные металлы, аддитивные технологии и цифровое материаловедение. ...



Кто принесет «Алабуге» 81 миллиард

Московская компания «Альбатрос» стала резидентом ОЭЗ «Алабуга», они вложат в БПЛА миллиард рублей. Второй проект, на 80 млрд рублей по производству моторных лодок, запускает связанная с ней фирма «Дельфин Алабуга». ...

О. И. Гладунова
Н. С. Лукичева

Непростые времена для композитной отрасли или еще один шанс?

Так что же произошло в 2022 году в композитной отрасли? И с чем мы пришли в 2023 год? В целом, если говорить о производственной сфере, отрасль справилась. Да, тенденции марта-июля были тревожными. У многих компаний запаса привычного сырья (часто импортного) оставалось на месяц, максимум на два, а дальше, как говорится, хоть кукурузой заряжай. В той или иной степени, мы все пережили пять стадий принятия неизбежного: отрицание, гнев, торг, депрессия и принятие. Кто-то — не выдержал и закрылся, кто-то — выдохнул и поехал на турецкие и китайские выставки в поисках новых поставщиков сырья и оборудования, другие — продолжили работать, постепенно заменяя импортное сырье на отечественное, перестраивая производственные цепочки и отработывая технологии.

На сегодняшний день мировой рынок композитов оценивается в 80 млрд долл. На нем лидируют Китай — 32% (25,6 млрд долл.) и США — 26% (21,6 млрд долл.). Сегмент России — 1% (1,1 млрд долл.). В России среди отраслей потребителей изделий из композитов основными являются строительство (включая дорожное) — 35% (22,9 млрд руб.) и гражданское авиа- и судостроение — 19% (12,4 млрд руб.). И все авторы и аналитики в один голос заявляют, что у российского композитного рынка большой потенциал, ему есть куда расти и развиваться. Например, несмотря на экономические и политические события в 2021 году в России объем производства полимерных композитов в стоимостном выражении достиг уровня в 80 млрд рублей. Таким образом рост по отношению к производству в 2020 году составил 11%.

Однако, проблема российской композитной отрасли — импортозависимость. И это стало особенно болезненным в середине 2022 года, когда многие западные поставщики сырья и оборудования покинули российский рынок. Можно долго возмущаться, задавать вопросы, мол что мы делали последние 30 лет, почему за это время не смогли возродить малотоннажную химию, собственные производства смол, армирующих материалов. А ведь между тем, многие разработки в нашей стране существуют, еще со времен СССР, но только в виде опытных производств.

Связующие

Сегодня как никогда становится очевидным, что наша страна должна адаптироваться к новым вызовам. Одним из таких вызовов является зависимость от импорта по ряду направлений производства химической продукции. Примером здесь могут служить термореактивные смолы. Этот ценный продукт широко используется в стратегических отраслях промышленности — электронике, радиотехнике, машиностроении и строительстве. Без термореактивных смол невозможно получение многих композитов и компаундов, прочных порошковых покрытий, клеев и т.д.

Одним из направлений работы Комитета по химической промышленности Общероссийской общественной организации «Деловая Россия» является развитие производства продукции малотоннажной химии в России. В соответствии с поручением Прези-

дента Российской Федерации от 16 января 2021 года № Пр-46 необходимо принять меры по развитию до 2030 года производства малотоннажной и среднетоннажной химической продукции и увеличению объемов выпуска такой продукции к 2025 и 2030 годам на 30 и 70 процентов соответственно (по сравнению с объемами 2020 года). В связи с этим Комитетом по химической промышленности «Деловой России» сформирован перечень «вытягивающих» проектов в сфере малотоннажной химии, которые могут стать драйвером ее развития. Одним из них является производство термореактивных связующих.

Рынки основных видов смол характеризуются разной степенью зрелости — если доля аминсмол в структуре мирового рынка синтетических смол постепенно сокращается, то доля эпоксидных и полиэфирных смол продолжает расти. Это связано с жизненным циклом как самих смол, так и ключевых рынков потребления для них.

Полиэфирные смолы

Объемы потребления полиэфирных смол в России в течение последних трех лет демонстрируют положительную динамику. По итогам 2021 года объем потребления в России полиэфирных смол составил 69,6 тыс. тонн. При этом на спрос со стороны композитной промышленности пришлось более 60%, оставшиеся объемы были направлены на производство ЛКМ, клеев, герметиков и прочих продуктов.

Важно отметить, что российский рынок смол до настоящего момента в значительной степени зависим от импорта. Удельный вес зарубежной продукции по итогам 2021 года составил по одним источникам около 40%, по другим — более 70%.

Поэтому запуск производства малеинового ангидрида компанией «СИБУР» на заводе в Тобольске в 2022 году является значимым фактором для снижения сырьевой импортозависимости и, следовательно, развития внутреннего выпуска полиэфирных смол. Проектная производственная мощность нового предприятия составляет 45 тыс. тонн.

Согласно оценкам экспертов, внутреннее производство в стране осуществляют около 10 крупных и средних компаний, из которых лидирующими по объему выпуска являются: ООО «Дугалак», ООО «Ра-

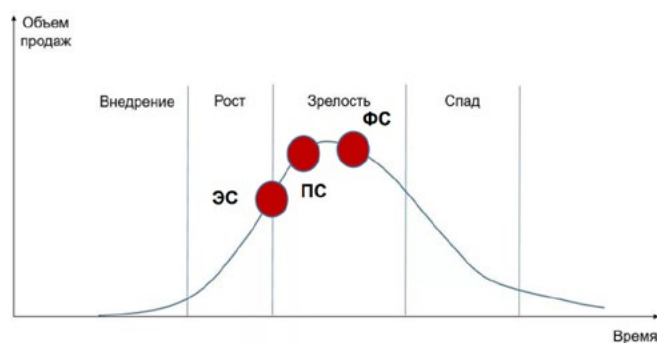


Рисунок 1. Текущая стадия жизненного цикла ключевых видов смол (эпоксидные смолы, полиэфирные смолы, фенолформальдегидные смолы)



Фото 1. Открытие новой площадки «Дугалак» по выпуску полиэфирных смол в Ярославле (Источник: dugalak.ru)



Фото 2. ГК «Аттика» открыла завод по производству полиэфирных смол в Башкирии (Источник: newprospect.ru)

дуга-синтез», ГК «Аттика», АО «Камтэкс-Полиэфиры», ООО «Полимерпром», АО «Электроизолит», АО «Пермские полиэфиры».

В сентябре 2022 году компания «Дугалак» укрепила лидирующие позиции, открыв новую площадку по выпуску полиэфирных смол в Ярославле. А в конце 2022 года Группа компаний «Аттика» открыла завод в Башкирии.

Вроде бы все хорошо, но в чем подвох? Многие отечественные производители конечных изделий, привыкшие работать на западном ассортименте смол, жалуются на отсутствие стабильности свойств у отечественного производителя, а также на довольно узкий ассортимент. Поэтому, основная задача, которая сегодня стоит перед российскими производителями смол, — работа над качеством продукции, техническая

поддержка клиентов и расширение ассортимента. И первые успешные шаги в этом направлении уже сделаны. Так компания «Полимерпром» получила сертификат соответствия на трудногорючие смолы, ООО «Дугалак» — анонсировало выпуск расширенной линейки продукции: от смол общего назначения, до смол для намотки, пултрузии и РТМ, «Аттика» — публикует в соцсетях данные о выпуске прозрачных литьевых и матричных смол.

Переходя от анализа текущего состояния рынка полиэфирных смол к прогнозам, важно отметить, что, согласно оценке Зорана Павловича («Дугалак»), российский рынок в перспективе следующих пяти лет будет демонстрировать уверенную положительную динамику на уровне 7–10% в год. Столь выраженный прирост будет обусловлен, прежде всего, развитием основных отраслей потребления.

Кроме того, новые инвестиции в производственные мощности, запланированные на 2022–2025 гг., согласно оценке «Смарт Консалт» во многом определяют оптимистичный сценарий развития внутреннего производства полиэфирных смол в России и дальнейшее снижение удельного веса импортной продукции.

Эпоксидные смолы

Если с полиэфирными смолами ситуация более-менее прозрачна, то с эпоксидными — все сложнее. По оценкам BusinesStat, продажи эпоксидных смол в России увеличились за 2017–2021 гг на 20,2 %: с 46,1



**КОМПОЗИТ
ИЗДЕЛИЯ**

**ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ДЛЯ ВАКУУМНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

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

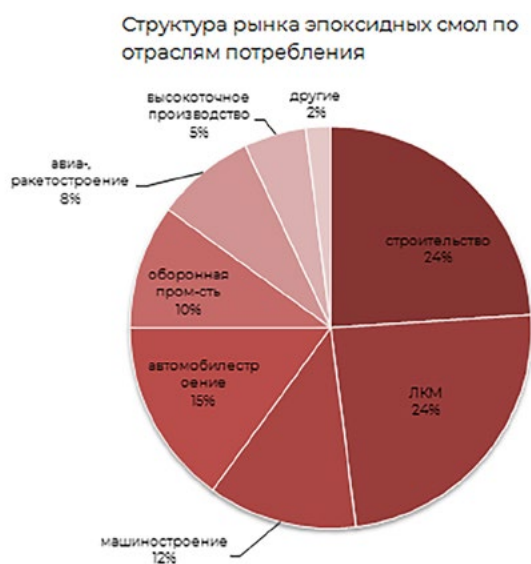


Рисунок 2. Структура рынка эпоксидных смол по отраслям потребления



Рисунок 3. Структура рынка эпоксидных смол по виду продукции

до 55,4 тыс. тонн. Ежегодный темп роста потребления составлял 2,2–13,8%. Среди основных драйверов роста российского рынка эпоксидных смол в последнее десятилетие можно выделить следующие: — расширение спроса со стороны предприятий лакокрасочной промышленности, — развитие производителей композиционных материалов и изделий из них, — развитие строительного комплекса, в т.ч. внедрение новых материалов для применения в строительстве.

Рынок эпоксидных смол в России преимущественно состоит из импортной продукции. В 2021 г. крупнейшим поставщиком эпоксидных смол на российский рынок была Южная Корея, доля которой составила 28,9 % всех импортных поставок. Второе место по объемам поставок эпоксидных смол на российский рынок в 2021 г занимала Германия, третье место принадлежало Китаю.

Объемы собственного производства невелики (примерно 10%) и к тому же сильно варьируются год от года. Основной проблемой развития производства эпоксидной смолы в России является дефицит сырьевой базы. Для того, чтобы создать рентабельное предприятие по производству эпоксидной смолы, нужно либо искать зарубежных поставщиков сырья, что делает предприятие зависимым от валютного курса и мировых цен, либо производить сырье самостоятельно, что делает бизнес рентабельным лишь при условии больших производственных мощностей. И все-таки отечественные производители удерживают свою небольшую долю за счет закона 488-ФЗ от 31 декабря 2014 г. «О промышленной политике в Российской Федерации», который обязывает предприятия, работающие в сфере гособоронзаказа, использовать только российскую продукцию.

Почти половина объема потребления эпоксидных смол приходится на строительство и производство лакокрасочных материалов. Эти отрасли в основном используют универсальные марки смол. В остальных сегментах потребления применяются в основном

модифицированные составы, которые производятся на заказ на российских предприятиях.

Основа потребления — смолы на основе бисфенола А. Это как раз те жидкие, полутвердые и твердые вещества, которые относятся к категории универсальных смол и используются преимущественно в строительстве и производстве ЛКМ.

Модифицированные смолы — это соединения с более сложным составом, обычно состоящие из нескольких компонентов и предназначенные для решения конкретных задач в оборонной промышленности, самолето- и ракетостроении, конструировании судов и т. д. Однако их доля на рынке выше, чем суммарная доля указанных отраслей потребления, поэтому можно сделать вывод о том, что частично модифицированные составы применяются и в бытовых сегментах.

Основными российскими производителями эпоксидных смол являются:

- ФКП «Завод имени Я.М. Свердлова», предприятие оборонного комплекса, выпускающее, в том числе, промышленную химию: смолы фенолоформальдегидные жидкие, эпоксидно-диановые неотвержденные смолы, связующие для смол, эпоксидные модифицированные смолы и клеи.
- АО «ХИМЭКС Лимитед», научно-производственное предприятие, созданное в 1991 г. для выпуска эпоксидных смол, активных разбавителей, компаундов, отвердителей, ускорителей отверждения, и других продуктов.
- «АО «ЭНПЦ ЭПИТАЛ» производит, разрабатывает, заменяет импортные эпоксидные смолы, отвердители, связующие.
- ОАО «Завод «Алтайский Химпром» им. Верещагина, предприятие выпускает эпоксидную смолу, полиэтилсилоксановые жидкости для смазочных масел, и продукты двойного назначения.

По ряду предприятий имеется потенциал наращивания производственных мощностей, что по-



тенциально позволяет увеличить производство эпоксидных смол до уровня 10 тыс. тонн. Вместе с тем необходимо учитывать, что текущее состояние производственных мощностей на ряде предприятий и уровень технологии их производства в сочетании с отсутствием сырьевых цепочек для производства эпоксидных смол не позволяет обеспечить необходимую эффективность их производства по отношению к импортным аналогам

В настоящее время потенциальная емкость рынка эпоксидных смол в России оценивается не более чем «плюс 10–15%» к текущему объему или 52–54 тыс. тонн. В перспективе потенциальную годовую потребность России в эпоксидных смолах по базовому сценарию эксперты оценивают в пределах 60 тысяч тонн.

В базовом сценарии предполагается умеренный рост внутреннего рынка на 23% к уровню 2020 года в физическом выражении (до уровня 60 тыс. тонн). В этот сценарий заложено повышение эффективности загрузки существующих производственных мощностей, а также выход на проектную мощность ООО «НПК «Химресурс» (г. Набережные Челны, Татарстан), запущенного в октябре 2020 года. Другим источником роста станет поэтапная модернизация производственных мощностей старых предприятий.

В случае реализации пессимистичного сценария при условии усиления негативных факторов, влияющих на рынок эпоксидных смол, ожидается стабилизация объемов внутреннего рынка эпоксидных смол с небольшим ростом к концу прогнозного периода на 5% к уровню 2020 года (до 51 тыс. тонн). В этом случае ожидается полный или частичный вывод производственных мощностей на старых предприятиях. Объем производства составит 6 тыс. т, что всего на 10% выше уровня 2020 года.

Возможность реализации оптимистичного сценария будет зависеть от темпов развития российской экономики, интенсивности применения новых материалов и конструкций, развития рынка аддитивных технологий, расширения экспорта эпоксидных смол до уровня 5–10 тыс. тонн.

