КОМПОЗИТНЫЙ МИР

ISSN 2222-5439

#3
(78) 2018

Лучшая гарантия – надежность, проверенная практикой

Компания Ashland, мировой лидер в производстве смол, предлагает свои продукты для производства коррозионностойких изделий по технологии намотки.

Смолы Derakane™ уже более 50 лет успешно применяются в промышленности для решения проблем борьбы с коррозией. Использование их в этой области продолжается на мировом рынке при непрерывном совершенствовании технологий и внедрении инноваций.

Уникальный ассортимент смол компании Ashland позволяет обеспечить необходимые технологические и эксплуатационные параметры практически для любого случая: от резервуаров, труб и пултрузионных профилей до деталей трубопроводов и изделий специального назначения, где требуется решить проблемы коррозии.

Ashland Performance Materials является мировым лидером в производстве ненасыщенных полиэфирных смол и эпоксивинилэфирных смол. Кроме того, компания помогает клиентам в освоении передовых технологий в области применения гелькоутов, контактных и монтажных клеев.

Более чем в 100 странах сотрудники компании Ashland Inc. (NYSE: ASH) заняты в производстве специальных химических продуктов, разработке новых технологий, позволяющих клиентам создавать новую и совершенствовать имеющуюся продукцию в соответствии с требованиями сегодняшнего дня и находить рациональные решения на будущее.

Получить дополнительную информацию обо всем ассортименте, предлагаемом компанией, можно на сайте www.ashland.com и у регионального менеджера по продажам Михала Шедивого по телефону +420 602 232 874 или эл. почте: msedivy@ashland.com

RESPONSIBLE CARE®
* Registered trademark, Ashland or its subsidiaries, registered in various countries
** Trademark, Ashland or its subsidiaries, registered in various countries
* Trademark owned by a third party
© 2011, Ashland
AD-10990-RU

Ashland™
always solving

Научно-популярный журнал
«КОМПОЗИТНЫЙ МИР»
#3 (78) 2018

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»
www.kompomir.ru

Директор:
Сергей Гладунов
gladunov@kompomir.ru

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

Вёрстка и дизайн:
Влад Филиппов

По вопросам подписки:
podpiska@kompomir.ru

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

Advertising:
Maria Melanich
maria.melanich@kompomir.ru
marketing@kompomir.ru

Фото на обложке: www.boganyi-piano.com

Номер подписан в печать 29.06.2018

Отпечатано в типографии «Премиум Пресс»
Тираж 3000 экз.
Цена свободная

Адрес редакции:
190000 г. Санкт-Петербург
ул. Большая Морская, дом 49, литер А
помещение 2Н, офис 2
info@kompomir.ru

* За содержание рекламных объявлений редакция ответственности не несет.

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

ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ
МИР КОМПОЗИТОВ

www.instagram.com/kompomir

www.vk.com/club10345019

www.facebook.com/groups/1707063799531253

Дорогие друзья!

Знаменитый английский футболист Гари Линекер однажды сказал: «Футбол — это игра, в которой 22 парня на протяжении 90 минут катают мяч, а побеждают всегда немцы». Однако прямо в момент написания этой колонки футбольные боги отвернулись от сборной Германии, и впервые в истории немцы не выходят из группы! Какие ещё сюрпризы ждут нас впереди я не знаю, но одно бесспорно — мысли подавляющего большинства людей на планете сегодня заняты футболом!

Отрадно, что композиты и здесь нашли своё место. Одних только стеклопластиковых мячей и Забивак в городах, где пройдут игры чемпионата мира наставили столько, что их число, наверное, превышает количество бюстов Ленина, установленных при советской власти.

Надеюсь, что в перерывах между матчами чемпионата мира, вы найдете время для чтения этого номера.

Болейте за наших!

Читайте с пользой!

С уважением,
Ольга Гладунова

ВВС РОССИИ
RF-95573

Выбирая качество - Вы инвестируете в будущее!

POLYNT COMPOSITES – Полиэфирные и винилэфирные смолы, гелькоуты, склеивающие пасты, пигментные пасты, шпатлевки, грунтовки.

ELANTAS – Эпоксидные смолы, эпоксидные гелькоуты, материалы для прототипирования и моделирования: модельные плиты, экструдируемые пасты и пасты для моделирования, полиуретановые литьевые смолы, быстроотверждаемые полиуретановые смолы, полиуретановые эластомеры, полиуретановые и эпоксидные клеи.

ALCHEMIE – Полиуретановые смолы для литья под вакуумом, смолы для RIM литья, литьевые полиуретановые смолы с высокой оптической прозрачностью, эластичные полиуретановые и эпоксидные смолы.

OWENS CORNING, OCB Стекловолокно, JUSHI GROUP – Широкий ассортимент стекломатериалов для различных технологий применения: стеклоровинги, вуаль, стекломаты, стеклоровинговые ткани, сэндвич маты, комбинированные материалы. Щелочестойкое стекловолокно для стеклофибробетона.

FIBERPREG – Углеродные и гибридные ткани KORDCARBON.

BERRY – Полиэфирные нетканые материалы MATLINE для быстрого набора толщины стеклопластика и придания жесткости деталям, нетканые полиэфирные вуали для технологий пултрузия, намотка, RTM.

LANTOR Composites - Полиэфирные нетканые материалы для быстрого набора толщины стекло и углепластиков и придания жесткости деталям. COREMAT – контактное формование. SORIC – вакуумная инфузия и RTM. FINISHMAT - нетканые полиэфирные вуали для технологий пултрузия, намотка, RTM.

NIDAPLAST – Экструдированные полипропиленовые соты для производства сэндвич-панелей.

MARICELL – ПВХ пенопласт для производства сэндвич-панелей.

DUNA-Corradini – Высокотемпературные полиуретановые плиты и пенопласты из жесткой полиуретановой (PU) пены и полиизоциануратной (PIR) пены.

AXEL, STONER, FINISH KARE, WACHSFABRIK SEGEBERG – Средства для обработки матриц: восковые разделительные составы, полимерные разделительные составы, полупостоянные разделительные составы, внутренние разделительные составы и вспомогательные добавки для: композитной индустрии, технологий пултрузия и SMC/BMC, производства бетона и полимербетона, индустрий термопластиков, полиуретанов, резины и ламинатов; полировальные составы, очистители форм.

R.J.MARSHALL – Наполнители для производства искусственного камня под гранит и оникс.

INOTAL Aluminium – Тригидраты (гидроксиды) алюминия.

ZHERMACK – Широкий ассортимент силиконов.

PLEXUS – Двухкомпонентные конструкционные метилметакрилатные клеи для структурного соединения неоднородных поверхностей.

LORD – Двухкомпонентные конструкционные метилметакрилатные, полиуретановые и эпоксидные клеи для структурного соединения неоднородных поверхностей.

RST-5 – Очиститель на водной основе для удаления ненасыщенных смол (эпоксидной, винилэфирной, полиэфирной), гелькоутов, смазочных материалов, клея и т.п.

GAZECHIM Composites – Расходные материалы для вакуумной инфузии.

ES Manufacturing – Вспомогательное оборудование для производства стеклопластика.

GS Manufacturing – Оборудование для производства стеклопластика.

TRANSTECHNIKA – Оборудование для производства стеклопластика.

ИНТРЕЙ Полимерные Системы
Тел.: +7 (495) 380-23-00
Тел.: +7 (812) 319-73-84

INTREY

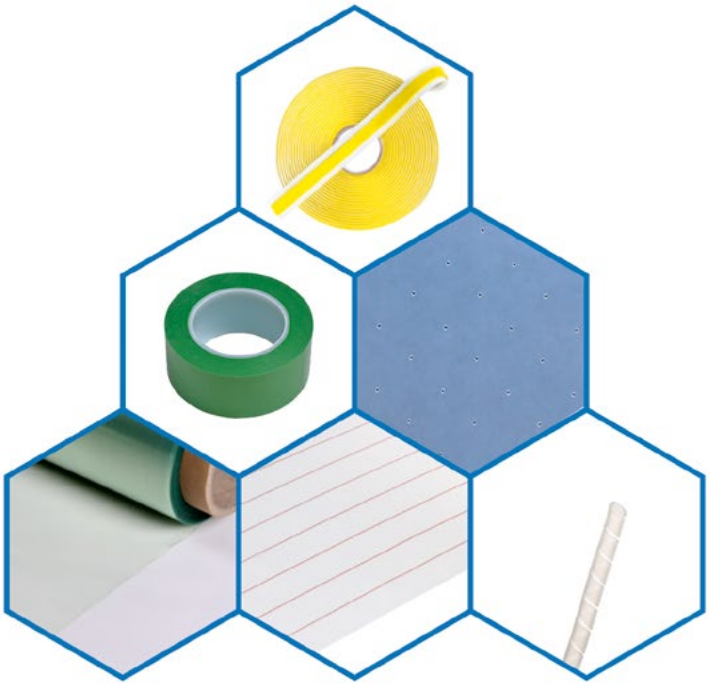
www.intrey.ru
info@intrey.ru
vk.com/intreyllc

Содержание

НОВОСТИ	8
ОТРАСЛЬ	
S-образная кривая развития технологии производства углеродных волокон	24
Отечественная промышленность химических волокон в 2017 году	26
«Композитам России» 7 лет!	32
Как химичат с композитами	34
МАТЕРИАЛЫ	
Отечественные дренажно-впитывающие материалы для печных и автоклавных процессов	38
Латентная эпоксидная смола для теплостойких композитов и клеев	40
Ученые МИЦ «Композиты России» разработали новые самовосстанавливающиеся материалы	44
Базальтовое волокно в высокотемпературных композитах	46
Инновационная матричная система производства BUFA Composite Systems	50

КОМПОЗИТ ИЗДЕЛИЯ

Вспомогательные материалы для вакуумных технологий



Главные преимущества

- Материалы выпускаются по отечественным ТУ, на наших предприятиях, а также предприятиях партнеров;
- Материалы имеют сертификаты соответствия, протоколы испытаний, паспорта качества, положительные заключения от потребителей и ведущих лабораторий;
- Материалы проходят двойной контроль качества;
- Наша компания имеет сертификат ISO 9001-2008;
- Расходные и вспомогательные материалы являются аналогами импортных материалов выпускаемых в странах НАТО и не уступают им по основным характеристикам и качеству.

Приглашаем в наш тренинг-центр по работе с композитными материалами: www.compositetraining.ru

COMPOSITEPRODUCTS-VM.RU

Москва, Волгоградский проспект, 42к5
+7 (499) 281-66-33
info@compositeproducts-vm.ru

Содержание

ТЕХНОЛОГИИ	
Технология напыления разделительного воска	52
Дешевое углеродное волокно уже не за горами	54
Атмосферная плазма —экологичный и высокоэффективный метод обработки поверхности	56
ПРИМЕНЕНИЕ	
Композиты на основе базальтового волокна в новых ролях	60
Использование сэндвич-материалов DIAB на железнодорожном транспорте	62
НАУКА	
Исследование фазовых параметров углеродных конструкционных нитей	64
Новая функция распределения вероятностей для аппроксимации прочности волокон	68
РЕКЛАМА В НОМЕРЕ	74

ОГНЕСТОЙКИЕ СИСТЕМЫ CRESTAFIRE ОТ SCOTT BADER
ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

ХИМСНАБ КОМПОЗИТ
IGC-MARKET.RU

SCOTT BADER
8(800)505-80-46

Перейди по QR-коду
ЧТОБЫ ОСТАВИТЬ ЗАЯВКУ

Тренинг-центр по работе с композитными материалами.

TRAINING

СКИДКА 5%
при вводе промо-кода CCMIR
на сайте COMPOSITETRAINING.RU

CARBO CARBO
КОМПОЗИТНЫЙ СУПЕРМАРКЕТ

Декоративные углеродные ткани
НОВИНКА

Эпоксидные смолы и отвердители компании R&G
(смола -L; отвердители L, GL2, S,EPH 161, EPH 500 и др.)

НАШИМ КЛИЕНТАМ МЫ ПРЕДЛАГАЕМ СЛЕДУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ :

- Углеродные ткани
- Углеродные волокна
- Препреги
- Эпоксидные смолы
- Лаки
- Вакуумные пленки
- Перфорированные пленки
- Липкие ленты
- Разделительные составы
- Жертвенные ткани
- Дренажные материалы
- Герметизирующие жгуты
- Вакуумные штуцеры и шланги
- Проводящий слой
- Сэндвичные материалы

Телефон:
(499) 281-66-33

Адрес:
Москва, Волгоградский проспект, 42к5

Сайт:
www.carbocarbo.ru

E-mail:
info@carbocarbo.ru

Второй самолет МС-21-300 присоединился к программе летных испытаний

12 мая 2018 года на аэродроме Иркутского авиационного завода — филиала ПАО Корпорация «Иркут» (ОАК) состоялся первый полет второго опытного самолета МС-21-300. При постройке новой машины учтены результаты летных испытаний первого опытного самолета.

Продолжительность полета составила 1 час 7 минут, он проходил на высоте до 3000 метров при скорости до 400 км/час.

Программа полета включала проверку самолета на устойчивость и управляемость при различной конфигурации крыла с уборкой и выпуском шасси, а также проверку работоспособности бортового оборудования.

Президент ПАО «ОАК» и ПАО «Корпорация «Иркут» Юрий Слюсарь сообщил, что завод «Авиастар-СП» приступил к изготовлению панелей для первых самолетов, которые будут поставлены заказчикам. «За последние годы на предприятиях авиационной промышленности России проведена глубокая модернизация. На Иркутском авиационном заводе введена в строй самая современная масштабируемая линия сборки новейших гражданских лайнеров. В рамках ОАК развиты принципиально новые компетенции в области разработки и производства конструкций из полимерных композиционных материалов. Их широкое использование — одно из основных преимуществ самолета. Новое высокотехнологичное производство обеспечит развитие программы МС-21 и других перспективных авиационных проектов», — подчеркнул Юрий Слюсарь.

Напомним, что первый самолет МС-21-300 выполняет программу летных испытаний на аэродроме ЛИИ им. М.М. Громова (г. Жуковский, Московская обл.). Испытания подтверждают правильность технических решений. В частности, самолет проверен на устойчивость и управляемость, определены его взлетно-посадочные характеристики, испытаны различные режимы работы силовой установки, включая запуск двигателя в полете, определены характеристики вывода самолета из глубоких завалов по крену. В интересах программы проводится большой объем наземных тестов. В ЦАГИ ведутся прочностные испытания самолета МС-21. В ходе завершившихся в конце 2017 г. испытаниий композитного кессона крыла подтверждена его достаточная прочность для выполнения полетов на предельных режимах. Испытания композитных агрегатов механизации подтвердили их прочность при максимально возможных нагрузках в наиболее агрессивных условиях эксплуатации.

www.uacrussia.ru

В России стартовала программа локализации производства оборудования для ветроэнергетики

18 мая 2018 г. в Нижегородской области открылась промышленная площадка, на которой будут производить гондолы ветроэнергетических установок (ВЭУ), собирать системы управления углом поворота гондолы и системы охлаждения. Создание площадки стало первым шагом в реализации программы локализации производства оборудования для ветроэнергетики в России. Новая промышленная площадка создана мировым лидером в области оборудования для ветроэнергетики датской компанией «Vestas».

В церемонии открытия приняли участие Председатель Правления УК «РОСНАНО» Анатолий Чубайс, Исполнительный вице-президент и главный операционный директор «Vestas Wind Systems» A/S Жан-Марк Лечен, Президент «Вестас Северная и Центральная Европа» Нильс де Баар, ВРИО Губернатора Нижегородской области Глеб Никитин.

Глава Нижегородской области Глеб Никитин, выступая на открытии, отметил: «Пуск производства гондол ВЭУ — это часть федеральной государственной программы развития возобновляемых, безопасных для природы источников энергии. Проект позволит привлечь в экономику Нижегородской области около 5 млн € инвестиций. Главное, у производства есть перспективы расширения, ведь рынок сбыта ветрогенераторов в России огромен: экологически чистые электростанции нужны во многих регионах».