При оптимистичном сценарии предполагается реализация крупных проектов, направленных на развитие композитной отрасли и аддитивных технологий (ИНТЦ «Композитная Долина», промышленный кластер «Композиты без границ», ИНТЦ «Долина Менделеева»). Это приведет к росту рынка эпоксидных смол на 60% до 80 тыс. тонн к 2030 году. Оптимистичный сценарий также предполагает реализацию масштабных инвестиционных проектов в отрасли, прежде всего запуска анонсированного ГК «Титан» проекта «Создание производства бисфенола А (увеличение глубины переработки нефтехимического сырья) и производство эпоксидных смол на его основе» с ожидаемой проектной мощностью до 45 тыс. тонн. Ещё одним возможным проектом является инициированный Институтом нефтехимического синтеза им. Топчиева РАН проект по производству эпоксидных смол (мощностью 10 тыс. т) и сырья для их производства. Ввод дополнительных мощностей в прогнозном периоде позволит к 2030 году увеличить производство эпоксидных смол в 7 раз до уровня 40 тыс. тонн.

В целом при мировой тенденции уменьшения углеродного следа и соответствия принципам устойчивого развития рынок смол имеет хороший потенциал роста в связи с переходом от традиционных материалов на более лёгкие композиционные, в первую очередь полимерные. Ещё одним фактором роста рынка смол является интенсивное развитие рынка аддитивных технологий, позволяющий создавать локальные универсальные производства, уменьшающие затраты на логистику и разработку специальных производственных линий.

Армирующие материалы

Стекловолокно

В России общий суммарный объем производства стекловолокна (лент, ровинга, пряжи и рубленого волокна) в натуральном выражении в 2021 году составлял порядка 130 тыс. т.



Фото 3. Производство стеклошаров Республика Дагестан, г. Дагестанские Огни (Источник: заводы.рф)



Фото 4. Завод Астраханское стекловолокно (Источник: astravolga.ru)

Производство стекловолокна и изделий из него в 2022 году по разным оценкам снизилось на 12–24%.

Общие объемы производства стекловолокна в России не позволяют говорить об экспортном потенциале данных наполнителей и их конкурентоспособности на мировом рынке, однако для удовлетворения нужд внутреннего рынка объемов производства достаточно. Основными производителями являются: АО «ОС Стекловолокно» (34% рынка (от выручки)), АО «НПО «Стеклопластик» (22%), АО «Стеклонит» (18%), ООО «П-Д Татнефть – Алабуга Стекловолокно» (14%), ПАО «Астраханское стекловолокно» (5%), ООО «Ступинский завод стеклопластиков» (5%), ПАО «Новгородский завод стекловолокна» (2%), ООО «Махачкалинский завод стекловолокна» (1%), ОАО «Завод стекловолокна» (0,2%). (данные за 2021 год).

Лидером по импортным поставкам в 2022 г. является Китай (более 60%), ведущий поставщик стекловолокна — OWENS CORNING COMPOSITES (CHINA) CO., LTD (9,5%). В импорте наибольшую долю занимает сегмент low-priced с долей 61,9 %, основные поставки сегмента из стран: Китай, Беларусь, Тайвань (Китай). Сегмент high-priced представлен долей в 26,3% преимущественно из стран: США, Китай, Германия.

Большую часть продукции российских экспортеров покупает Казахстан (более 27%), крупнейший покупатель - LAUSCHA FIBER INTERNATIONAL GMBH (2,4%).

Последние новости рынка стекловолокна

Завод по производству стеклошариков для изготовления волокна, запущенный в мае 2022 года в городе Дагестанские Огни, в июле выпустил первую продукцию.

Масштабная модернизация ожидается на заводе «Астраханское стекловолокно» в первом квартале 2023 года. Решение о финансовом займе в размере 24 миллионов рублей экспертный совет Фонда развития промышленности принял ещё в конце 2022-го. Ожидается, что новое оборудование позволит увеличить объёмы производства.

«Юматекс» завершил сделку по приобретению активов американской группы «Owens Corning» в

России и Беларуси. В состав «Юматекс» вошли предприятия по выпуску стекловолокна и изоляционных материалов во Владимирской и Тверской областях, а также подразделение в Беларуси. Завод по производству стекловолокна расположен в городе Гусь-Хрустальный. Стекловолокно используется в качестве армирующих элементов стеклопластиков и других композитов в строительстве и медицине, машино- и приборостроении, автомобиле- и судостроении, а также в энергетике и авиации.

В Белоруссии ОАО «Полоцк-Стекловолокно» завершило крупнейший за последние несколько лет инвестиционный проект и дало старт производству нового вида продукции — стеклоткани электроизоляционного назначения, которая благодаря дополнительной финишной обработке теперь входит в разряд уникальных на территории СНГ. Еще одним знаковым событием стал запуск стекловаренной печи № 2 после консервации. Реализация проекта — часть стратегии технического перевооружения с прицелом на рост экспорта. Таким образом предприятие увеличит объем вырабатываемого волокна и, как следствие, готовой продукции, спрос на которую идет вверх.

В Туркменистане Открытое акционерное общество «Senagat Tehnologiyalary», производящее композитную арматуру, в августе 2022 года запустило производство стеклоровинга.

Углеродное волокно

Рынок углеродных волокон в России находится на начальном этапе своего развития. Количество отечественных предприятий малочисленно. Однако перспективы углеродных волокон и материалов на их основе крайне привлекательны.

В 2022–2023 году аналитики ООО «СтекТех» предполагают незначительный рост мирового рынка на уровне 3–5%. Дальнейшее развитие во многом будет определяться геополитической обстановкой.

В мире назревает дефицит предложения углеродных волокон. В связи с этим ведущие мировые игроки расширяют количество своих производственных площадок и ведут постоянный мониторинг как



Фото 5. Завод Алабуга-Волокно
(Источник: РБК)



Фото 6. Предприятие Каменскволокно
(Источник: compositeworld.ru)

существующих, так и потенциальных рынков сбыта.

По данным экспертов, потребление углеволокна в России составляет 1–1,6% от мирового спроса, который, на 2018 г. составлял 78,5 тыс. т, а мощности производства – 149 тыс. т. Основными потребителями углеродных наполнителей в России являются атомная, космическая и авиационная промышленность, а основными производителями выступают ООО «Алабуга-Волокно», ООО «Аргон», ООО «ЗУКМ».

Первый в России завод по производству стратегического сырья для углеродного волокна — ПАН-пре-

курсора — открылся в 2021 году на территории особой экономической зоны «Алабуга». Общий бюджет проекта составил 8,5 млрд рублей. Проектная мощность производства составляет 5 000 тыс. тонн ПАН-прекурсора номиналом 1К–48К.

Арамидное волокно

По данным международных консалтинговых компаний, наблюдается непрерывный рост мирового рынка арамидного волокна. По разным оценкам, его



Сертифицированные препреги класса А+ для различного назначения от немецкой компании SMP-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 SMP 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**





Фото 7. Исходные нити СВМПЭ и панели из СВМПЭ композита — грудная и ножная (Источник: armocom.ru)

объем, включающий производство/применение как пара-арамидных (Kevlar, Twaron, Technora, Руслан, Русар и др.), так и мета-арамидных волокон (Nomex, Newstar, Teijincomex и др.), находится в диапазоне 96–120 тыс. тонн в год и 3,0–3,5 млрд долл. Доля пара-арамидных волокон составляет 63–65% и 60–78 тыс. тонн, доля мета-арамидных волокон: 35–37% и 36–42 тыс. тонн. Совокупный среднегодовой прирост прогнозируется в диапазоне 3,5–7,5%. Это свидетельствует о том, что до 2024 г. объем рынка должен быть обеспечен на уровне ~5 млрд долл. и 130–145 тыс. тонн в год.

Россия является одной из стран мира, которая наряду с США, Южной Кореей, Японией, Китаем владеет технологиями производства термостойких пара-арамидных волокон. При этом их химический состав и принятая в России технология производства обеспечивают более высокие свойства пара-арамидных волокон, чем у зарубежных аналогов. Производство мета-арамидных волокон в России отсутствует, а их ежегодные закупки достаточно высоки: более 200 тонн в год. По различным экспертным данным, объем импорта может достигать 500–800 тонн. Следует отметить, что мета-арамидное волокно под маркой Фенилон производилось в СССР (разработчик – «ВНИИСВ», г. Тверь) в г. Кустанай (Казахстан). Однако в 1996 г. завод был полностью остановлен, а оборудование продано китайской компании, которая выпускает волокно под маркой Newstar.

В России объем производства арамидного волокна не превышает 500 тонн. Арамидные волокна выпускают под торговыми марками: «СВМ», «Руслан», «Армос», «Артек», «Русар-С», «Русар-НТ», и используют для изготовления средств индивидуальной бронезащиты, кабельных изделий, огнезащитной одежды, а также в качестве армирующих наполнителей высокопрочных органопластиков. Органопластики широко применяются в конструкциях самолетов и вертолетов и являются самыми легкими полимерными композиционными материалами.

Производителями выступают АО «Каменскволокно» (94% рынка), АО НПП «Термотекс» (4%), ООО «Лирсот»

(2%). Производимое волокно по своему составу и принятой технологии обеспечивает более высокие свойства волокон, чем у зарубежных аналогов.

СВМПЭ

В России пока нет промышленного производства СВМПЭ. Однако наши учёные из «Научно-исследовательского института синтетического волокна с экспериментальным заводом» (г. Тверь) и «Центрального научно-исследовательского института специального машиностроения» (г. Хотьково) разработали технологию и создали экспериментальную линию по производству СВМПЭ нитей. И получили волокно, которое по основным показателям превосходит сверхпрочные нити SK-75 и SK-78, производимые мировым лидером в этой области — голландской фирмой DSM Dyneema. Казалось бы, успех композитчиков предопределён.

Следующим шагом должно стать создание в 2021–2024 годах опытно-промышленного производства нитей из сверхвысокомолекулярного полиэтилена мощностью порядка 10 тонн в год. А затем планируется развернуть промышленное производство этого материала, что позволит обеспечить Вооружённые Силы России изготовленными из СВМПЭ средствами индивидуальной защиты.

СВМПЭ – сверхвысокомолекулярный полиэтилен высокой плотности. Некоторые его разновидности в 15 раз более устойчивы к истиранию, чем углеродистая сталь. Волокна из такого полиэтилена относятся к группе так называемых «суперволокон». По сравнению с другими видами армирующих волокон (арамидных, углеродных, стеклянных) волокно из СВМПЭ способно к поглощению высокоскоростного удара, обладает химической и биологической инертностью, а также абсолютно прозрачно во всем диапазоне радиоволн.

Высокие прочность и износостойкость при сравнительно низкой плотности (0,96–0,97 г/см³) делают нить СВМПЭ одним из самых перспективных волоконных материалов в различных отраслях. В частности, такие нити применяются при изготовлении средств



Фото 8. Производство базальтового волокна Магманит
(Источник: vngru.ru)

бронезащиты — создании личных бронезилетов, а иногда и в качестве брони транспортного средства. Волокно из СВМПЭ используется при изготовлении парашютных строп и тканей, при создании высокопроизводительной парусины, а также прочных и легких канатов и сетеснастных изделий, устойчивых к воздействию морской воды, низких температур и солнечной инсоляции.

Базальтовое волокно

Непрерывное базальтовое волокно (БНВ) является достаточно «молодым» и очень перспективным видом продукции. В настоящее время технологией производства непрерывного волокна из базальта владеет ограниченное число стран, Россия и Украина были пионерами в области разработки данных технологий. Следует отметить, что развитие рынка БНВ в Китае, который в настоящее время является крупнейшим в мире производителем непрерывного базальтового волокна, в области технологий базируется на разработках, сделанных в свое время в России и на Украине. Доступность сырья для производства БНВ, расширяющийся спектр применения этого материала вызывают все больший интерес к продукции на основе непрерывного базальтового волокна. Одним из приоритетных направлений использования непрерывного базальтового волокна является производство композитных материалов.

Одной из проблем, сдерживающих развитие рынка базальтового волокна, является малотоннажное производство данной продукции отдельными производителями, что не позволяет крупным потен-

циальным потребителям осуществлять закупки у одного поставщика с гарантированным качеством и объемом продукции. Также рост рынка БНВ сдерживает более высокая стоимость материалов из непрерывного базальтового волокна по сравнению с аналогами из стекловолокна.

Согласно новому отчету «Рынок базальтового волокна», опубликованному MarketsandMarkets™, ожидается, что размер мирового рынка базальтового волокна вырастет с 286 млн долл. США в 2022 году (80-90 тыс. т/год БНВ) до 517 млн долл. США к 2027 г. (140-150 тыс. т/год БНВ). при среднегодовом темпе роста 12,5% в течение прогнозируемого периода.

На сегодняшний день рынок непрерывного базальтового волокна в России развит слабо — новые производства и проекты по выпуску БНВ и продукции на его основе практически не появляются. В течение последних нескольких лет ряд компаний ушли с рынка, т.к. не выдержали конкуренции (не смогли обеспечить стабильное качество продукции, либо допустили просчеты при оценке экономической модели производства). По оценке «Инфомайн», в период 2010- 2019 гг. производство непрерывного базальтового волокна в России увеличилось всего в 2 раза, при этом спрос на данную продукцию вырос за это же время в 3 раза. Производители волокна постоянно ведут работы по совершенствованию технологии производства и улучшению качества продукции.

Основными производителями базальтового волокна в Российской Федерации остаются ООО «Каменный Век», ООО «Русский базальт», ЗАО «НПЦ «ЛАВАИНТЕЛ», АО «Новгородский завод стекловолокна». **КМ**

Вторая часть статьи, посвященная отечественным вспомогательным материалам, разработкам в области инструментов и оборудования, а также востребованным композитным специальностям и направлениям выйдет в следующем номере журнала Композитный мир.

Источники

1. www.ng.ru
2. www.muctr.ru
3. marketing.rbc.ru
4. compositeworld.ru
5. dugalak-ural.ru
6. marketing.rbc.ru
7. businessstat.ru
8. www.megaresearch.ru
9. alto-group.ru
10. tk-solutions.ru
11. viam-works.ru
12. tass.ru
13. lotosgtrk.ru
14. vladtv.ru
15. belchemoil.by
16. business.com.tm
17. moluch.ru
18. rostec.ru
19. www.infomine.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



выставка
участник
системы



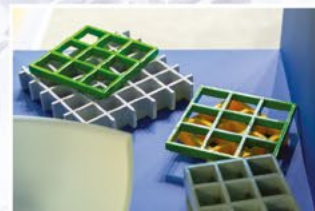
независимый
выставочный
аудит

Параллельно проводится выставка:



ПОЛИУРЕТАНЭКС

Четырнадцатая международная специализированная выставка
www.polyurethanex.ru



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.com/user/comproexporusia](https://www.youtube.com/user/comproexporusia)



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



[@ocompro](https://www.t.me/compro)

Организатор:



Ольга Gladунова

По материалам:
jecomposites.com
compositesworld.com

О чем писала зарубежная композитная пресса в 2022 году

Анализ статей нашего сайта (compositeworld.ru) показал, что в этом году большой интерес у читателей вызвали статьи о бронематериалах, перспективах российского рынка композитов и успехах в импортозамещении. А что у них? Обзор популярных статей 2022 года из журналов JEC Composites Magazine и Composites World magazine.