Проект производства ключевых узлов ВЭУ в Российской Федерации позволит выполнить требования локализации, предусмотренные действующим законодательством, что является основным условием для предоставления государственной поддержки проектам в области возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Поэтому, помимо строительства ветропарков, РОСНАНО инвестирует в проекты локализации производства деталей и оборудования ветроэнергетических установок. Уровень локализации будет ежегодно расти и к 2019 году составит не менее 65%.

Напомним, что помимо производства гондол, в рамках индустриального кластера в Ульяновской области, «Вестас Мэньюфэкчуринг Рус» (совместная компания Vestas Wind Systems A/S, РОСНАНО и консорциума инвесторов Ульяновской области) локализует производство композитных лопастей для турбин ВЭУ мощностью 3,6 МВт с общим объемом инвестиций около 1,4 млрд рублей. Подобных предприятий также пока нет в России, а продукция обладает экспортным потенциалом.

Также РОСНАНО, совместно с партнерами, планирует локализовать в Ростовской области производство башен для ВЭУ.

Согласно государственной программе поддержки ВИЭ к 2024 году должно быть введено в эксплуатацию 3,35 ГВт ветроэлектростанций (ВЭС). Масштабное строительство ветропарков будет осуществляться во многих регионах нашей страны: в Ростовской и Ульяновской областях, Краснодарском и Ставропольском краях, Республике Татарстан и др. Первая в России промышленная ВЭС мощностью 35 МВт уже введена в строй в Ульяновске в первом квартале 2018 года.

www.rusnano.com

Серийный Ми-171А2 совершил первый полет

На Улан-Удэнском авиационном заводе холдинга «Вертолеты России» в рамках программы летных испытаний состоялся полет первого серийного вертолета Ми-171А2.

Ми-171А2 стал первым запущенным в производство российским вертолетом, при создании которого широко применялись современные цифровые технологии. Частичный переход на электронную конструкторскую документацию позволил сократить время и ресурсы технологической подготовки производства. Изготовление деталей по математическим моделям на станках с числовым программным управлением сократило время техпроцесса, обеспечило точность изготовления и экономию материала.

В конструкцию Ми-171А2 было внесено более 80 изменений. Вертолёт оснащен двигателями ВК-2500ПС-03 с цифровой системой управления. На вертолете установлен более эффективный Х-образный рулевой винт и новый несущий винт с композитными лопастями и усовершенствованным аэродинамическим профилем. Только за счет аэродинамики тяга несущего винта Ми-171А2 возросла более чем на 700 кг, что положительно повлияло на летно-технические характеристики вертолета.

Показатели крейсерской и максимальной скорости Ми-171А2 относительно серийно выпускаемых вертолетов типа Ми-8/17 возросли на 10%. Вертолет может эффективно применяться днем и ночью, в условиях высокогорья, при низких и высоких температурах, повышенной влажности и над водной поверхностью.

В августе 2017 года вертолет получил от Федерального агентства воздушного транспорта РФ сертификат типа по категории «А», предусматривающей выполнение самых жестких требований безопасности полетов, предъявляемых к гражданским вертолетам.

www.minpromtorg.gov.ru

Московская консерватория получила в дар венгерский рояль Богани

28 мая 2018 г. в Московской государственной консерватории имени П.И. Чайковского (МГК) состоялась торжественная церемония передачи рояля, созданного венгерским пианистом Гергеем Богани.

Посол Венгрии в Российской Федерации Янош Балл отметил, что «любое новое направление в музыке имеет в своей основе традиции. Когда Гергей Богани создавал этот рояль, он думал о том, как дать возможность для изучения традиций и при этом открыть дверь для будущих композиторов и будущей музыки».

Желая дать возможность музыкантам и слушателям познакомиться с уникальным роялем, Правительство Венгрии решило приобрести несколько экземпляров и разместить их в зарубежных учреждениях. Так, в декабре 2017 года один из роялей был передан Культурному центру Musiikkitalo в Хельсинки по случаю 100-летия независимости Финляндии. Второй рояль теперь подарен Московской государственной консерватории имени П. И. Чайковского.

Рояль Богани — совершенно новый тип рояля. Новшества, использованные в его конструкции, касаются механики фортепиано, в качестве материала для изготовления резонансной деки использован углепластик. Корпус выполнен в черном цвете в футуристическом стиле: у него всего одна, но широкая ножка, которая плавно вытекает из верхней части, а чугунная рама выполнена в контрастном красном цвете.

Инструмент разместили в выставочном пространстве Малого зала консерватории, где раньше располагалась нотная библиотека. «У этого рояля особая роль — он не для занятий студентов, хотя, безусловно, они будут иметь к нему доступ, но уже как исполнители. В новой зоне Малого зала будут проходить художественные выставки и литературные встречи, и естественно, музыкальный компонент здесь необходим», — отметил ректор МГК А. С. Соколов.

В завершении церемонии состоялась инаугурация инструмента. Гергей Богани первым продемонстрировал возможности своего детища, исполнив виртуозный парафраз на темы оперы «Дон Жуан» Моцарта Ференца Листа. Затем инструмент проэкзаменовал декан фортепианного факультета Московской консерватории Андрей Писарев, сыграв Шопена.

www.ria.ru, www.tass.ru

ООО «Морское композитное судостроение» начало строительство завода по производству катеров для малого флота

Компания «Морское композитное судостроение» объявила о начале строительства нового предприятия по производству катеров для малого флота. Проект модульного многофункционального катера уже создан, в особой экономической зоне (ОЭЗ) «Лотос» (Астраханская область) стартовали работы по подготовке участка под строительство производственного комплекса.

Речь идет о катерах из композитных материалов специально для силовых структур. Это проект, разработанный вместе с Астраханским ЦКБ. Также будет выпускаться рыбопромысловая версия и вариант катера для водного туризма и отдыха.

Первыми в производство встанут две модели — это патрульный катер и катер для работы водолазов.

Выход на полную мощность запланирован на начало 2020-х годов, компания сможет производить до 50 судов ежегодно.

Производство расположится на участке площадью 8 га, планируется создание 120 рабочих мест. Планируется также создание собственной учебной базы, чтобы обеспечить обучение и повышение квалификации кадров.

Компания начала реализацию проекта на собственные средства, и в настоящее время ведет переговоры с инвесторами.

www.mcsverf.ru

Новый композит

Компания **«Новый композит»** занимается научными исследованиями и разработкой специализированного оборудования в области полимерных композиционных материалов и их гибридных соединений. Деятельность компании направлена на изучение и выявление наиболее перспективных свойств композитов, а также на разработку инновационных технологий их производства для дальнейшего применения в аэрокосмической отрасли промышленности и специального машиностроения. Одним из основных направлений работы компании является реализация проектов по интеграции технологического оборудования для ПКМ собственной разработки и выведение данных разработок на международный рынок.

Основные направления:

Производство технологического оборудования для ПКМ собственной разработки

Компьютерное моделирование и оптимизация процессов полимеризации крупногабаритных силовых композитных конструкций

Автоматизация производства

Подбор и поставка специализированных вспомогательных и конструкционных материалов

Опытное производство деталей из ПКМ по технологии намотки и вакуумной инфузии

196105, Россия, Санкт-Петербург, Благодатная, 69
+7 (812) 748 23 98
hello@newcomposite.ru
www.newcomposite.ru

Семья стеклопластиковых сивучей «поселится» у фонтана в камчатской столице

Новый арт-объект появится в июне 2018 г. на территории городского фонтана в Петропавловске-Камчатском. Это будет скульптурная композиция «Семья сивучей», состоящая из 3 статуй морских животных.

«Архитектурный проект «Семья сивучей» реализуется в рамках федеральной программы «Формирование комфортной городской среды», а также комплексного благоустройства краевой столицы. Проект находится в стадии завершения — скоро фигуры будут установлены», — сказал начальник отдела развития торговли и потребительского рынка Управления экономического развития и имущественных отношений Администрации ПКГО Дмитрий Самахов.

Он отметил, что проект «Семья сивучей» осуществляется благодаря совместной работе муниципалитета и коммерческих предприятий Камчатки.

Семейство морских львов «прибыло» в краевую столицу из Оренбурга. Именно там они были изготовлены из стеклопластика. По словам координаторов проекта, стеклопластик отличается высокими эксплуатационными и эстетическими свойствами, обладает антивандальными характеристиками.

«Образы морских львов были выбраны неслучайно. Редкое явление, когда лежбище сивучей находится в городской черте. А Петропавловск известен этим фактом, — добавил Дмитрий Самахов. — Надеемся, что, «Семья сивучей» станет не только «точкой притяжения» горожан и гостей краевой столицы, но и привлечет внимание к вопросам обитания краснокнижных животных в нашем регионе».

www.ia41.ru

Специальный инвестиционный контракт «КАМАЗа»

25 мая 2018 года, в рамках Петербургского международного экономического форума-2018 ПАО «КАМАЗ», ООО «ДАЙМЛЕР КАМАЗ РУС» и Министерство промышленности и торговли Российской Федерации подписали Специальный инвестиционный контракт (СПИК). Свои подписи под документом поставили глава Минпромторга России Денис Мантуров, генеральный директор ПАО «КАМАЗ» Сергей Когогин, президент Республики Татарстан Рустам Минниханов, мэр города Набережные Челны Наиль Магдеев.

Речь идёт о документе по развитию модельного ряда автомобилей КАМАЗ и модернизации мощностей для их производства. Реализация этого контракта стоимостью 46,5 млрд рублей позволит создать на имеющихся производственных мощностях высокотехнологичное компактное и энергоэффективное производство для выпуска современных коммерческих грузовых автомобилей в объёмах 55–60 тыс единиц в год. При этом инвестиции со стороны «КАМАЗа» составят 38,6 млрд рублей, со стороны «ДАЙМЛЕР КАМАЗ РУС» — 7,7 млрд рублей.

«ДАЙМЛЕР КАМАЗ РУС» обеспечит производство новых грузовиков Mersedes Benz на площадке в Набережных Челнах. Совместно компании реализуют локализацию каркасов кабин и общих деталей, используемых для производства грузовиков обоих брендов.

Этот же СПИК предусматривает создание новых

двигателей Р6 и организацию производства лонжеронов. Срок реализации контракта — 10 лет.

Отметим, «КАМАЗ» стремится наращивать применение полимерных материалов в своих автомобилях. Одной из тенденций является использование супер конструкционных материалов для замены в системе двигателей алюминиевых деталей на пластиковые. В целом на производстве наиболее востребованы эластичный ППУ — 32% от всех полимерных материалов по массе, полиэфирный стеклопластик и SMC/BMC препреги и премиксы — 18%, полиуретан и жесткий ППУ — 14%. К 2020 году «КАМАЗ» планирует выйти на показатель 560 кг полимеров на автомобиль.

www.minpromtorg.gov.ru
www.kamaz.ru, www.plastinfo.ru

CYTEC SOLVAY GROUP

Ведущий разработчик и поставщик высокотехнологичных расходных материалов для композитной отрасли.

Ключевые направления:
Аэрокосмическая и оборонная промышленность, автомобилестроение, мотоспорт, возобновляемая энергетика, вагоностроение и судостроение.

Cytec предлагает:

- Полный ассортимент вакуумных расходных материалов.
- Специализированные материалы для препрегов и инфузии.
- Передовые высокотемпературные экстра широкие нейлоновые плёнки.
- Услуги по созданию набора материалов под размеры изделий клиента.
- Многоразовые силиконовые вакуумные мешки.

Глобальная сеть представительств Cytec Solvay Group практикует клиентоориентированный подход, который позволяет нашим клиентам расширить свои производственные возможности и добиться стабильного качества получаемых изделий благодаря трансферту технологий, применению инноваций и гибкости поставок.

ООО «Банг и Бонсомер» является официальным дистрибьютором CYTEC Solvay Group (Process Materials product line) на территории Российской Федерации. Телефон: **+7 (495) 258 40 40** e-mail: **rus-composites@bangbonsomer.com**

CYTEC SOLVAY GROUP

BANG & BONSOMER

CYTEC.COM

Круглый стол «Применение композитов — мировой тренд в развитии промышленности строительстве. Инновационное и промышленное развитие композитной отрасли в субъектах Российской Федерации»

26 мая 2018 г. в рамках Санкт-Петербургского экономического форума прошел круглый стол «Применение композитов — мировой тренд в развитии промышленности строительстве. Инновационное и промышленное развитие композитной отрасли в субъектах Российской Федерации».

На мероприятии были рассмотрены вопросы применения композитных материалов в различных отраслях промышленности — судостроении, промышленном, гражданском и дорожном строительстве, транспортной инфраструктуре и машиностроении, жилищно-коммунальном хозяйстве, а также для целей обеспечения пожарной безопасности и создания комфортной городской среды.

Среди участников круглого стола были руководители крупных российских компаний, обладающих уникальными компетенциями в области производства и применения композитных материалов.

Модератором круглого стола выступил Вадим Николаевич Зазимко, Исполнительный директор ассоциации «Композитный Кластер Санкт-Петербурга».

С приветствием к участникам выступил первый вице-президент Союза промышленников и предпринимателей Республики Коми Олег Юрьевич Абрамов, который выразил готовность к сотрудничеству с компаниями композитной отрасли в рамках имеющихся в регионе научных и производственных ресурсов.

Участники обсудили возможности межрегионального сотрудничества и общие проблемы применения композитных материалов в промышленности, в том числе, связанные с особенностями сертификации и стандартизации выпускаемой инновационной продукции.

Ранее, 24 мая в рамках Петербургского международного экономического форума были заключены соглашения о сотрудничестве между Ассоциацией «Композитный кластер Санкт-Петербурга» и представителями Администраций Архангельской области, Республики Коми, Новгородской и Псковской областей. По итогам подписания будут составлены и утверждены Дорожные карты

www.cclspb.ru, www.spb.rkomi.ru

«Базальт Центр» и У–УАЗ договорились о сотрудничестве

25 мая в ходе 11-й Международной выставки вертолётной индустрии HeliRussia 2018 состоялось подписание соглашения о сотрудничестве между АО НПЦ «Базальт Центр» и Улан-Удэнским авиационным заводом, входящим в холдинг «Вертолёты России».

В рамках соглашения компании намерены сотрудничать в области проведения опытно-конструкторских работ (ОКР) по перспективной разработке и производству облегчённых высокоответственных элементов с применением базальтокомпозитных материалов как для гражданского сектора, так и для ВПК.

Руководство компаний провело деловую встречу на борту новейшего многоцелевого вертолёта среднего класса Ми-171А2, созданного заводом на базе легендарного вертолёта Ми-8 с применением передовых технических решений.

Вертолёт, ставший площадкой для заключения соглашения, является первым серийным изделием, произведённым У-УАЗ для компании «ЮТэйр — Вертолётные услуги» и торжественно переданным заказчику накануне, 24 мая.

Стороны обсудили преимущества реализованных в конструкции Ми-171А2 новшеств, отвечающих последним требованиям безопасности и качества, а также обменялись мнениями о перспективности применения базальтокомпозитных материалов в авиа- и вертолётостроении и внедрения подобных решений в сфере ВПК.

«Подписание соглашения между «Базальт Центр» и У-УАЗ я расцениваю как стратегический шаг в направлении дальнейшего развития и самого инновационного продукта, которым являются композиты на основе базальтового волокна, и рынка в целом. Кроме того, мы будем рады в партнёрстве с лидером российского вертолётостроения внести вклад в совершенствование отечественной авиационной отрасли, придать импульс внедрению инновационных конструкционных материалов и передовых технологических разработок», — сказал генеральный директор АО НПЦ «Базальт Центр» Алексей Азаревич.