На первом месте по популярности статьи, посвященные автомобилестроению. А если точнее, статьи о новых материалах и технологиях, позволяющих влиять на скорость производства. Это и композиты на основе термопластов, и терморезактивные композиты с высокой скоростью отверждения. Кроме этого, в связи с активным переходом на электродвигатели, усиливается тренд на еще большее снижение веса автомобилей за счет увеличения доли легких композитов в конструкциях.

Компания Tescnalia сформулировала основные направления развития композитных технологий в автомобильной промышленности. Это те принципы, которые нужно учитывать, чтобы композитные материалы могли конкурировать с металлами: использование недорогих термопластичных полимеров; развитие технологий изготовления гибридных многокомпонентных материалов, содержащих металл и композит, как со стекловолокном, так и с углеродным волокном; процессы с нулевым или минимальным браком; конкурентоспособные, быстрые и автоматизированные производственные технологии с коротким временем

цикла — около 2 мин.; гибкие автоматизированные процессы, обеспечивающие различную толщину и индивидуальную укладку; использование композитов, которые могут быть подвергнуты вторичной переработке.

Сразу две статьи про колесные диски из углекомпозита попали в топ лист зарубежной прессы. Компания Bucci Composites SpA представила первый 20-дюймовый диск из углеродного волокна, предназначенный, в основном, для спортивных автомобилей и суперкаров. Карбоновый диск сочетает отличные характеристики с экономией веса более чем на 20% по сравнению с алюминиевым диском.

Все преимущества использования сверхлегкого диска из углеродных волокон напрямую связаны с уменьшенным весом колеса: более легкая конструкция компонентов означает меньшую инерцию вращения, что приводит к большему ускорению, более короткому тормозному пути и лучшей управляемости автомобиля. Кроме того, меньшая неподрессоренная масса означает, что шина всегда имеет наилучший контакт с асфальтом, что гарантирует отличные характеристики сцепления с дорогой.

Чтобы справиться с высокими температурами, которые возникают, особенно при использовании углерод-керамических тормозов, на внутреннюю часть обода нанесено керамическое покрытие, которое защищает углеродное волокно даже от самых экстремальных температур.

Для реализации этого проекта Bucci Composites оснастила свое производство технологией High Pressure RTM – HP-RTM. Углекомпозитный диск появился в продаже в первой половине 2023 года, первоначально только для итальянского рынка.

Компания Vision Wheel представила свой первый композитный диск из углеродного волокна на выставке SAMX 2021, заявив, что ее недорогой и крупносерийный процесс можно масштабировать для пассажирских автомобилей.

Для изготовления первых дисков команда Vision Wheel использовала технологию ручной выкладки. «Результат был успешным, — говорит сотрудник компании, — но мы поняли, что с помощью этого процесса невозможно производить миллионы дисков в год. Мы хотели найти процесс, который был бы ориентирован на массовое производство». Кроме того, необходимо было подобрать композитные



Фото 1. Колесный диск из углекомпозита Bucci Composites SpA
(Источник: jecomposites.com)

материалы, которые прошли бы строгие требования автомобильных испытаний. Алан Дадли, технический менеджер Vision Wheel, объясняет, что требования Министерства транспорта США к колесам — тесты для измерения минимальной усталости, удара, радиального удара и т. д. — были разработаны с учетом пределов прочности алюминиевых и стальных колес. Композитные диски выходят из строя не так, как алюминиевые. Когда алюминиевое колесо выходит из строя при ударе, вы видите трещину на спице или в других местах. С композитами трудно определить серьезность повреждения. Это может быть внутренняя трещина, расслоение или что-то иное. Но является ли такое повреждение ремонтнопригодным? Это сложно определить.

В дальнейшем, компания Vision Wheel стала искать технологию, которая позволила бы снизить стоимость материалов и время цикла. Так они перешли на технологию SMC, которая позволяла формовать изделия из недорогой, быстро отверждаемой, винилэфирной смолы и комбинации рубленого стекловолокна и углеродных волокон. Однако SMC композит из дисперсных волокон не был достаточно прочным, чтобы выдерживать самые высокие нагрузки с внешней стороны диска. Поэтому было решено добавлять в смесь некоторое количество непрерывного волокна. После длительных экспериментов компания нашла наилучшее решение. В спицы диска были введены непрерывные плетеные заготовки из углеродного волокна, которые составляют около 10% от общего веса детали. Большие сложности возникли с оптимизацией архитектуры оплетки, ориентацией волокон, чтобы в дальнейшем вся отвержденная конструкция работала как единое целое, выдерживала и перераспределяла все приложенные нагрузки. Вторая сложность заключалась в том, как гарантировать, что плетеная заготовка останется на месте во время компрессионного формования.

Данное ноу-хау привело к значительному улучшению прочности диска, однако иногда возникали проблемы с разогревом связующего в тех местах, где изделие имеет большую толщину. В итоге, винилэфирная смола была заменена на более производительную эпоксидную смолу со временем отверждения 10 минут.

Целью компании является увеличение мощностей на заводе компании в Алабаме как минимум до 50 000 единиц в год. Компания также работает над получением сертификатов ISO 9001, 14001 и TUV для своего предприятия. В долгосрочной перспективе компания планирует построить завод, способный производить миллион единиц продукции в год.

По мере того, как автомобильная промышленность быстро электрифицирует свои автопарки, среди производителей автомобильных компонентов растет интерес к использованию композитных материалов для аккумуляторных корпусов — крышек и поддонов, которые удерживают и защищают рамы и сами аккумуляторные элементы. Этому есть много причин, и главная из них — возможность уменьшить допуски по массе и укладке. Пустые металлические корпуса батарей увеличивают массу автомобиля на 110-160



Фото 2. Специалисты компании Teijin Automotive Technologies извлекают большой аккумуляторный лоток SMC из оснастки компрессионного пресса (Источник: Teijin Automotive Technologies)

кг и в настоящее время являются самым тяжелым компонентом аккумуляторных электромобилей — и это до загрузки аккумуляторных блоков.

Однако, не все так просто. Если вы останавливаете свой выбор на конструкционных композитных материалах, армированием рубленым волокном, очень важно иметь доступ к программам виртуального прототипирования и картам материалов, чтобы быстро и точно спрогнозировать свойства будущего изделия и при необходимости внести изменения в состав материалов. Производители программного обеспечения для моделирования композитных материалов, такие как Hexagon и Dassault Systèmes, наблюдают повышенный спрос на свои программные продукты, особенно со стороны производителей автомобильных компонентов по технологии SMC.

Поскольку крышки и лотки аккумуляторов могут иметь разные требования, в каждом конкретном случае требуется индивидуальный подход к выбору материалов. Например, в конструкциях корпусов Teijin Automotive обычно используется армирование рубленым стекловолокном, но там, где требуется большая нагрузка, команда может легко комбинировать слои однонаправленных или разнонаправленных непрерывных волокон с традиционным рубленым ровингом. Что касается выбора связующего, все известные виды смол — ненасыщенные полиэфирные, винилэфирные, фенолформальдегидные и эпоксидные смолы одинаково широко используются для изготовления аккумуляторных поддонов и крышек. Однако, по словам компании Magna, в последнее время ужесточаются требования по пожарной безопасности, особенно это касается грузовых автомобилей. Для таких требований наилучшим образом подходят фенолформальдегидные смолы.

Компания TPI Composites Inc. сообщила, что она провела обширную работу по выбору огнестойких материалов для корпусов аккумуляторных батарей электромобилей. Аккумуляторные поддоны и крышки — это очень сложные системы и они играют очень важную роль: защищают пассажиров автомобиля от внутренних пожаров, защищают модули от внешних пожаров, защищают элементы от повреждений во

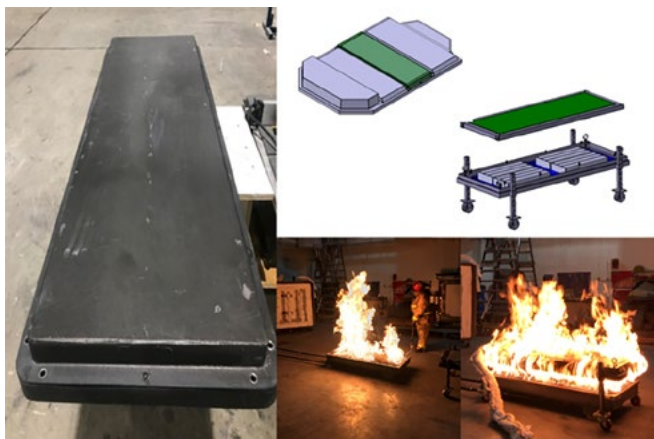


Фото 3. Испытание корпусов аккумуляторных батарей на огнестойкость (Источник: TPI Composites Inc.)

время сильных ударов и обеспечивают достаточную жесткость для переноски системы.

После 6 лет исследований компания TPI остановила свой выбор на конструкциях, армированных непрерывными волокнами (стекловолокно, углеродное волокно или комбинация этих волокон) и пропитанных либо фенолформальдегидной, либо высокотемпературной огнестойкой эпоксидной смолой для RTM, LCM и других технологий высокого давления.

После автомобилестроения плавно переходим к водородной энергетике. Но на самом деле речь опять пойдет о проектах для автомобилестроительной отрасли.

Эксперты по композитам из Центра перспективных производственных исследований Шеффилдского университета (AMRC) в течение года работали с Crossfield Excalibur, компанией по проектированию оснастки для ротационного формования, и Elite Ground Support Services, компанией которая имеет большой опыт в сфере изготовления композитных деталей для автомобилестроительной отрасли. Вместе они спроектировали, изготовили и испытали цилиндрический баллон высокого давления для водорода типа 4, изготовленный из углеродного волокна, намотанного на термопластичный лайнер. Резервуар был разработан для использования в



Фото 4. Планируемая мощность крупнейшего в Европе завода по производству водородных баллонов — 80 000 штук в год. (Источник: Plastic Omnium)

большегрузных автомобилях и способен вместить 40 литров водорода при давлении 350 бар.

Стюарт Доусон, главный инженер в AMRC, уточнил: «Тяжелые дальнемагистральные автомобили являются одним из самых сложных сегментов дорожного транспорта в плане сокращения вредных выбросов и требований к большой полезной нагрузке. Для повышения экономической эффективности большегрузным автомобилям требуется большой запас хода и быстрая дозаправка. Большой вес аккумуляторов снизит потенциальную полезную нагрузку и запас хода транспортного средства и потребует длительного времени перезарядки. Таким образом, транспортные средства, работающие на водороде, — идеальное решение для тяжелых условий эксплуатации и перевозки на большие расстояния».

Однако, несмотря на прогнозируемый высокий спрос на такие резервуары в будущем, в Великобритании практически нет производственных мощностей для изготовления сосудов высокого давления из композитных материалов.

И практически одновременно с предыдущей новостью компания Plastic Omnium объявляет о строительстве во Франции крупнейшего в Европе завода по производству водородных баллонов. Будущий завод будет производить 80 000 баллонов в год, первые из которых будут выпущены в 2025 году. Речь идет о разработке и производстве баллонов под давлением 700 бар для коммерческих автомобилей.

Plastic Omnium занимает уникальное положение на рынке баллонов благодаря своему историческому опыту и лидирующей позиции этой области. Plastic Omnium производит топливные элементы с самой высокой удельной мощностью на рынке и тесно сотрудничает с немецким производителем запчастей EtringKlinger.

Финансирование, выделенное на строительство нового завода, составит 74 миллиона евро. Это французское государственное финансирование является частью структуры PIIEC и поддерживает проекты, которые считаются важными для конкурентоспособности Европы.

От автомобильной темы переходим к композитам в авиационной. Это статьи были на втором месте по популярности в зарубежной композитной прессе в 2022 году.

Vertical Aerospace провела пилотируемые испытания прототипа электрического конвертоплана, который планируют использовать в аэротакси. Инженеры были настолько уверены в конструкции, что первый испытательный полёт прошёл в пилотируемом режиме. В ходе него прототип, правда, лишь слегка оторвался от земли. Аппарат VX4 eVTOL является конвертопланом, то есть он взлетает вертикально подобно вертолёту, после чего поворачивает винты и продолжает лететь как самолёт.

Всего на опытном конвертоплане установлено 8 винтов, из них 4 используется лишь при взлёте-посадке и складывается в крейсерском режиме. Vertical Aerospace заявляет о максимальной скорости 325 км/ч и запасе хода более 161 км. Таким образом, кон-



Фото 5. Пилотируемые испытания прототипа электрического конвертоплана (Источник: Vertical Aerospace)

вертоплан сможет не только летать по городу, но и позволять путешествовать по небольшому региону. Также он способен выполнять некоторые лёгкие региональные обязанности. Разработчик утверждает, что получил более 1400 условных предварительных заказов от ряда авиакомпаний, туристических групп и других операторов. Это очень много — для сравнения: в год выпускается всего около 1000 гражданских вертолётов.

Для проектирования, испытаний и производства полностью композитного фюзеляжа, армированного углеродным волокном компания английская компания Vertical Aerospace, заключила контракт с итальянской компанией с Leonardo.

Leonardo имеет большой опыт в области композитных авиационных конструкций, полученный при участии в многочисленных гражданских и оборонных аэрокосмических программах.

Компания Airbus при разработке двухфюзеляжного самолета A350 приняла решение перейти на композитные материалы для обшивки крыла, стрингеров и 34-метровых лонжеронов крыла. Форма крыльев A350, напоминающая крыло чайки, потребовала интеграции двух угловых изменений задних лонжеронов, поэтому Airbus выбрал конструкцию, в которой задние лонжероны были разделены на три секции, каждая из которых была изготовлена с использованием автоматизированной укладки препрегов углеродного волокна на C оправки в форме. Секции лонжерона имеют длину чуть более 11 метров и после автоклавирования соединяются с использованием изготовленных на заказ пластин из углепластика для их сборки. Эти работы по изготовлению и сборке выполняются GKN Aerospace на своем предприятии в Филтоне, Великобритания.

Тем не менее, конструкции крыла следующего поколения, особенно те, которые предназначены для высокоскоростных самолетов, должны и будут развиваться до более интегрированной конструкции, которая позволит авиаконструкторам производить конструкции с совместным отверждением вне автоклава (ООА), которые могут удовлетворить высокие требования к характеристикам, стоимости и производственные требования.

Прошло совсем немного времени и компания GKN Aerospace получает новый заказ — цельный однокомпонентный 17-метровый лонжерон крыла изготовленный по технологии RTM.

Для изготовления лонжерона использовали двухслойное углеродное волокно NCF, поставляемое Teijin, которое пропитывали эпоксидной смолы Solvay Composite Materials.

Другая проблема была связана с самим процессом. Использование RTM требует, чтобы лонжерон был сначала предварительно отформован, а затем перенесен в соответствующую металлическую форму для заливки смолы и отверждения. Этот процесс не нов и, как правило, очень прост в управлении, но длина лонжерона добавляет уровень сложности, который пришлось решать GKN, особенно в условиях высокопроизводительного производства. «Расширение RTM до 17-метровой конструкции — нетривиальная задача, — отмечает специалист GKN Aerospace .

Процесс начался с выкройки армирующих материалов на автоматизированном режущем столе, после чего слои были собраны и размещены вручную в заданных местах на формовочной оснастке. После укладки каждого слоя его нагревали и прижимали для стабилизации.

Когда все слои были уложены, оснастку закрывали и нагревали для сшивания эпоксидного порошкового связующего и придания жесткости препрегу. Затем заготовка была перенесена с помощью крана из оснастки для предварительного формования в производственной оснастке. Эта оснастка имела встроенные термодары, а также датчики для измерения давления в форме, поступления смолы и степени отверждения, что помогало максимально контролировать процесс.

После того, как преформа была помещена на производственную оснастку, форма закрывалась и герметизировалась. Далее следовал процесс заливки эпоксидной смолы Solvay. Оборудование RTM, предоставленное компанией Composite Integration, включало в себя 200-литровую систему подачи смолы и насос, способный создавать давление до 10 бар .

В итоге GKN изготовила восемь образцов для



Фото 6. Готовый 17-метровый лонжерон поднимается из производственной оснастки Alrex (Источник: compositesworld.com)



Фото 7. Компания Hexcel представила горные лыжи с использованием препрега из льняного волокна (Источник: jeccomposites.com)

оценки технологических возможностей системы. Три лонжерона были разрезаны для механических испытаний; два других использовались для испытаний на изгиб. Компания также провела обширный неразрушающий контроль (NDT). Все результаты испытаний были очень многообещающими, включая пористость <2%, и показали, что производственная стратегия, разработанная GKN, вполне работоспособна.

От авиастроения к теме биоматериалов и рециклинга. Множество работ посвящено применению биосмол и натуральных армирующих волокон для различные областей. Здесь же можно упомянуть несколько интересных статей о новых способах вторичной переработки связующих и армирующих материалов. А также любимая тема всех европейских СМИ — «Что делать с отслужившими свой срок лопастями ветряков?»

Компания Hexcel разработала новую линейку композитных материалов, изготовленных из смол биологического происхождения, армированных натуральными волокнами для отделки салонов автомобилей, яхт, для изготовления спортивного инвентаря и ветроэнергетики.

Ассортимент HexPly Nature включает проверенные смолы, такие как HexPly M49, M78.1-LT и M79, но

с содержанием эпоксидной смолы биологического происхождения. Превосходные характеристики смолы остаются неизменными в новых продуктах серии Nature, сохраняя высокие механические характеристики и стабильные технологические свойства.

Кроме того, линейка продуктов HexPlyNature предлагает препреги, содержащие натуральные волокна, которые можно легко интегрировать в существующие производственные процессы.

На выставке JEC World в Париже компания Hexcel представила горные лыжи с использованием препрега из льняного волокна HexPly Nature Range M78.1-LT UD. Кроме своих экологических характеристик, препрег, армированный натуральным волокном, обладает отличными ударными характеристиками и превосходно гасит вибрации в лыжах.

В продолжение темы про лен, обзор еще одной статьи. Компания Vcomr планирует заменить девять внутренних элементов отделки из углекомпозиата на композит, армированный льняными волокнами.

Новые внутренние элементы изготовлены с использованием инновационных технологий Vcomr ampliTex™ и PowerRibs™, которые используют естественные преимущества льняного волокна. Армирующая сетка powerRibs™ значительно повышает жесткость на изгиб тонкостенных элементов оболочки.

Детали, изготовленные из материалов ampliTex™ и powerRibs™, не только легкие, но и очень безопасные, поскольку в случае аварии или столкновения на них не остается острых краев или осколков. Vcomr и Porsche уже воспользовались этими преимуществами безопасности в ранее разработанном кузове, что привело, например, к снижению риска дефектов шин. Льняные композиты на 250% лучше гасят вибрации по сравнению с углеродным волокном. Еще одно преимущество льняного волокна — это шумоподавление.

Компоненты интерьера переданы гоночной команде Four Motors для проведения гоночных испытаний на выносливость на легендарной трассе Нюрбургринг. Компания Four Motors впервые участвовала в гонках с этими новыми компонентами интерьера во время шестичасовой гонки.



Фото 8. Экологичный интерьер гоночного автомобиля Porsche GT4 (Источник: jeccomposites.com)

Благодаря сотрудничеству между инженерами Porsche и специалистами по натуральным волокнам в Vcom качество компонентов из натуральных волокон в последние годы поднялось на новый уровень и превосходит углеродные волокна.

Энергия ветра становится все более популярной формой возобновляемой энергии, но все еще существуют аспекты производства, эксплуатации и окончания срока службы ветряных турбин, которые производят отходы или вредные выбросы.

Существует ли надежное решение для предотвращения попадания лопастей ветряных мельниц на свалки? Аллан Корсгаард Поульсен, руководитель отдела развития ветроэнергетической компании Vestas, объясняет, что для достижения этой цели необходимо пройти три этапа. «Что касается лопастей из устаревшего парка, нам необходимо усовершенствовать существующие методы утилизации. Следующим шагом является усовершенствование методов отделения волокон от смолы для повторного использования. И, наконец, последний шаг — разрабатывать полностью перерабатываемые материалы для внедрения экономики замкнутого цикла для будущих ветряных турбин».

Поставщики, производители лопастей, OEM-производители и разработчики возобновляемых источников энергии по всему миру работают над решениями по переработке ветряных лопастей, и сейчас на рынке есть ряд многообещающих решений, которые появятся на горизонте.

Например, тайваньская компания Swancor и испанская Siemens Gamesa объявили о стратегическом сотрудничестве в области перерабатываемых лопастей ветряных турбин с намерением производить их с использованием перерабатываемой термореактивной эпоксидной смолы Swancor EzCiclo. Обе компании стремятся поставлять

клиентам экологически чистые продукты и решения для переработки, чтобы достичь зеленой экономики замкнутого цикла и достичь углеродной нейтральности и инноваций в области новых материалов.

Swancor, пионер оффшорной ветроэнергетики, занимается исследованиями и разработками (НИ-ОКР) пригодной для повторного использования термореактивной эпоксидной смолы с 2015 года. Его раствор EzCiclo и растворяющая жидкость CleaVER в настоящее время проходят процесс квалификации поставщиков совместно с Siemens Gamesa с целью поставки ветроэнергетической компании.

По словам Swancor, сочетание этих технологий позволит восстанавливать и перерабатывать компоненты лопастей ветряных турбин после их вывода из эксплуатации. Восстановленные материалы, смолы, стекловолокна и углеродные волокна затем можно использовать в других целях. Сообщается, что в процессе переработки не образуются отработанные растворители и отработанные газы, что помогает решить экологические проблемы, возникающие в результате захоронения или сжигания отходов. Эта инициатива направлена на достижение цели полностью перерабатываемых лопастей ветряных турбин.

Аллан Корсгаард Поульсен из Vestas говорит: «Я хотел бы, чтобы другие отрасли производства композитных материалов подхватили это и инвестировали в разработку систем смол, которые легче перерабатывать или даже использовать в замкнутом цикле. Ветроэнергетика имеет большое количество композитных деталей, но мы не являемся отраслью с наибольшим количеством композитных отходов. Что происходит с композитными лодками в конце их жизни или с печатными платами в электронике? Я надеюсь, что ветроэнергетика станет пионером, и другие отрасли последуют ее примеру». **КМ**



Фото 9.

Swancor и Siemens Gamesa сотрудничают над созданием полностью перерабатываемой эпоксидной смолы (Источник: compositesworld.com)

П. Б. Макаров
Б. П. Макаров
М. П. Михайлова
ООО НПФ «Термостойкие изделия»

Технические изделия на основе поликонденсационных оксадиазольных систем

Термостойкие волокна занимают особое место среди волокон технического назначения. В России в этом секторе в настоящее время производятся минеральные (стеклянные, базальтовые) и синтетические волокна отечественной разработки на основе параарамидных и полиоксадиазольных полимеров. Названные синтетические волокна относятся к трудногорючим материалам.

Учитывая высокую термостойкость указанных полимеров, следует отметить преимущества оксадиазольных волокон в сравнении с параарамидными, а именно: наличие высокой эластичности, светостойкость, способность к окрашиванию рядом красителей, пониженные диэлектрические свойства. Наличие таких свойств предопределяет возможность текстильной переработки нитей, пряжи и волокон в ткани, трикотаж и нетканые изделия на стандартном оборудовании.

Температура воспламенения полиоксадиазольных волокон (ПОД-волокон) более 350°C, температура самовоспламенения 570°C. Данное волокно нерадиоактивно, не содержит токсичных примесей и не оказывает токсичного воздействия на организм человека. Волокно защищает от:

- повышенных температур (окалин, искр, не прожигается от соприкосновения с частицами металла с температурой 700–800°C);
- воздействия электрической дуги;
- воздействия органических кислот, растворителей и нефтепродуктов.

Указанное волокно получают мокрым способом формования.

При формовании волокон из растворов полимеров по мокрому методу происходит встречная диффузия растворителя (из струи полимерного раствора в осадительную ванну) и осадителя (из осадительной ванны в струю раствора). Одним из серьезных затруднений при изучении диффузионных процессов во время формования является значительная зависимость коэффициентов диффузии от условий процесса.

Кроме, того имеет место две группы гидродинамических явлений:

- обтекание фильерного комплекта осадительной ванной;
- формование потока осадительной ванны вблизи донышка фильеры. При этом образуется область, течение в которой резко отличается от основного потока.

Кроме того, достигнутая 100%-степень циклизации при поликонденсации значительно снижается после

стадии формования за счет гидролиза оксадиазольных циклов с образованием гидразидных связей в присутствии активатора дециклизации (разбавленной серной кислоты).

Полиоксадиазолы, применяемые для формования волокон, являются полужесткоцепными некристаллизующимися полимерами с наличием циклических звеньев строения «голова-хвост». Для их растворов характерно аморфное фазовое равновесие при температуре формования. При этом обе фазы (полимер и растворитель) представляют собой насыщенные растворы одного компонента в другом.

При мокром формовании волокон в каналах фильеры наблюдаются высокие градиенты скорости, что приводит к резкому изменению реологических свойств прядильных растворов, которые не являются ньютоновскими жидкостями.

Ранее отечественными исследователями было показано, что под воздействием давления, температуры в фильере определенной конструкции происходит молекулярная ориентация и самоупорядочение структуры полиоксадиазольного полимера за счет поворота сегментов цепи по типу «кресло-ванна».

Учитывая химический состав и наличие пространственных структурообразований определенной формы в полиоксадиазольных волокнах, с целью получения равномерной пространственной псевдоориентации вдоль цепей полимера без снижения степени циклизации. В ООО НПФ «Термостойкие изделия» разработан способ получения полиоксадиазольной нити, включающий получение полимерного прядильного раствора поликонденсацией при нагревании гидразинсульфата с арилдендикарбоновой кислотой в среде олеума, его гомогенизацию, фильтрацию, дегазацию, последовательное двухстадийное формование, обеспечивающее сохранение степени циклизации полимера после формования и повышение физико-механических характеристик готовой комплексной нити (таблица 1).

Сравнительные прочностные характеристики нитей линейной плотности 25 текс, полученные мокрым и предложенным двухстадийным способами, приведены в таблице 2.

Таблица 1. Характеристики ПОД-нитей нового способа

№	Показатели	Значения показателей		
12	Линейная плотность, текс	18,2	25	29,4
13	Удельная прочность, сН/текс	55	51	45
14	Относительное удлинение, %	3,8	4,5	5,5
15	Модуль упругости, ГПа	16	13,6	
16	Электрическое сопротивление, Ом·м/м ²	10 ⁻¹⁰ –10 ⁻¹¹	10 ⁻¹⁰ –10 ⁻¹¹	10 ⁻¹⁰ –10 ⁻¹¹
17	Равновесная влажность, %	12	13,1	14
18	Морозостойкость, °С	-70	-70	-70
19	Усадка, %	0	0	0

Таблица 2. Показатели комплексной нити 25 текс

Способ формования	Стандартный	Двухстадийный
Прочность, сН/текс	28–35	38–52
Удлинение при разрыве, %	6–10	4–7
Модуль деформации, ГПа	8–11	12–16

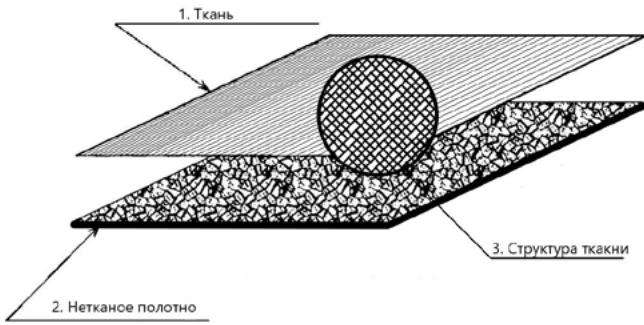


Рисунок 1. Структура образца текстильного материала для фильтрации горячих технологических газов



Рисунок 2. Пульпа из мелконарезанного волокна

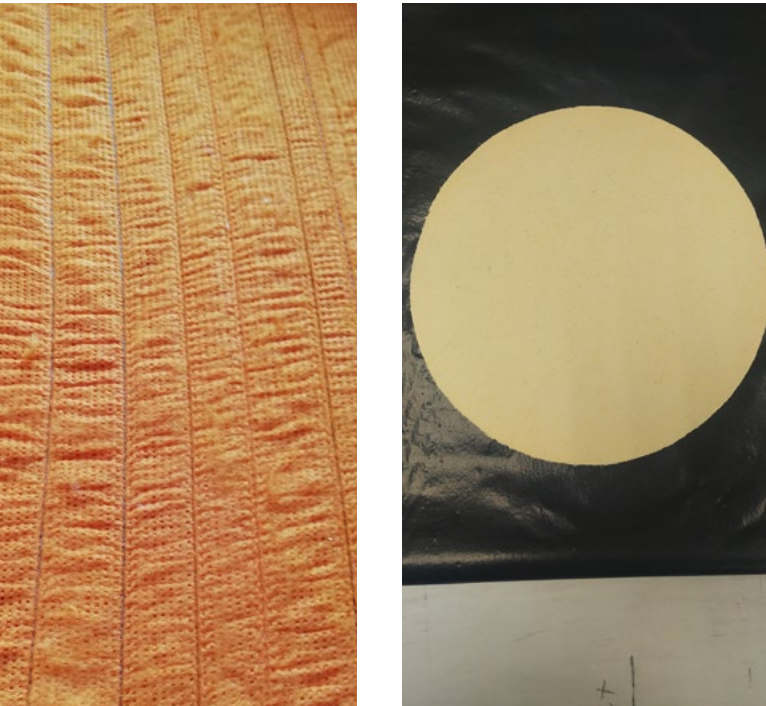


Рисунок 3, 4. Иглопрошивное полотно и бумага из пульпы

- Волокна имеют широкую область применения:
- текстильные технические изделия, эксплуатирующиеся в зоне повышенных температур, например, рукавные фильтры в системах газоочистки;
 - специальная одежда металлургов, сварщиков;
 - армирование РТИ (шланги, шины) для повышения износостойкости резины;
 - промышленные термостойкие уплотнения (шайбы, кольца);
 - защитный текстиль для гостиниц, транспорта;
 - тормозные колодки, накладки для легкового и грузового транспорта, а также железнодорожных составов;
 - антифрикционные композиционные материалы с применением с пульпы из мелконарезного волокна (отходы) взамен асбеста и импортных волокон Тварон, Кевлар.