АО Научно-производственный центр «Базальт Центр» входит в состав Группы компаний «Базальтовые проекты». Основная цель компании — аккумулировать экспериментальную науку, практический опыт и методы анализа данных для создания инновационных материалов и процессов, эффективного решения задач по трансферу передовых технологий базальтовой индустрии в различные сектора экономики.

Улан-Удэнский авиационный завод (У-УАЗ) — авиационный завод, входит в состав холдинга АО «Вертолёты России». Обладает мощным кадровым, производственным и технологическим потенциалом, который позволяет за короткий период времени осваивать производство новых типов летательных аппаратов, сочетать изготовление опытных образцов с выпуском серийной авиатехники.

www.basalt.today

КОМПОЗИТЫ СНГ

VIII МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

КОМПОЗИТЫ СНГ 2018

Ключевые и специальные разделы

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И **ЦИФРОВИЗАЦИЯ ЭКОНОМИКИ**

СТОИМОСТНОЙ **АНАЛИЗ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЙ** ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

КОМПОЗИЦИОННЫЕ **МАТЕРИАЛЫ В АВИАЦИИ**

NEW 2018! ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В **МЕДИЦИНЕ**

10-12 октября

организатор

MUSTHAVEVENTS

медиаподдержка

КОМПОЗИТНЫЙ МИР

ГОСТИНИЦА РЭДИССОН РОЗА ХУТОР

п. Эстосадок, набережная Панорама 4, Сочи

Детали и регистрация на нашем сайте | **www.composites-cis.com**

Международный базальтовый форум 2018

18–19 октября на площадке конгресс-центра Технополиса «Москва» пройдет Международный базальтовый форум 2018 — главное международное событие базальтового сегмента композитной отрасли. Мероприятие проводится при участии и поддержке Минпромторга и Минстроя России.

На сегодняшний день Россия является лидирующим мировым производителем и поставщиком высококачественного базальтового волокна, а также самых передовых технологий по его производству и применению в композитных материалах в различных отраслях.

В третий раз Форум соберет на своей площадке ключевых участников рынка базальтокомпозитов со всех континентов. В рамках мероприятия будут продемонстрированы технологические решения и проекты с их практической успешной реализацией. В число резидентов Форума входят передовые компании, представляющие не только конечных производителей, но и всю цепочку отрасли, включающую научно-исследовательские институты, поставщиков сырьевых материалов, производителей оборудования, а также инвесторов, некоммерческие организации и представителей государственных органов.

Деловая атмосфера и контекст мероприятия специально адаптированы для успешного B2B-диалога, результатом которого будет как развитие существующего бизнеса, так и достижение договоренностей об организации новых проектов. Отдельно уникальную возможность познакомиться с отраслью предлагают организаторы Международного базальтового форума для молодых специалистов, организуя на площадке ярмарку вакансий для прямых встреч с крупными работодателями.

Ключевыми направлениями программы Международного базальтового форума в 2018 станут специализированные секции деловой программы и круглые столы, позволяющие обсудить наиболее актуальные вопросы:

- Увеличение доли применения базальтокомпозитных материалов в промышленном, гражданском и инфраструктурном строительстве;
- Перспективы применения базальтокомпозитных материалов в высокотехнологичных отраслях производства и ВПК;
- Перспективы применения базальтокомпозитных материалов в сфере композитного судостроения, а также в инфраструктурных проектах освоения Арктических территорий;
- Производство и применение материалов на основе тонкого базальтового волокна;
- Оборудование и сырье для производства базальтового волокна и базальтокомпозитов;
- Инструменты финансовой и нефинансовой поддержки индустрии.

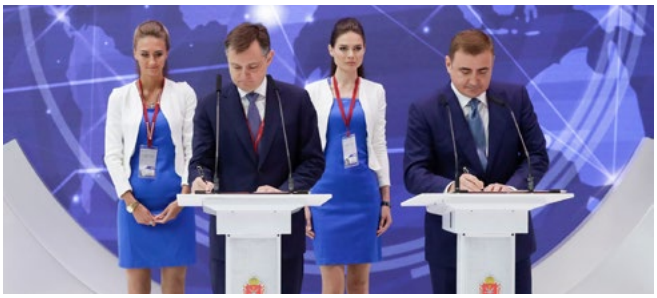
Регистрация на мероприятие открыта на официальном сайте МБФ2018 — www.basaltforum.com. Организаторами Форума выступают Союз развития базальтовой индустрии «СоюзБазальт» и Группа компаний «Базальтовые проекты».

По вопросам аккредитации на мероприятие, обращайтесь к оператору мероприятия — ООО «Базальт Ивентс» по тел.: +7 (495) 204-28-00 и e-mail: contact@basaltforum.com

Объединенная авиастроительная корпорация стала стратегическим партнером Тульской области

Губернатор Тульской области Алексей Дюмин и президент Объединенной авиастроительной корпорации (ОАК) Юрий Слюсарь 24 мая 2018 г. в рамках Петербургского международного экономического форума (ПМЭФ) заключили соглашение о стратегическом партнерстве. Речь, в частности, идет об участии ОАК в деятельности научно-производственного кластера «Композитная долина».

По словам главы Тульской области, соглашение также подразумевает совместное проведение исследований и разработок с производителями авиационных компонентов в Тульской области. Руководитель ОАК отметил, что расширение системы поставщиков для предприятий холдинга, включение в кооперацию высокотехнологичных компаний будут способствовать развитию российского самолетостроения.



Ранее, в марте 2018 года, делегация ОАК посетила ряд высокотехнологичных предприятий Тульской области с целью обсуждения перспективных проектов технологического партнерства.

www.uacrussia.ru

От идеи до готового изделия

ПРОТОТИПИРОВАНИЕ

3D ПЕЧАТЬ

ПРОИЗВОДСТВО ЭЛАСТИЧНЫХ МАТРИЦ

ОТЛИВКА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПУ, АКРИЛОВОГО ГИПСА И РАЗЛИЧНЫХ СМОЛ

ВСЕСТОРОННЯЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА

БЫСТРОЕ ПРОТОТИПИРОВАНИЕ С ВЫСОКОЙ ДЕТАЛИЗАЦИЕЙ ПО ТЕХНОЛОГИИ 3D ПЕЧАТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕРМОПЛАСТОВ (FDM) И ФОТОПОЛИМЕРОВ (SLA)

FDM ПРИНТЕР С БОЛЬШОЙ ОБЛАСТЬЮ ПЕЧАТИ

DLP ПРИНТЕР ДЛЯ ПЕЧАТИ ВЫСОКОТОЧНЫХ ДЕТАЛИЗИРОВАННЫХ МОДЕЛЕЙ

www.intrey.ru

vk.com/intreyllc

ИНТРЕЙ Полимерные Системы
Тел.: +7 (495) 380 - 23 - 00
Тел.: +7 (812) 319 - 73 - 84

«Композитный» учебный центр на базе ГБПОУ «Колледж Метростроя»

9 июня 2018 года Санкт-Петербургский ГБПОУ «Колледж Метростроя», Союз КТИ (Москва) и ООО «Композит Групп» (Балашиха) подписали трехстороннее соглашение о создании учебного Центра по проведению научно-практических семинаров по применению полимерных композиционных материалов (ПКМ) на объектах подземного и гражданского строительства.

СПб ГБПОУ «Колледж Метростроя» представит свои учебные аудитории и лабораторные классы для проведения научно-практических занятий. Занятия будут проводитЬся специалистами ООО «Композит Групп» и ООО «Композитные Технологии и Оснастка».

Свою заинтересованность в работе Центра подтвердили руководство и инженерный состав КРТИ СПб, кафедра «Метро и тоннели» ПГУПС, Политехнический Университет СПб, СПб ГУП ЛЕНСВЕТ, ВИИТ им. генерала Армии А. В. Хрулева, а так же ряд других предприятий и организаций

Начиная с 2015 года, ООО «Композит Групп» регулярно проводил семинары по применению отечественных композиционных материалов на объектах подземного и гражданского строительства в ГБПОУ «Колледж Метростроя». Производственный опыт, накопленный специалистами ООО «Композит Групп», позволил сформировать необходимый учебный курс по ПКМ и их применению в строительстве.