В ООО НПФ «Термостойкие изделия» выполнены работы по созданию из ПОД-нитей фильтровальных материалов, бумаги, элементов спецодежды, технических изделий и другие (рис. 1–7). **КМ**



Рисунок 5. Фильтровальный рукав



Рисунок 6. Иглопробивное нетканое полотно

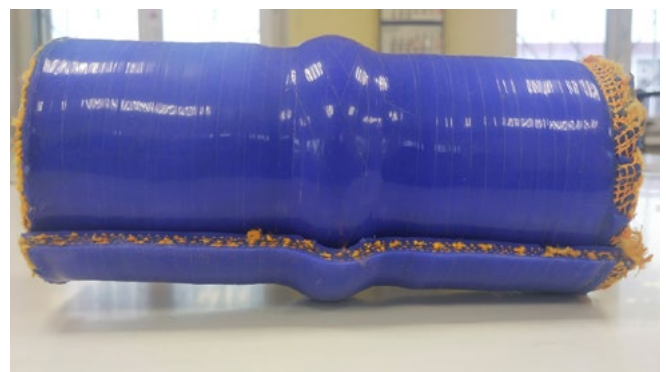


Рисунок 7. Патрубок, армированный сеткой

По версии журнала Композитный мир

www.carbonstudio.ru

Лучший интернет магазин

полимерных композиционных материалов

Оборудование для полимеризации
комполитов

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

Команда Carbon Studio поздравляет Партнеров и Клиентов
с Новым Годом и всеми прошедшими праздниками!
Спасибо за сотрудничество в ушедшем году! Желаем новых успехов и достижений!

Композиционные материалы и
оборудование для производства
композиционных изделий

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

Mahr



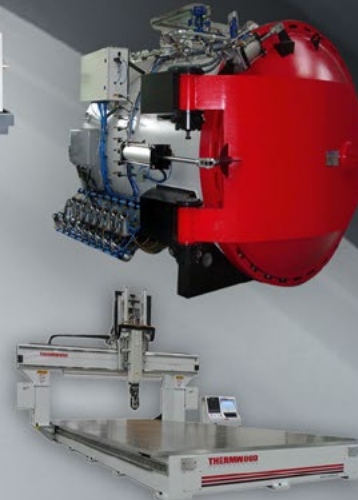
Лабораторные сушильные шкафы и
промышленные печи France Etuves (Франция)

**FRANCE
ETUVES**



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!

Косенков Андрей Владимирович
masterforum.composity.ru

Изготовление матрицы из МДФ для стеклопластикового изделия

Много рекомендаций посвящено изготовлению матриц из матричных материалов. Действительно, матрица изготовленная из специальных матричных материалов — красивая, качественная и долговечная. Но бывают ситуации, когда матрица нужна всего для одного съема.



Рис. 1



Рис. 2

В прошлой статье, я рассказал, как сделать матрицу из дешевых полиэфирных смол, преодолев связанные с этим трудности и получив реальную экономию. Сегодня мы пойдем дальше и сделаем матрицу без использования смол.

Мы занимаемся тюнингом больших автомобилей. Это грузовики, многоместный транспорт и автобусы. Они тюнингуются, как правило, в рекламных целях. В одном экземпляре, в неповторимом дизайне. И в современных условиях, изготовление матрицы всего на один съем, даже из конструкционной смолы и гелькоута для изделий — это очень большие затраты. В связи с этим, была разработана технология изготовления матрицы на один-три съема из более дешевых материалов. Матрицы крупных деталей — из пенополиуретана, относительно небольшие — из прессованного картона (МДФ). Поступая так, мы минуем стадию изготовления модели, и обходимся без полиэфирных/эпоксидных смол/гелькоутов. К ним мы прибегаем уже непосредственно при изготовлении стеклопластикового изделия. Исключение составляет только конструкционная смола, которой склеиваются листы пенополиуретана или МДФ.

В качестве примера взяли деталь от автобуса (передний бампер): рис. 1

- Производим замеры, строим 3-Д модель объекта: Рис. 2
- Вносим изменения в соответствии с пожеланиями заказчика: Рис. 3
- Выделяем отдельную деталь (в данном случае — передний бампер), добавляем конструкционные элементы матрицы (отбортовки): Рис. 4.

В программе 3-Д моделирования «оборачиваем» эту модель в матрицу, и вытачиваем на ЧПУ Рис. 5.

Первичная обработка матрицы из МДФ — шлифовка плоских поверхностей плоскошлифовальной машиной, шлифовка изогнутых поверхностей вручную наждачной бумагой на держателе и просто удерживая бумагу рукой. Шлифуем номером Р 120. Для того, чтобы сбить ворсинки материала: Рис. 6.

Не используем для работы эксцентриковые шлиф-машины: Рис. 7. Так как это ведет к браку.

Удаляем нежелательные выпуклости: Рис. 8, 9.

Пропитываем матрицу из МДФ любым двухкомпонентным автомобильным лаком при помощи кисти. Это делается для укрепления поверхности и выявления ворсинок материала: Рис. 10. По сравнению с пропиткой полиэфирной смолой, лак имеет гораздо меньший расход (на данную матрицу — 150 грамм),



Рис. 3

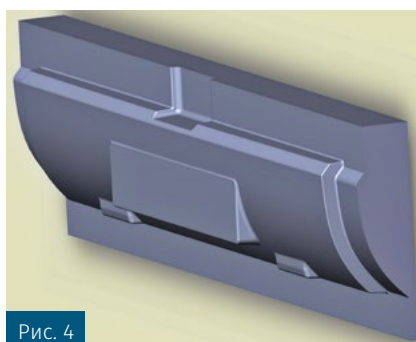


Рис. 4



Рис. 6



Рис. 5



Рис. 7



Рис. 8



Рис. 9

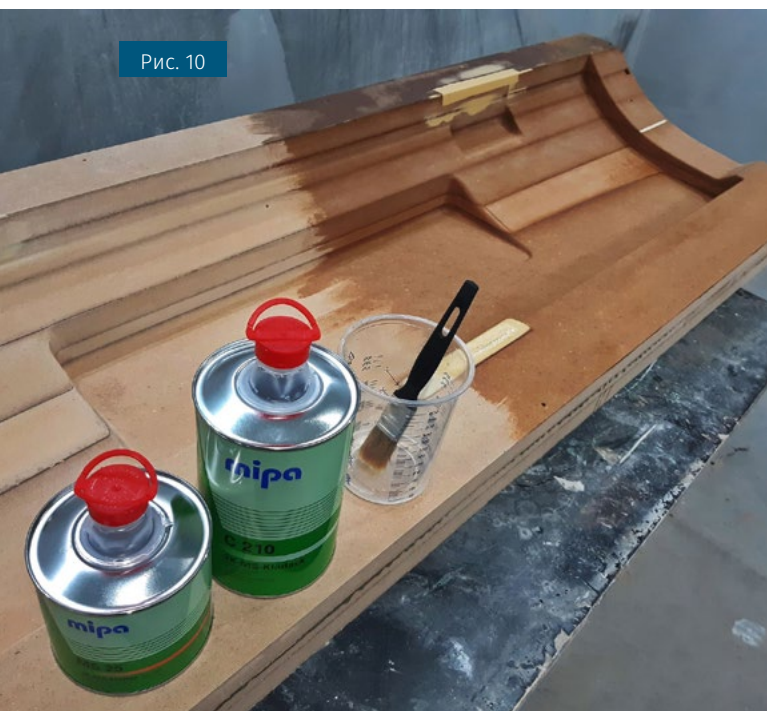


Рис. 10

пропитывает МДФ на гораздо большую глубину и не дает рельефных следов от кисти на поверхности. Помогаем отверждению лака при помощи ИК обогревателя: Рис. 11.

Удаляем нежелательные ямки при помощи автомобильной шпаклевки: Рис. 12, 13.

Шлифуем отшпаклеванную матрицу наждачной бумагой P120 вручную, а на плоскостях — при помощи плоскошлифовальной машины. Добиваемся желаемой геометрии поверхности: Рис. 14, 15, 16.

Обеспыливаем поверхность матрицы (пылесос, обдув): Рис. 17.

Покрываем матрицу любой автомобильной 2К (двухкомпонентной) грунтовкой: Рис. 18, 19.

При помощи шпаклевки и шлифования наждачной бумагой P240, удаляем оставшиеся неровности: Рис. 20, 21.

Затем, покрываем матрицу 2К акриловым автолаком: Рис. 22. Для удобства обнаружения неровностей, в лак добавлен черный пигмент. Использование 2К грунтовки и лака, позволяет получить отличную поверхность матрицы для последующего нанесения

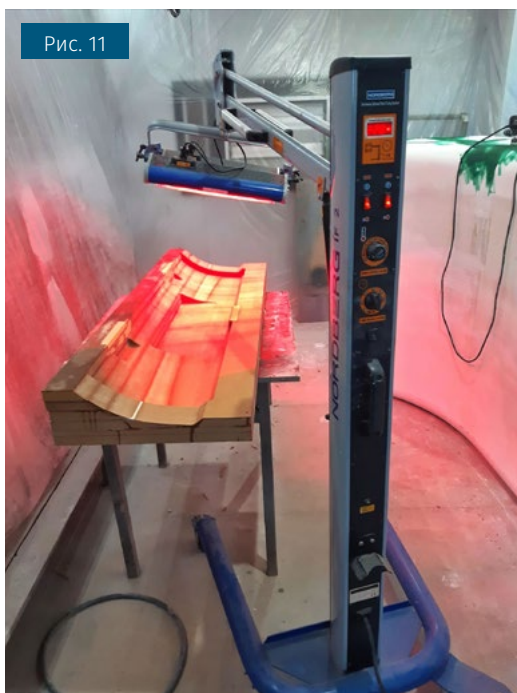


Рис. 11

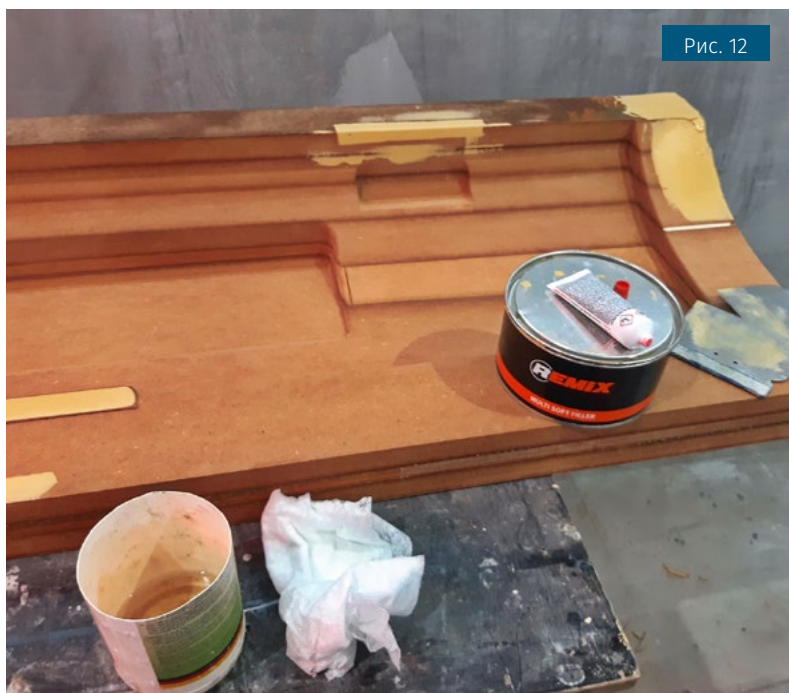


Рис. 12

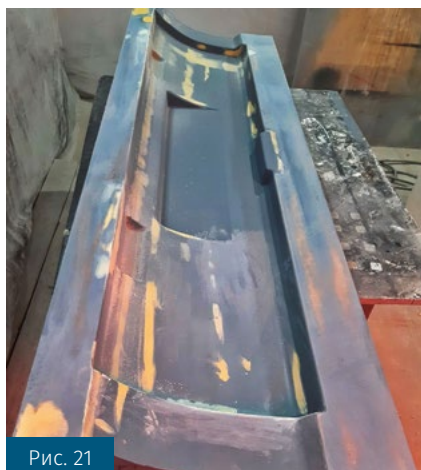
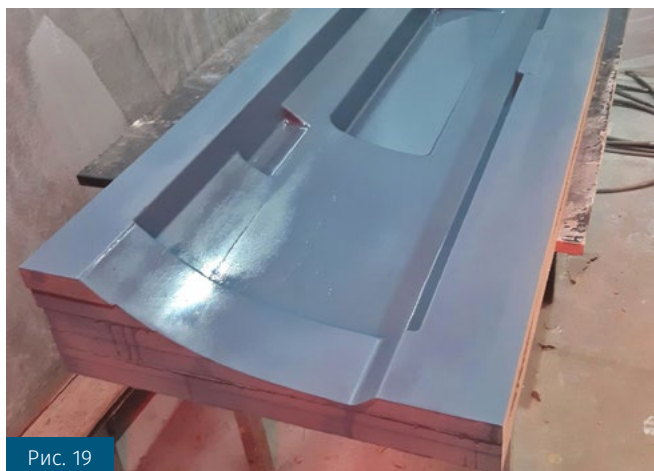
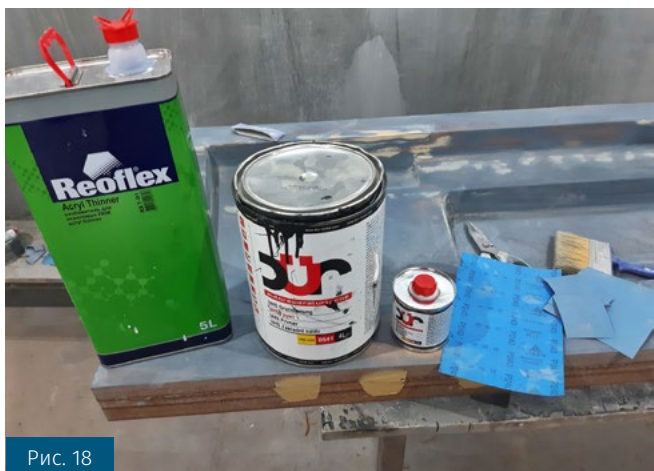




Рис. 23



Рис. 24

разделителя. Залипания изделия на матрице при этом не происходит. При сравнительно одинаковой стоимости лака (грунтовки) и полиэфирных гелькоутов, расход первых гораздо меньше. На данное изделие при напылении было использовано всего по 250 грамм грунта и лака. Кроме того, намного облегчается механическая обработка матрицы, так как автокосметика наносится гораздо более ровным слоем, а гелькоуты — с шагренью.