Учебный Центр ГБПОУ «Колледж Метростроя» приглашает к плодотворному сотрудничеству организации, заинтересованные в развитии отрасли композиционных материалов.

Пресс-релиз компании

Вспомогательные материалы для автоклавных и безавтоклавных процессов

Компания «Композит-Изделия», осуществляющая производство и поставки вспомогательных материалов для автоклавных и безавтоклавных процессов изготовления изделий из полимерных композиционных материалов, совместно с АО «Препрег-СКМ» — производителем углеродных и стеклянных тканей и препрегов, провели презентацию своих материалов на площадке ОНПП Технология им. А.Г. Ромашина (г. Обнинск). Сотрудниками обеих компаний были представлены последние наработки как вспомогательных материалов отечественного производства, так и препрегов на углеродной и стеклянной основе. Целью была демонстрация совместной работы вспомогательных и конструкционных материалов в составе технологических пакетов. В процессе работ были использованы следующие материалы:

- Препреги ACM 102 G290P и ACM 102 C200T
- Пленка полимерная для вакуумного формования «ВАКПЛЕН» ТУ 2245-001-30189225-2015
- Пленка разделительная «Фтороплан П3» ТУ 2245-008-30189225-2015
- Жгут герметизирующий «Контур-150» ТУ 2513-006-30189225-2015
- Ткань разделительная «Р-ТЕКС» марки Р85ПА ТУ 8388-010-30189225-2015(1)
- Материал дренажно-впитывающий ДВМ-340 ТУ 8397-011-30189225-2015

Совместное использование основных и вспомогательных материалов компаний «Композит-Изделия» и «Препрег-СКМ» позволяет успешно решать задачи импортозамещения и сокращения расходов при разработке и реализации проектов в области полимерных композиционных материалов. Такая задача стоит перед специалистами обнинского предприятия, которые готовят к запуску в серию воздушное судно нового поколения для авиахимработ. Планер самолета будет выполнен из композиционных материалов полностью отечественного производства.

«Результаты опробования подтверждают возможность применения материалов «Композит-Изделия» и «Препрег СКМ» при изготовлении изделий из ПКМ на производстве в ОНПП Технология»
Глазков А.А. (начальник технологического бюро, ОНПП Технология им. А. Г. Ромашина)

Пресс-релиз компании

Материалы для производства композитных изделий:

Смолы и отвердители

- Полиэфирные и винилэфирные смолы
- Эпоксидные смолы
- Гелькоуты
- Трудногорючие решения
- Наполнители и пигменты
- Отвердители

Армирующие материалы

- Ровинги
- Стекломаты и вуали
- Стеклоткани
- Углеткани
- Мультиаксиальные ткани
- Препреги

Оборудование для RTM и инфузии

Разделительные составы

- Грунты для форм
- Очистители для форм
- Полупостоянные разделители

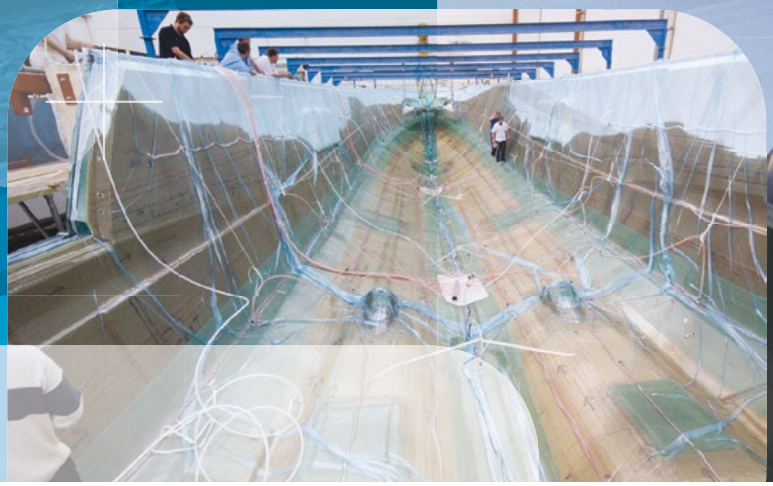
Материалы для производства оснастки

- Смолы и гелькоуты
- Скинкоуты
- Модельные пасты
- Закладные элементы и расходники

Адгезивы и клеи

- Полиэфирные пасты
- ММА клеи
- Крепёжные элементы

COMPOSITES & POLYURETHANES
BANG & BONSOMER



BANG & BONSOMER
DELIVERING SMART MATERIAL TECHNOLOGIES

ООО Банг и Бонсомер, Москва
Отдел композиционных материалов
Телефон: +7 (495) 258 40 40 доб. 116
e-mail: rus-composites@bangbonsomer.com

Использование углеродных нанотрубок в противообледенительных системах самолетов

Лед и низкие температуры являются большой проблемой для авиации. Когда самолет летит сквозь облака при минусовых температурах, из переохлажденных капель воды могут образовываться слои льда на аэродинамических поверхностях, таких, например, как крылья, лопасти или элементы воздухозаборников. Это может увеличить сопротивление, повлиять на скорость и высоту, а также усложнить контроль над самолетом.

Использующиеся во многих самолетах противообледенительные воздушно-тепловые системы, предусматривающие обогрев горячим воздухом, который подают по специальным трубам от двигателя, и увеличивают вес летательного аппарата, и требуют постоянного обслуживания. Особенно сложно работают такие системы при обогреве углепластиковых элементов, применение которых в конструкциях самолетов в последнее время все более увеличивается.

Ученые из Университета Квинс (Queen's University of Belfast), расположенного в городе Белфаст (Северная Ирландия, Великобритания), предложили альтернативную противообледенительную систему для композитного авиастроения — легкий резистивный нагреватель на основе углеродных нанотрубок (УНТ).

Ученые вначале создали так называемую «паутину» из УНТ, представляющую собой непрерывный слой горизонтально ориентированных УНТ. Не смотря на высокую электропроводность «паутин» УНТ, регулировать электрическое сопротивление можно путем укладки дополнительных слоев.

Пакеты из «паутин» УНТ, содержащие от 10 до 40 слоев, были с помощью смолы закреплены на стеклянном волокне, служащем в качестве поддержки, и с помощью медной фольги подключены к электропитанию.

Ученые также для сравнения изготовили ряд образцов с эквивалентным электрическим сопротивлением из размещенного на подложке из стеклянных волокон углепластика.

Было установлено, что образцы с 10, 20, 30 и 40 слоями «паутины» из УНТ имели одинаковое сопротивление с углепластиковыми образцами, состоящими из 4, 8, 12 и 16 слоев армирующего наполнителя, соответственно.

Образцы из УНТ, по сравнению с углепластиковыми, быстрее нагревались. Так, например, после 30 сек с момента включения подачи тока, образец из 40-ка слоев «паутины УНТ» нагрелся до 95°С, а образец 16-ти слойного углепластика — 39°С.

Это показывает, что нагреватели на основе УНТ, затрачивают меньше времени и энергии на удаление льда.

Также разработчики заметили, что образцы из слоев углеродных нанотрубок более равномерно нагревались. Данный эффект они связывали с наличием температурного градиента внутри углепластика, обусловленного его толщиной (так, 16-ти слойный углепластик в десять раз толще образца с 40 слоями «паутины» из УНТ).

Среди испытуемых углепластиковых образцов только половина справилась с обледенением в имитируемых условиях полета, тогда как среди образцов с УНТ испытание не прошел только 10-ти слойный материал. Для борьбы с обледенением образцам требуется дополнительная энергия для первоначального плавления льда, кроме того, нагревательные материалы специально расположили вертикально для имитации процесса отогрева передней кромки крыла. Наилучшим образом себя зарекомендовал образец из 40-ка слоев УНТ, он удалил лед с тестовой поверхности за 15 сек, в то время, как наилучший из углепластиковых нагревателей справился с этим за 25 сек.