После каждого нанесения автокосметики просушиваем поверхность ИК обогревателем.

Далее вручную с водой шлифуем лаковую поверхность наждачной бумагой Р 1000. При этом окончательно убираются все неровности.

Наносим жидкий разделитель Локтайт Воло, 3–4 слоя с периодами ожидания 15 минут: Рис. 23, 24. Мы наносим полупостоянный разделитель для одного съема просто потому, что это гораздо легче и быстрее, чем натирание воском с последующей располировкой. А если учесть затраты рабочего времени, и риск брака от растирания, то и дешевле.

Важно: синтетические разделители типа Локтайт Воло отверждаются от влаги, присутствующей в воздухе. Поэтому они должны просыхать естественным путем, без применения обогревателей. Наилучшая влажность воздуха в помещении 60–70%.

В связи с этим разделителем, хочется вспомнить одну шутку. Практически все изготовители стеклопластиковых изделий думают, что Локтайт Воло оставляет после себя разводы. И ищут альтернативные полупостоянные разделители. И не находят. А между тем, производители этого разделителя характеризуют его как не оставляющий разводов и матовости. И они, таки, правы. Разводы и помутнения возникают, когда разделитель наносят на матрицу, припорошенную пылью, когда в разделитель макают много раз использованную тряпку. Попробуйте перед нанесением обеспылить матрицу при помощи мытья водой с моющим средством, потом чистой водой, с последующей просушкой. Возьмите новую банку разделителя, в которую еще не макали использованные тряпки. И наносите его чистой вискозной салфеткой, каждое нанесение — новой. И не в рабочем цеху, где пыль просто «сыплется с неба». И вы получите глянцевую разделенную поверхность без помутнений и разводов. И этот слой не нужно потом располировывать (а это и долго, и трудно, и приводит к бракам). Нанесенный таким образом разделитель даст вам 15–17 качественных съемов. А если вы не соблюдаете этих простых правил, то и не ищите разделитель, не оставляющий разводы — не найдете.

Далее, обычным способом формуем и снимаем с матрицы изделие: Рис. 25, 26, 27. Любое изделие под окраску автоэмалью после съема с матрицы обязательно должно быть «заматовано» для удаления с его поверхности перенесенных остатков разделителя. Иначе краска на нем держаться не будет. Поэтому, мы не стремимся к гляncу на тюнинговых изделиях. Глянец появится после окраски автоэмалью.

Рис. 25



Рис. 26



При нормальных условиях (22–24°С в цеху, наличие всех компонентов и инструментов), один человек производит все описанные операции по доводке модели от сухого МДФ до формовки изделия на подобной матрице за 2 рабочих дня. На фото готового изделия вы можете видеть белые пятна на поверхности. Это не пузыри в изделии, а прилипшие чешуйки отделочных слоев матрицы. Они легко удаляются с изделия при его последующем «матовании». Саму матрицу, при желании, можно использовать для формовки еще 1–2 раза. Хотя в нашем случае это не нужно. Слущившийся отделочный слой в этом случае, просто обновляем восковым разделителем. В дальнейшем такая матрица растрескается и потеряет большую часть формообразующей поверхности. Поэтому, для массового производства она не пригодна. Тем не менее, цель достигнута — отформовано качественное изделие без затрат на модель и стеклопластиковую матрицу. **КМ**

Рис. 27



Ю. С. Свистунов

АО «Юматекс», ЮМАТЕКС, ГК «Росатом», Москва, Россия

А. Н. Нурмухаметова

ООО «АЛАБУГА-ВОЛОКНО», ЮМАТЕКС, ГК «Росатом», Елабуга, Республика Татарстан, Россия

Л. А. Зенитова

Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Республика Татарстан, Россия

Применение отходов полиакрилонитрильного волокна

На ООО «АЛАБУГА-ВОЛОКНО» в 2021 году состоялся запуск производства полиакрилонитрильного прекурсора. Процесс построен на базе отработанной технологии и ноу-хау компании Montefibre по производству акрилового волокна с соответствующими модификациями для получения прекурсора с высокими характеристиками. Ключевые характеристики процесса — относительно низкая стоимость производства, надежность и гибкость. Одна из отличительных особенностей процесса заключается в возможности периодического независимого запуска процесса полимеризации полимера и процесса формования из него волокна. Это достигается тем, что этапы полимеризации и формования проводятся на двух разных установках, в определенном смысле независимых друг от друга. Полимер производится

в форме водной суспензии, затем высушивается и хранится в силосах в сухом виде вплоть до того момента, когда потребуется на этапе формования, на котором он растворяется при помощи растворителя — диметилацетамида. Волокна и волокнистые материалы в настоящее время являются составляющим элементом большого количества высокопористых композиционных материалов для использования в различных областях науки и техники.

Технологический процесс получения ПАН включает следующие основные стадии:

- синтез полиакрилонитрила — осуществляется в цехе полимеризации производства;
- получение прядильного раствора и подготовка его к формованию, формование, ориентационное вытягивание и отделка



Рис. 1. Намотка ПАН-прекурсора на бобины



Рис. 2. Хранение бобин с ПАН-прекурсором

волокна — прядильно-отделочный цех (рис. 1).

Создание новых крупнотоннажных производство и вовлечение в среду обитания человека новых синтетических материалов, приводит к резкому росту количества отходов.

Промышленными отходами принято считать вещества, материалы и изделия, образовавшиеся на разных этапах производственного процесса и не пригодные к последующему использованию для получения продукции в рамках применяемого технологического процесса. Выделяют следующие виды отходов:

- возвратные отходы;
- вторсырье;
- невозвратные отходы.

Тема утилизации отходов всегда поднималась в высокотехнологичных производствах. В мире существует несколько основных способов утилизации отходов: переработка, сжигание и захоронение. Каждый из этих методов имеет как свои плюсы, так и свои минусы. Наиболее оптимальным считается комбинированный метод. В нашей стране переработка отходов пока не занимает лидирующие позиции.

Переработка синтетических волокон — это одна из новейших и наиболее интересных тенденций с точки зрения перспектив развития в самых разных областях применения переработанной продукции (рис. 2). До недавнего времени должное внимание этим материалам не уделялось, поскольку на территории Российской Федерации осталось только несколько производств, производящих полиакрилонитрильное волокно. В настоящее время на территории РФ

существуют одно промышленное предприятие, производящее ПАН прекурсор: ОАО «ВНИИСВ», г. Тверь. ООО «Композит Волокно» производит ПАН прекурсор номиналом 1-48К с использованием растворной полимеризации и мокрого формования, применяя в качестве растворителя водный раствор роданистого натрия. Предприятие ОАО «ВНИИСВ» специализируется на выпуске ПАН прекурсора тонких номиналов (33.3 текс — 0.3К и 50 текс — 0.45К) по технологии, предусматривающей использование суспензионной полимеризации и органического растворителя для формования.

В настоящее время большая роль уделяется экологическому аспекту и цель авторов данной статьи — ретроспективный анализ существующих способов и разработка оригинальной технологии использования отходов полиакрилонитрильного волокна с минимально возможным количеством технологических этапов и, как следствие, уменьшение затрат на изготовление полимерных композиционных материалов с их использованием.


Как отметил Юрий Сергеевич Свистунов в своем докладе, посвященный 15-летию работы в Юматекс: «Я считаю, что мы доросли до такого состояния, в котором мы можем заняться технологиями, которые не связаны с прямым производством, а связаны с экологическими аспектами и устойчивым развитием, как, например, начатый нами в прошлом году проект «Рециклинг». Некоторые из проектов, которые мы сейчас ведем в области новых технологий, превратятся в отдельные направления бизнеса со своими продуктами, рынками и перспективами». **КМ**

Ю. В. Холодников

канд. техн. наук, генеральный директор
ООО СКБ «Мысль»

В статье рассмотрены причины низкой эффективности главных вентиляторных установок шахт с осевыми вентиляторами и указаны направления совершенствования конструкций вентиляторов, экономии электроэнергии, снижения затрат на здания и сооружения, а также оптимизации параметрического ряда.

Совершенствование конструкций осевых вентиляторов главного проветривания шахт



Осевые вентиляторы (ОВ) в настоящее время обеспечивают покрытие поля вентиляционных режимов шахт и рудников [1] в зоне низких и средних давлений (до 350 даПа), а для создания более высоких давлений используются центробежные вентиляторы (ЦВ). Преимущества ОВ перед ЦВ известны [2, 3]. Необходимость же в ЦВ мотивируется их способностью создавать более высокие напоры. Однако энергетические возможности ОВ далеко не исчерпаны.

Основным резервом повышения выходных параметров ОВ является увеличение окружной скорости вокр лопаток рабочих колес. Даже в наиболее совершенных ОВ производства НИПИГОРМАШ, г. Екатеринбург [4] значения вокр в 1,14 раза меньше, чем в наиболее скоростных отечественных шахтных ЦВ. Расчеты показывают, что доведение этой характеристики до средних величин, принятых в зарубежной практике, даст повышение давлений, развиваемых ОВ, по крайней мере, в два, а подачи — в полтора раза. В результате нормальные области (рабочие зоны) ОВ обеспечат полное покрытие поля режимов, и необходимость в ЦВ отпадет.

Напомним, что за рубежом шахтные ОВ уже с середины прошлого века выпускаются с $v_{окр} = 120...150$ м/с [5].

С технической точки зрения нет никаких препятствий повышению эксплуатационных качеств ОВ за счет увеличения вокр. Данное утверждение хорошо иллюстрируется оценкой прочности одного из наиболее нагруженных элементов ОВ — рабочей лопатки.

Как показывают выполненные в ООО СКБ «Мысль» расчеты и математическое моделирование, основным фактор, определяющий напряженное состояние лопатки, — действующая на нее центробежная сила. Ориентировочное значение напряжения от центробежной силы в опасном (корневом) сечении равно

$$\sigma = \rho \omega^2 (R^2 - r^2) / 2 \quad (1)$$

где: ρ — плотность материала лопатки;
 ω — угловая скорость ротора;
 R — внешний радиус колеса;
 r — радиус втулки колеса.

Поскольку $\omega R = v_{окр}$, а r/R в шахтных ОВ равно 0,6, то формула (1) может быть представлена в виде

$$\sigma = 0,32 \rho (v_{окр})^2 \quad (2)$$

Весьма перспективными материалами в производстве компонентов ОВ, и лопаток в том числе (рис. 1), считаются композиты (реактопласты) с плотностью $\rho = (1,4...1,8) \cdot 10^3$ кг/м³ [6]. Подстановка в (2) $\rho = 1800$ кг/м³ и $v_{окр} = 140$ м/с дает $\sigma = 11,3$ МПа, при том, что допустимое напряжение лопатки из стеклопластика без специального упрочнения на связующем из эпоксидной смолы для срока службы 105 ч составляет $[\sigma] = 25$ МПа.

На рис. 2 показаны рабочие зоны вентиляторов ВО-21, ВО-30 и ВО-40. Зона ВО-21 с $v_{окр} = 82,5$ м/с построена по параметрам вентилятора ВО-21К (М23) [4], остальные — с использованием критериев подобия. Низконапорные ОВ имеют $v_{окр} = 82,5$ м/с, ОВ средних



Рис. 1. Лопатки шахтных осевых вентиляторов, выполненные из композитов

напоров — $v_{окр} = 110$ м/с, высоконапорные — $v_{окр} = 140$ м/с.

Прерывистыми линиями ограничены зоны режимов указанных ОВ с окружными скоростями $0 \leq v_{окр} \leq 140$ м/с.

Из анализа рис. 2 следует, что:

- более 70% поля вентиляционных режимов покрываются тремя типоразмерами одноступенчатого ОВ с аэродинамической схемой К + СА;
- высокоскоростные одноступенчатые ОВ способны исключить из употребления не только ЦВ, но и двухступенчатые ОВ.

Среди способов формирования рабочей зоны ОВ есть изменение числа z лопаток колеса. Уменьшение z приводит к снижению развиваемого давления, характеристика ОВ становится более полой. Это значит, что режимы в нижней части поля ($p_{sv} \leq 100$ даПа) будут охвачены теми же ОВ, но с уменьшенным z .

Рассуждая об увеличении вокр, нельзя не обратить

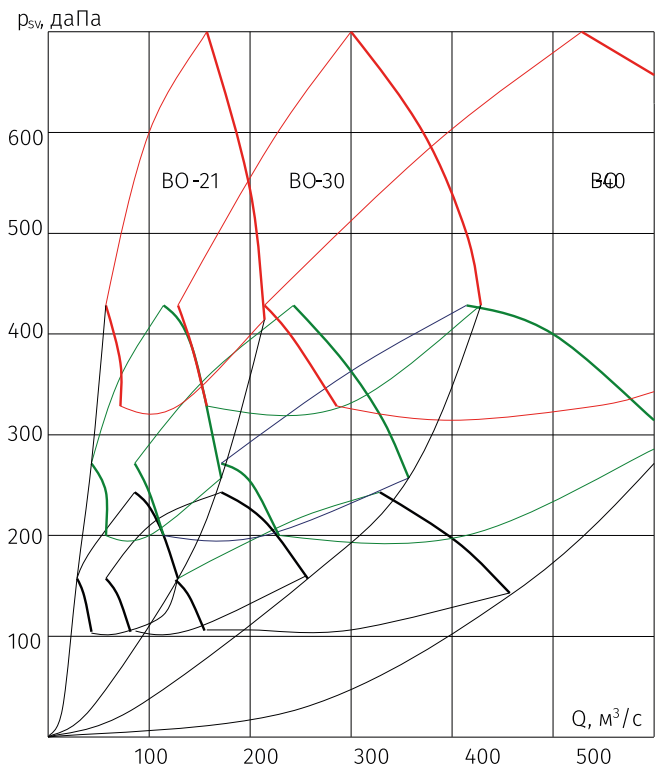


Рис. 2. Нормальные области (рабочие зоны) шахтных одноступенчатых осевых вентиляторов

внимание на такой существенный недостаток ОВ, как повышенное шумообразование. Шум, возникающий при вращении ротора, имеет аэродинамическую природу и сильно зависит от $v_{окр}$. Результатом кропотливых исследований аэродинамики ОВ стала минимизация уровня звукового давления, но сильный шум по-прежнему остается чертой, присущей ОВ.