Разработчики отмечают, что по сравнению с современными противообледенительными системами нагреватель на основе углеродных нанотрубок обладает незначительным весом, быстрым и равномерным нагревом, эффективным потреблением энергии, а также более совместим с углепластиками и может быть настроен для достижения более быстрого результата. Ученые продолжают изучение возможностей применения данного обогревателя.

www.materialstoday.com

Новый BMC — компаунд на основе натуральных волокон

Компания «Lorenz Kunststofftechnik» GmbH (Германия) разработала BMC-компаунд (bulk molding compound) на основе полиэфирной смолы и волокон джута, хлопка и сизали, свойства которого, по заявлению компании, в зависимости от состава схожи со свойствами традиционных полимеров, армированных неорганическими волокнами.

Длину армирующих волокон в новом компаунде можно варьировать, поэтому данный полуфабрикат можно перерабатывать в изделия, как с помощью прессования, так и с помощью инжекции (литья под давлением) в форму.

Новый BMC-материал создан на основе представленного в компании компаунда BMC 0204, уже содержащем в своем составе два дополнительных компонента: карбонат кальция (в качестве объемообразующего агента) и гидроксид алюминия (III) (в качестве антипирена). Плотность (удельный вес) волокна в данном полуфабрикате составляет от 1,65 до 1,7 гр/см^3. Согласно испытаниям по стандарту UL 94, изделия из данного формовочного компаунда относится к классу горючести V0.

Данный BMC-материал может применяться в автомобилестроении и производстве деталей для электроники.

В компании «Lorenz Kunststofftechnik» заверяют, что все их армированные натуральными волокнами реактопласты можно подвергать повторной переработке. И в настоящий момент специалисты компании продолжают исследования, направленные на повышение экологичности своей продукции путем замены использующейся в настоящий момент полиэфирной смолы на более безопасные для окружающей среды связующие.

www.lomix.de

Компания «Ashland» запустила выпуск новой смолы Derakane™ Signia™

Новый продукт является продолжением традиционной линейки смол Derakane™, он также предназначен для производства коррозионностойких изделий с высокими физико-механическими характеристиками.

Отличительными особенностями новой смолы являются удобство при работе с ней, технологичность и сниженная эмиссия стирола за счет специально разработанного состава продукта.

www.ashland.com

Китай наладил производство углеволокна T800 для авиационной промышленности

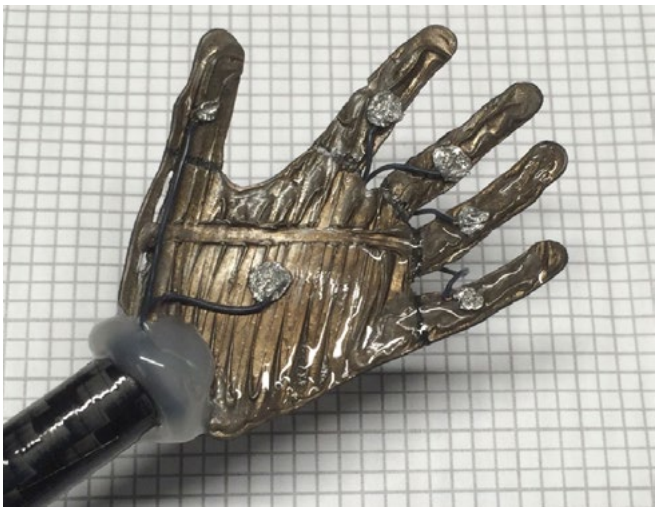
Китай одобрил применение композитного материала T800 из углеродного волокна в производстве модели вертолета китайского производства, сообщили в компании AVIC, передает 12 июня агентство Синьхуа.

AVIC удалось наладить производство карбоновых компонентов из углеволокна T800 для сборки вертолета. Материал прошел все ступени испытаний безопасности и надёжности, что подтверждается сертификатами. Высококлассный композит T800 отличается низким весом, прочностью и устойчивостью к износу. Ожидается, что в будущем он будет играть роль ключевого материала в аэрокосмической промышленности Китая.

Напомним, что углеродное волокно — это материал, состоящий из углеродных нитей. Это волокно достаточно широко используется в авиационной промышленности. В частности, в производстве самолетов Boeing и Airbus.

www.regnum.ru

Искусственные мышцы из углеродных волокон



Открытие группы ученых из США и Франции может продвинуть вперед робототехнику. Сейчас роботы двигаются за счет механических деталей, которые не могут в полной мере повторить движения людей. Искусственные мышцы могут решить проблему.

Для их создания разработчики пучок из углеродных волокон вначале погружают в жидкий полимер, а затем скручивают в нить и кладут на сутки в сушильный шкаф. Если пропустить по такой искусственной мышце ток, то она нагревается и сокращается. Кроме того, такую нить-спираль можно применять в строительстве. Мышца может поднимать грузы, вес которых в тысячи раз больше её собственного. Например, нить массой 1,5 гр может поднять вес, равный почти 2 кг.

www.dni24.com

Компания «Teijin» начала строительство нового завода по производству углеродного волокна

Церемония, посвященная началу строительства завода «Teijin Carbon Fibers» Inc. (TCF), прошла 1 июня 2018 на площадке в Гринвуде, Южная Каролина, США.

Ожидается, что данное производство создаст около 220 новых рабочих мест, а инвестиции в проект за период до 2030 г. составят порядка 600 млн $.

www.teijin.com

«UPS» пересаживается на электромобили в Лондоне и Париже

Компания «UPS», обладающая одним из крупнейших и передовых во всей отрасли логистики автопарком (более чем 9000 автомобилей), в мае 2018 года объявила, что совместно с британской технологической фирмой «ARRIVAL» разрабатывает пилотный парк из 35 легких композитных электромобилей для тестирования в Лондоне и Париже.

Данные экологичные электромобили совсем не имеют вредных выбросов, а заряда их батареи хватает больше чем на 150 миль (240 километров). Отличительной их особенностью является активное использование при производстве композитных материалов. Благодаря объединению композитов с изготовленным на заказ оборудованием, включая силовую электронику и двигатели, в компании «ARRIVAL» удалось снизить эксплуатационные расходы автомобиля более чем на 50%.

Компания «ARRIVAL» является первым производителем коммерческих автомобилей в Европе, который произведет электромобили по спецификациям, разработанным в «UPS». Первые машины планируется выпустить на дорогу до конца 2018 года.

Для справки: *возглавляет компанию «ARRIVAL» Денис Свердлов — основатель компании «Yota», венчурного фонда «Kinetic», владелец «Roborace» и бывший заместитель Министра массовых коммуникаций и связи Российской Федерации. По неподтвержденной информации, R&D центр компании «ARRIVAL» располагается в Санкт-Петербурге (Россия).*

www.pressroom.ups.com

603074, г. Нижний Новгород
ул. Нефтегазовская, 1А
polymerprom-nn.ru
polymerprom@polymerprom-nn.ru
тел.: +7 (831) 243-10-00
факс: +7 (831) 243-23-03

ТЕХНОЛОГИЯ
ДЕЙСТВИЯ

ПОЛИМЕРПРОМ

КОМПЛЕКСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СТЕКЛОПЛАСТИКА И ИСКУССТВЕННОГО КАМНЯ

СОБСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Полиэфирные смолы • Гелькоуты • Склеивающие составы • Пигментные пасты
Гранулы для искусственного камня • Разделительные воски • Ускорители

Полипол
Серия
Полиэфирных Смол

Полигель
Серия
Гелькоутов

Полиадгезив
Серия
Склеивающих Составов

Полипигмент
Серия
Пигментных Паст

Полигранул
Серия Гранул для
Искусственного Камня

Поливоск
Серия
Разделительных Восков

Полиактив
Серия
Ускорителей

ДИСТРИБЬЮЦИЯ

ОБОРУДОВАНИЕ: Magnum Venus Products (MVP)
МАТЕРИАЛЫ: Chomarat, Lantor BV, ChemTrend, ES Manufacturing, Farecla, Jiangsu Changhai Composite Materials Holding Co., Ltd, Freeman Manufacturing & Supply Company

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ОБУЧЕНИЕ

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

Колобков А. С.
Всероссийский институт авиационных материалов

S-образная кривая развития технологии производства углеродных волокон

Введение

Как считается, сейчас происходит формирование шестого технологического уклада, ядром которого будут новые технологии и новые материалы. В данном случае дальнейшее развитие могут получить и материалы, разработанные в предыдущих технологических укладах, а именно углеродные волокна (УВ).