Стандарт [7] оговаривает предельно допустимые уровни звуковой мощности при работе ОВ (123–133 дБА, в зависимости от диаметра колеса). Однако он же содержит оговорку, смысл которой в том, что в случае превышения уровнем звукового давления допустимой величины эксплуатация вентиляторной установки должна осуществляться с использованием средств глушения шума. Какие именно средства должны использоваться, стандарт не указывает. Таким образом, согласно стандарту, сверхнормативное шумообразование не препятствует применению высокоскоростных ОВ.

Уместно отметить и тот факт, что в последние годы средства шумопоглощения интенсивно развиваются. Создаются оригинальные устройства для глушения шума, в том числе с применением новых конструктивных материалов, таких, например, как композиты.

Разумеется, нужно иметь в виду и возможность компромисса. В области давлений свыше 400 даПа можно успешно использовать двухступенчатые ОВ с $v_{окр} = 110...120$ м/с.

Одновременно с энергетической интенсификацией ОВ необходимо вести работу по их конструктивному совершенствованию. Конструкции серийных шахтных ОВ находятся буквально на уровне середины прошлого века. Характерно, что в результате теоретических и экспериментальных исследований найден и апробирован целый ряд технических решений, позволяющих расширить диапазон режимов эксплуатации, повысить экономичность ОВ, снизить металлоемкость и т.д. Ниже приведены примеры таких решений. Но из всей массы этих средств в серийные ОВ вошли лишь единицы.

Выделим основные задачи, подлежащие решению на пути создания современного шахтного ОВ:

- расширение эксплуатационного диапазона за счет предотвращения срывных режимов;
- широкомасштабное использование новых прогрессивных материалов;
- снижение энергопотребления вентиляторной установки и повышение безопасности горных работ путем обеспечения оперативной управляемости;
- снижение затрат на здания и сооружения за счет уменьшения габаритов ОВ и достижения высоких производительностей в режиме реверса воздушного потока.

Особенность аэродинамики ОВ состоит в развитии так называемого срывного режима (срыва) при больших углах атаки лопаток воздушным потоком. Невозможность эксплуатации ОВ в режиме срыва сужает рабочую зону вентилятора. В то же время известны противосрывные устройства — воздушные

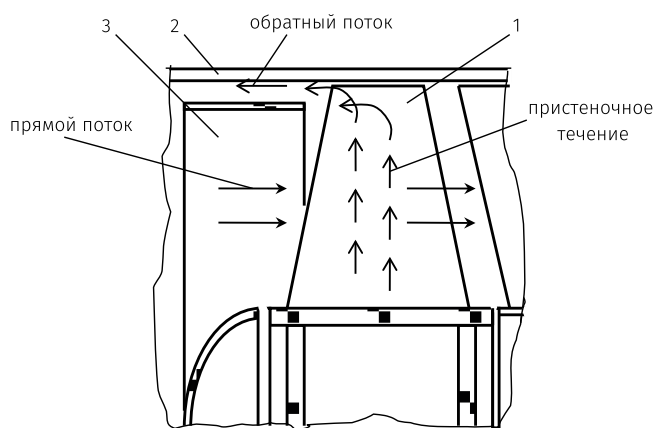


Рис. 3. Устройство и принцип действия воздушного сепаратора

сепараторы, стабилизирующие процесс обтекания при углах установки лопаток до 30° включительно [8]. Их введение в ОВ позволяет расширить рабочую зону на 10...15%. Принцип действия воздушного сепаратора поясняет рис. 3.

Сущность срыва как физического явления в упрощенном виде выглядит следующим образом.

Работа ОВ на закритических углах атаки приводит к отрыву потока от выпуклой поверхности лопатки 1 и формированию в зоне отрыва радиальных пристеночных течений. Кожух 2 вентилятора играет роль препятствия на пути радиального течения, вследствие чего по концам лопаток в непосредственной близости от передних кромок образуется обратный поток, окружная составляющая абсолютной скорости которого близка по величине к окружной скорости лопатки на внешнем радиусе. Обратный поток смешивается с прямым потоком и отдает ему свою энергию, закручивая в направлении вращения колеса. Угол атаки концевых сечений лопаток резко уменьшается, создаваемые ОВ напор и производительность падают, в чем и проявляется срыв.

Размещение перед лопатками тонкой обечайки 3, названной воздушным сепаратором, позволяет разделить прямой и обратный потоки и удалить зону их смешивания от передних кромок лопаток на расстояние, равное ширине обечайки. Проходя это расстояние в направлении лопаток, смешанный поток стабилизируется, и вблизи передних кромок направление его абсолютной скорости лишь незначительно отклоняется от осевого. Оптимальные ширина и диаметр обечайки равны соответственно $(0,15...0,25)D$ и $(0,93...0,95)D$, где D — диаметр колеса.

Воздушный сепаратор дает эффект не ниже, чем лопаточный, и на КПД установки не влияет. Простота и малые размеры обечайки позволяют без каких-либо трудностей установить ее в проточную часть ОВ главного проветривания.

Одно из преимуществ ОВ заключается в способности реверсирования воздушного потока без обводных каналов. Принятые способы реверсирования — изменением направления вращения ротора, поворотом лопаток колес на 90...150° без изменения направления вращения — связаны с нарушением характера обтекания лопаток и способны обеспечить не более

75% подачи при прямой работе [4]. В том случае, когда горная выработка имеет большой объем и разветвленность, сравнительно небольшая подача ОВ при реверсе обуславливает длительное время вымывания продуктов горения, что может потребовать оборудования установки главного проветривания с ОВ обводными каналами [1]. Иначе говоря, указанное преимущество ОВ не реализуется.

Уже без малого 30 лет назад было сконструировано рабочее колесо, позволяющее реверсировать поток без снижения аэродинамического качества лопаток и достигать при обратном движении воздуха более 90 % производительности прямого режима с максимальным КПД около 0,8 [9]. Устройство не содержит специального привода, перевод колеса в режим реверса осуществляется автоматически в момент включения двигателя в обратном направлении.

На рис. 4 показан один из конструктивных вариантов реверсирующего механизма.

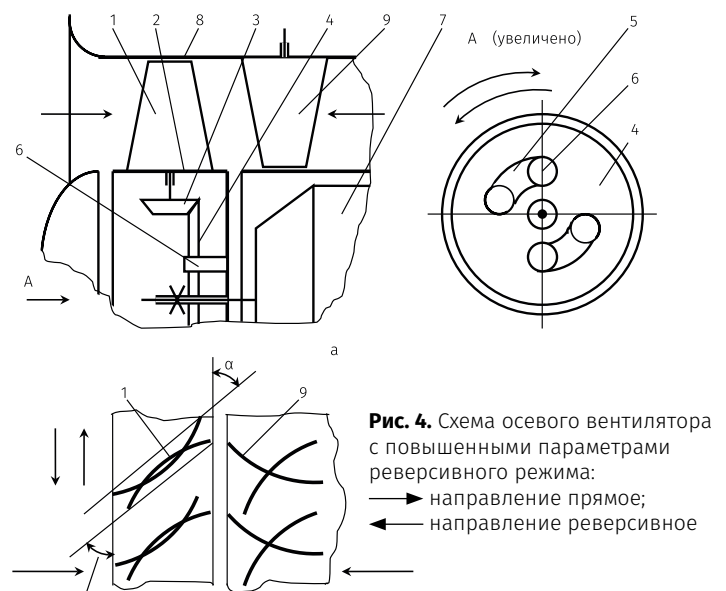
Лопатки 1 колеса (К) установлены с возможностью вращения относительно втулки 2. На их хвостовиках закреплены конические шестерни 3, входящие в зацепление с зубчатым колесом 4, смонтированным на ступице втулки 2 посредством подшипника скольжения. В диске колеса 4 выполнены дугообразные пазы 5, в которые входят пальцы 6, прикрепленные к диску втулки 2. Втулка зафиксирована на валу двигателя 7, установленного в корпусе 8 вентилятора. Лопатки 9 спрямляющего аппарата (СА) установлены на корпусе 8 с возможностью вращения. СА снабжен приводом вращения лопаток 9 (на рис. 4 не показан).

Сплошными линиями на рис. 4 показано положение звеньев кинематической схемы в прямом режиме, прерывистыми — в реверсивном.

В режиме прямой работы колесо вращается по часовой стрелке (рис. 4, а, вид А). Лопатки 1 зафиксированы относительно втулки 2 под углом α (рис. 4, б) моментами трения в узлах установки. Пальцы 6 расположены в пазах 5 в крайних по направлению вращения положениях. Углы установки лопаток 9 обеспечивают функционирование лопаточного аппарата в качестве спрямляющего. Аэродинамическая схема вентилятора — К + СА.

Для перевода ОВ в реверсивный режим двигатель 7 останавливают. Центробежные силы, действовавшие на лопатки, становятся равными нулю, моменты трения в узлах установки лопаток 1 снижаются до минимальных значений, определяющихся собственным весом лопаток и взаимодействием крепежных деталей.

Затем двигатель включают в направлении против часовой стрелки. Втулка 2 с лопатками 1 начинает вращаться с угловым ускорением, определяющимся отношением пускового момента двигателя к суммарному моменту инерции вращающихся масс. Зубчатое колесо 4 вовлекается во вращение суммой моментов трения в кинематических парах. Но, как уже было отмечено, эти моменты малы, поэтому угловое ускорение зубчатого колеса меньше углового ускорения втулки 2. Вследствие разности угловых скоростей втулка 2 и, следовательно, шестерни 3 перемещаются относи-



тельно колеса 4 (обгоняют его), лопатки 1 вращаются относительно втулки, пальцы 6 проходят по всей длине пазов 5 против часовой стрелки и занимают положение, показанное на виде А прерывистыми линиями. После этого колесо 4 начинает вращаться синхронно втулке 2, и поворот лопаток 1 относительно втулки прекращается. Лопатки 1 фиксируются в положении, соответствующем реверсированию воздушной струи.

Одновременно с описанным процессом лопатки 9 поворачиваются приводом СА и занимают положение, обеспечивающее работу лопаточного аппарата в качестве направляющего (НА). Аэродинамическая схема вентилятора из К + СА преобразуется в НА + К. Длина дуговых пазов и передаточное отношение зубчатых передач выбираются таким образом, чтобы при реверсировании вращения двигателя лопатки поворачивались относительно втулки на 180° . В новой схеме обтекание лопаток 1 потоком идентично обтеканию в прямом режиме, поэтому выходные параметры ОВ практически не отличаются от параметров прямой работы.

В 1983 г. по проекту Свердловского горного института НИПИГОРМАШ совместно с Артемовским машиностроительным заводом (АМЗ) изготовили опытный образец вентилятора ОВ-16Р, снабженного механизмом поворота лопаток колеса на ходу, в котором предусматривалась реализация описанного принципа реверсирования. На испытательной станции АМЗ вентилятор полностью подтвердил свою работоспособность.

Отечественные шахтные ОВ представляют собой весьма металлоемкие агрегаты. Их гигантизм резко бросается в глаза по контрасту с простотой принципа передачи энергии от колеса к потоку. Одна из причин данного явления — искусственное занижение $v_{окр}$ — уже названа. Другая причина состоит в традиционном изготовлении деталей и узлов ОВ из стали в тех случаях, когда сталь может быть с успехом заменена легкими и технологичными неметаллами. Речь идет о вышеупомянутых композитах. На рис. 5 показаны выполненные из композита кок и входной коллектор ОВ главного проветривания.



Рис. 5. Композитные элементы ОВ главного проветривания

В состав главных вентиляторных установок входят корпусные изделия, имеющие вид оболочек и нагруженные в основном собственным весом. Выполнение их из композитов позволит серьезно снизить массу установки. Более того, композиты вполне применимы и для изготовления рабочих колес целиком, а не только лопаток. Прочностные расчеты и конструкторские проработки, выполненные в ООО СКБ «Мысль», показывают, что композитное колесо будет иметь массу на 30...40% меньше стального. Становятся реальными конструкции ОВ с колесами диаметров 1,1, 1,6 и 2,1 м, смонтированными непосредственно на вал двигателя. Несложно представить, насколько легче и компактнее станут машины. Предварительный расчет свидетельствует: ВО-16 с частотой вращения 1500 об/мин и колесом на валу двигателя по выходным параметрам будет эквивалентен вентилятору ВОД-16П и не менее чем в два раза легче, причем длина вентиляторной установки уменьшится в 2,8 раза по отношению к длине установки с ВОД-16П.

Сетовать в научно-технической литературе на низкую управляемость отечественных шахтных установок главного проветривания стало своего рода традицией.

За последние десятилетия появилось множество апробированных вариантов механизмов для поворота рабочих лопаток на ходу, существуют российские изготовители ОВ с такими устройствами («Аэротурбомаш», НИПИГОРМАШ). Несмотря на это, горнодобывающие компании предпочитают приобретать дешевые машины китайского производства — копии советских нерегулируемых ВОД.

Комбинированное управление поворотом лопаток колес и изменением частоты вращения ротора способно не только обеспечить требуемый расход воздуха в шахте, но во многих случаях также приблизить КПД вентилятора к максимальной величине. Учитывая данный факт, эксплуатацию ОВ с КПД, равным или близким 0,6, уже нельзя безоговорочно считать удовлетворительной. Мало того, ввиду невозможности оперативного управления производительностью установки главного проветривания целого ряда горных предприятий эксплуатируются в режимах, находящихся вне рабочей зоны ОВ. Есть мнение, что непроизводительные энергозатраты, обусловленные указанным фактором, в целом по стране исчисляются сотнями мегаватт-часов.

В то же время, низкая управляемость является причиной того, что около 30% (по нашим оценкам) всех установок имеют производительность, недостаточную для эффективной очистки внутришахтной атмосферы. Не чем иным как неудовлетворительной вентиляцией объясняются недавние тяжелые аварии на шахтах Кузбасса.

Но, как ни парадоксально, безнадежно устаревшие в конструктивном отношении машины находятся под эгидой ныне действующего стандарта [7]. Стандарт как нормативный акт играет в вентиляторостроении роль фактора, сдерживающего инновационное развитие отрасли.

Всесторонний анализ ситуации с шахтными вентиляторами главного проветривания, сложившейся в стране, приводит к следующим выводам.

1. Эксплуатационные возможности осевых вентиляторов используются крайне непродуктивно, вследствие чего завышены массы и габаритные размеры вентиляторных установок, а также связанные с указанными размерами капитальные затраты на здания и сооружения вентиляторных станций.
2. Низкая параметрическая надежность систем вентиляции является причиной непроизводительных энергозатрат, плохих условий труда горнорабочих и повышения вероятности аварий.

Следует сформулировать концепцию современного шахтного осевого вентилятора, на базе которой обосновать оптимальный ряд конструктивно-энергетических параметров агрегатов, подлежащих изготовлению. Необходимо пересмотреть стандарт на шахтные вентиляторы и внести в него изменения в соответствии с принятой концепцией. **КМ**

Библиографический список

1. Шахтные вентиляторные установки главного проветривания: справочник / Бабак Г.А., Бочаров К.П., Волохов А.Т. и др. – М.: Недра, 1982. – 296 с.
2. Алексеев В.В., Брюховецкий О.С. Горная механика: учебник для вузов. – М.: Недра, 1995. – 413 с.
3. Косарев Н.П., Таугер В.М. Перспективы совершенствования и расчет некоторых параметров шахтных осевых вентиляторов. – Изв. Вузов. Горный журнал, 1982, № 7. – С. 84 – 88.
4. <http://npgm.ru/product-catalog/fans-of-the-main-and-local-ventilation/acatalogitems/31-vo21k-m25.html>.
5. Шахтные вентиляторы за рубежом: обзорная информация. – М.: НИИинформтяжмаш, 1972, 2-72-16.
6. Холодников Ю.В., Замараев С.Ю. Турбомашинизация коррозионно-стойких композиционных материалов. – Композитный мир. 2013, № 2. – С. 14 – 17.
7. ГОСТ 11004-84. Вентиляторы шахтные главного проветривания. Технические условия.
8. Косарев Н.П., Таугер В.М. Воздушный сепаратор для вентиляторов типа СВМ. – Изв. ВУЗов. Горный журнал, 1982, № 6. – С. 89 – 90.
9. Носырев Б.А., Холодников Ю.В. Оптимизация параметров реверсивного осевого вентилятора. – Изв. ВУЗов. Горный журнал, 1986, № 4. – С. 77 – 82.



ЮМАТЕКС
РОСАТОМ



Межрегиональный
промышленный кластер
Композиты
без границ



КОМПОЗИТ-ЭКСПО
Международная специализированная выставка

Юбилейный X форум «Композиты без границ» впервые состоится в рамках выставки «Композит-Экспо»

Форум «Композиты без границ» представит деловую программу 15-ой международной специализированной выставки «Композит-Экспо».

Даты проведения мероприятия – 28-29 марта 2023 года.

Форум пройдет в Москве в ЦВК «Экспоцентр», Краснопресненская наб., 14.

Композитный дивизион Росатома – ЮМАТЕКС – выступит официальным партнером выставки и организатором деловой программы форума.

X форум «Композиты без границ» будет посвящен новой технологической повестке в области композитных материалов и глобальным тенденциям развития отрасли в России, реализации мероприятий дорожной карты развития высокотехнологичной области «Технологии новых материалов и веществ».

В программе X форума запланированы: пленарное заседание, тематические панельные дискуссии, научные доклады, интервью с лидерами отрасли, церемония вручения наград V конкурса «Композиты без границ. AWARDS», нетворкинг.

В рамках деловой программы ведущие эксперты отрасли обсудят актуальные темы:

- трансформацию ключевых отраслей промышленности посредством внедрения композитных материалов;
- создание мощностей по производству оборудования для изготовления композитов на всех стадиях;
- импортозамещение в производственных цепочках от сырья, компонентов до готового изделия, реинжиниринг;
- развитие направления термопластов;
- современные возможности развития гражданской авиации;
- композитное судостроение;
- образовательные программы в области композитов;
- меры и программы поддержки отрасли со стороны государства.

Совместное проведение Форума «Композиты без границ» и выставки «Композит-Экспо» – главное событие года в индустрии отечественных композитов. Эта площадка объединяет экспертов отрасли, топ-менеджеров ведущих компаний, бизнесменов, ученых, инноваторов, разработчиков, представителей федеральных, региональных, муниципальных органов власти, студентов.

Для участия в форуме необходимо пройти регистрацию на сайте форума «Композиты без границ» – compositesforum.ru

Для участия в выставке обращайтесь в Выставочную Компанию «Мир-Экспо» – официальный партнер форума и организатор выставки «Композит-Экспо» – composite-expo.ru

Приглашаем к сотрудничеству партнеров и спонсоров. Участие в Форуме для специалистов бесплатное при условии обязательной регистрации.

Ждем вас на X форуме «Композиты без границ» 28,29 марта 2023 года в ЦВК Экспоцентр.

Контактная информация: info@compositesforum.ru



Промышленные композиты. Возможности и перспективы

Холодников Ю.В., Альшиц Л.И., Тугаев В.М.
Издательство LAP LAMBERT Academic Publishing ist ein der
2016 г., 455 с.

В книге обоснована необходимость появления нового класса композитов — «промышленные композиты», отличающихся от т.н. «конструкционных композитов» областью применения, специфическими эксплуатационными свойствами, составом материалов и технологиями изготовления. Авторы поставили своей задачей проинформировать научно-техническое сообщество о перспективных материалах и способах производства широкой гаммы изделий из композитов производственно-технического назначения, также предоставить своеобразное руководство к действию в виде практических рекомендаций, методик, технологических и конструктивных решений апробированных на многих ведущих предприятиях страны.

Футеровка оборудования полимерными композитами: Теория, исследования и практика химической защиты

Холодников Ю. В.
Издательский Дом «Научное обозрение»
2019 г., 285 с., ISBN 978-5-6042791-4-4, УДК 666.9.019+678

В книге представлены результаты экспериментальных исследований образцов футеровочных покрытий из специальных композиционных материалов, предназначенных для защиты технологического оборудования, эксплуатируемого в агрессивной рабочей среде. Доказана высокая химическая, абразивная и ударная прочность футеровочных покрытий, выполненных из полимерных композиционных материалов. Ряд предлагаемых способов футеровки разработан в ООО СКБ «МЫСЛЬ» и прошёл апробацию на ведущих промышленных предприятиях России и ближнего зарубежья. В предлагаемой книге даны практические рекомендации по выбору полимерных композиционных материалов, контролю качества материалов и футеровочных работ, правилам техники безопасности и охране окружающей среды при проведении защитных работ. Предназначена для специалистов в области защиты технологического оборудования и строительных конструкций производственно-технического назначения различных отраслей реального сектора экономики от воздействия опасных производственных факторов и может быть полезна студентам профильных специальностей.

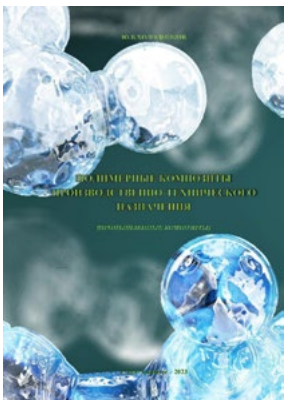
Полимерные композиты производственно-технического назначения. Промышленные композиты

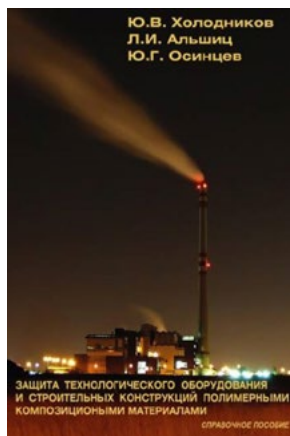
Холодников Ю.В.
Издательство «Инфра-Инженерия»
2023 г., 400 с.

В книге дано и обосновано понятие «промышленные композиты» как самостоятельное направление развития отрасли производства изделий из композиционных материалов с полимерной матрицей. Рассмотрены материалы для производства промышленных композитов, способы производства, области применения и особенности эксплуатации. Приведены результаты исследований и экспериментов по обозначенной теме. Большое внимание уделено вопросам контроля качества изделий, как на стадии производства, так и при эксплуатации в условиях воздействия агрессивной рабочей среды.

В книге описаны практические действия по изготовлению изделий из промышленных композитов, полученные на основании результатов многолетних работ в реальном секторе экономики на ведущих предприятиях России и ближнего зарубежья.

Книга предназначена для широкого круга специалистов производственного сектора экономики, заинтересованных в развитии производства изделий производственно-технического назначения из композиционных материалов для нужд различных отраслей промышленности.



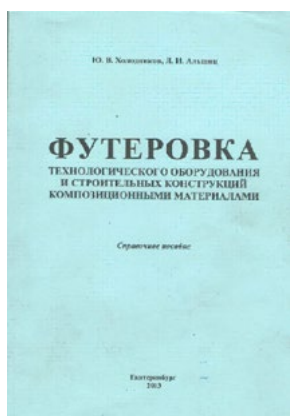


Защита технологического оборудования и строительных конструкций полимерными композиционными материалами. Справочное пособие

Холодников Ю.В., Альшиц Л.И., Осинцев Ю.Г.
Издательство «Арт-Экспресс»
2016 г., 320 с. ISBN 978-5-4391-0242-6, УДК 666.9.019.678

В книге рассмотрены вопросы практической защиты технологического оборудования и строительных конструкций производственно-технического назначения композиционными материалами с терморективной матрицей холодного отверждения на примере материалов компании Reichhold Cz.

Футеровка технологического оборудования и строительных конструкций композиционными материалами. Справочное пособие

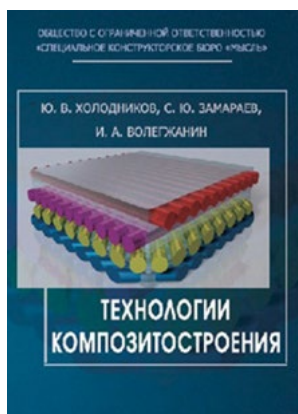


Ю. В. Холодников, Л. И. Альшиц
Издательство Уральского государственного горного университета
2013 г., 145 с., ISBN 978-5-8295-0210-2

В справочном пособии рассмотрены вопросы практической реализации технологии футеровки технологического оборудования и строительных конструкций производственно-технического назначения, эксплуатируемых в условиях воздействия агрессивной рабочей среды, разными способами защиты специальными композиционными материалами с терморективной матрицей холодного отверждения на примере смол компании Reichhold.

Приведенные в работе способы, материалы и виды продукции являются новыми для российской индустрии антикоррозионных работ, представляют собой инновационный продукт, не уступающий мировому уровню научно-технических разработок. Подробно описаны различные способы футеровки композиционными материалами, приведены сведения о рекомендуемых материалах и областях применения различных футеровочных покрытий, о системе контроля качества и т.д.

Предлагаемое пособие рекомендуется для специалистов проектных организаций при проектировании новых промышленных предприятий и технологических процессов, производстве защитных работ, эксплуатации, модернизации, ремонте технологического оборудования, изделий и строительных конструкций в условиях действующего производства, а также при разработке планов производства работ и проведении экспертизы промышленной безопасности опасных производственных объектов.



Технологии композитостроения

Холодников, Ю. В., Ю. Замараев, И. А. Волежанин
Издательский Дом «Научное обозрение»
2017 г., 154 с., ISBN 978-5-9909642-2-8, УДК 666.9.019; 678

В книге рассмотрены технологии и способы изготовления изделий производственно-технического назначения из композиционных материалов с полимерной матрицей. Описаны как известные технологические приёмы изготовления, так и новые, разработанные на уровне патентов, ноу-хау, а также усовершенствованные технические решения. Представляет интерес для специалистов в области композитостроения, машиностроения и других отраслей гражданского реального сектора экономики.

Отраслевые мероприятия 2023



27 марта

Конференция «Полиуретаны», Москва
creon-conferences.com

28–30 марта

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

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

28-29 марта

Форум «Композиты без границ», Москва
compositesforum.ru

18–20 апреля

HI-TECH 2023 — международная выставка инноваций и конкурс научных разработок, Санкт-Петербург
hitech-expo.ru

Петербургская техническая ярмарка, Санкт-Петербург
ptfair.ru

21–22 апреля

Специализированная выставка «Экипировка»
equipexpo.ru

25–27 апреля

Выставка JEC World 2023, Франция
www.jecomposites.com/events/jec-world-2023

6–8 июня

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

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

14–20 августа

Международный военно-технический форум «Армия-2023», Московская обл., Кубинка
www.rusarmyexpo.ru

29–31 августа

Technotextil 2023. 4-я международная выставка технического текстиля и нетканых материалов. Сырье, оборудование, продукция, Москва
technotextil.ru

26–28 сентября

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

28–30 сентября

Central Asia Plast World 2023, Алматы, Казахстан
www.plastworld.kz

04–06 октября

Eurasian Composites Show 2023, Турция
www.eurasiancomposites.com

24 октября

Конференция «Стеклопластики», Москва
creon-conferences.com

16 ноября

Конференция «Полиэфирные и эпоксидные смолы», Москва
creon-conferences.com

ноябрь

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

22–25 ноября

Выставка Plasteurasia, Турция
plasteurasia.com/en

24 ноября

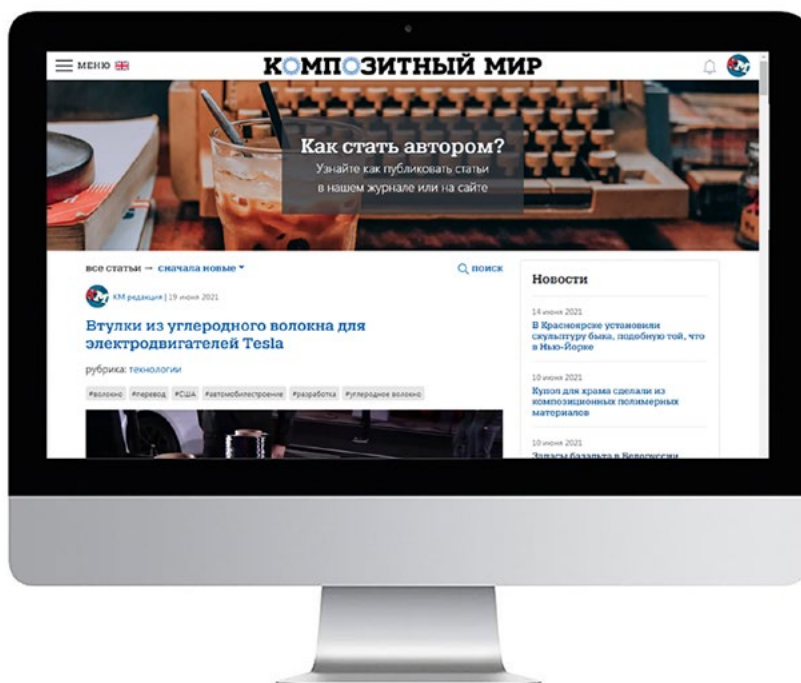
VII Всероссийская научно-техническая конференция
«Полимерные композиционные материалы и производственные технологии нового поколения»
(ВИАМ), Москва
conf.viam.ru/conf

28–30 ноября

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

6–7 декабря

Международный форум по ветроэнергетике РАВИФОРУМ — главное ежегодное событие, которое объединяет на одной площадке лидеров и практиков ветроиндустрии, Москва
rawi.ru/forum



www.compositeworld.ru



Портал о композитных материалах, их проектировании, производстве и применении





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. Нефтегазовая 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.