В свое время развитие современной техники требовало разработки новых материалов, обладающих высокой прочностью и легкостью, которые могли быть использованы при работе в экстремальных условиях: агрессивной среде и при высокой температуре и давлении.

Такими материалами стали полимерные композиционные материалы, в частности углепластики на основе углеродных волокон, которые сочетают в себе ряд уникальных свойств: высокое значение жесткости и прочности, относительно невысокую плотность, химическую инертность, тепло- и электропроводность и другие.

Благодаря своим уникальным свойствам углепластики применяются во многих отраслях промышленности. Однако массовое распространение сдерживается относительно высокой ценой на углеродное волокно и на вспомогательные материалы, но постепенное увеличение количества предложений от различных производителей приводит к снижению цен. Интерес к углеродным волокнам не ослабевает также и потому, что теоретическая прочность составляет примерно 100 ГПа, а это указывает на то, что данный материал возможно улучшить.

Работа выполнена в рамках реализации комплексного научного направления 13.2. «Конструкционные ПКМ». («Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года»).

Развитие технологии получения углеродных волокон

Углеродные волокна на основе целлюлозных волокон упоминались Эдисоном уже в 1880 году. Но до середины 20 века они не привлекали к себе особого внимания, пока не начала развиваться ракетная техника и не возникла потребность в конструкционном материале, который бы обладал высокой прочностью и жесткостью при относительной невысокой плотности.

Затем к 1970 году в технологии получения углеродных волокон из гидратцеллюлозы на основе хлопка практически был достигнут предел — максимальная прочность углеродных волокон составляла 2650 МПа, а модуль упругости 520 ГПа. Сложилась ситуация, при которой сложность технологического оформления и низкий выход готовой продукции делали нецелесообразным дальнейшие значительные вложения в данное направление развития углеродных волокон для конструкционных углепластиков.

Следующим шагом был поиск материала - прекурсора, который бы позволил получать высокопрочные углеродные волокна с максимальным выходом готовой продукции. Таким материалом стал полиакрилонитрил (ПАН), из которого по растворной технологии формуется ПАН-волокно и далее перерабатывается в углеродное волокно.

Интересно то, что технология получения углеродных волокон на основе ПАН-прекурсора с 1970-ого по 1986 быстро развивалась, прочность товарных углеродных волокон возросла от 3500 МПа до 5800 МПа.

На сегодняшний день уже несколько производителей имеют углеродные волокна с прочностью 7000 МПа, которые были представлены после 2010 года.

За 40 лет прочность углеродных волокон на основе ПАН-волокна увеличилась практически в 2,5 раза (рисунок 1). Интересно отметить то, что примерно за 10 лет прочность углеродных волокон (Т300–Т800) увеличилась в 1,6 раза, а за последующие 30 лет (Т800–Т1100) — в 1,2 раза. Тогда возникает закономерный вопрос: когда закончится жизненный цикл данной технологии и когда она достигнет предела?

Из рисунка 1 видно, что у каждой технологии быстрый рост основных характеристик продукта идет примерно в течение первых 10 лет. Вероятно, это связано с освоением как самой технологи, так и установлением основных закономерностей процессов получения УВ.

Углеродные волокна, разработанные в 1970-х годах, имеют диаметр 7 микрон (УВ типа Т300). Данная тех-

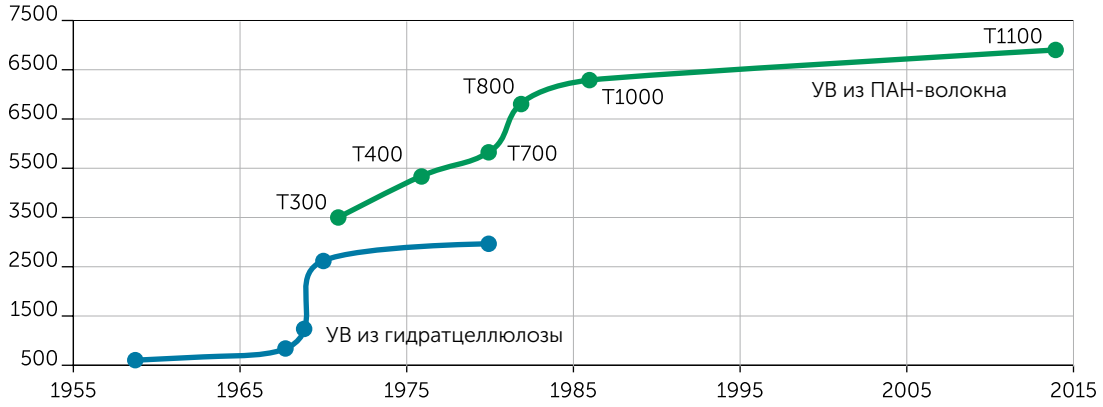


Рисунок 1. Развитие технологий получения углеродных волокон.

нология подразумевает формование ПАН-волокна по мокрому способу в осадительной ванне из раствора полимера полиакрилонитрила и затем его переработку в УВ при различных температурных режимах: окисление, карбонизация и графитация.

Было установлено, что на прочность конечных углеродных волокон влияет несколько видов дефектов. Один из них на атомарном уровне, что связано со смещением атомов в междоузлие и влияет на свойства графитовых лент. Следующим видом дефектов является упаковка слоев, которая влияет на структурообразование фибрилл, а именно может приводить к разориентации кристаллов и снижать прочность углеродных волокон.

При дальнейшем развитии технологии диаметр углеродных волокон, разработанных в 80-х годах, снижается до 5 микрон (УВ типа Т800) и, вероятно, меняется состав ПАН-сополимера. Как правило, состав прекурсоров – ноу-хау производителя углеродных волокон. Изменение диаметра УВ связано с изменением технологии получения ПАН-волокна: переходом на сухо-мокрое формование, что обеспечивает уменьшение диаметра и более высокую ориентацию макромолекул полимера в филаментах. Данные изменения направлены на уменьшение количества дефектов в углеродных волокнах, описанных выше.

На сегодняшний день углеродные волокна диаметром 5 микрон, производимые из ПАН-волокон, сформованных по сухо-мокрой технологии, скорее всего, достигли своего технологического предела. И для достижения более высоких показателей физико-механических характеристик углеродных волокон, не меняя технологии формования ПАН-волокон, необходимо будет затратить существенные ресурсы.

Возможным выходом может стать переход на другую технологию получения ПАН-волокон, которая бы позволила получать филаменты с меньшим диаметром и более совершенной надмолекулярной структурой.

Подобным переходом может стать электроформование с применением различных органических растворителей. Электроформование — это процесс, который приводит к формированию нановолокон в результате действия электростатических сил на электрически заряженную струю полимерного раствора или расплава.

Как показано в проведённых работах, диаметр нановолокон может значительно варьироваться в относительно широком пределе от 1,5 нм до нескольких сотен нанометров. Минимальный диаметр ограничен размерами макромолекулы полимера, при этом появляется возможность формования волокон с более упорядоченной, контролируемой надмолекулярной структурой.

Электроформование позволяет перерабатывать в волокна полиакрилонитрил с более высокой молекулярной массой, чем при мокром формовании. С повышением молекулярной массы полимера степень упорядоченности ориентированных макромолекул повышается, что приводит к увеличению степени кристалличности нановолокон, но при значительном увеличении молекулярной массы полиакрилонитрила происходит и увеличение диаметра нановолокон.

Немаловажным фактом является и то, что основные закономерности протекания процессов окисления, карбонизации и графитации в ПАН-нановолокнах такие же, как и в микронных ПАН-волокнах.

При этом на сегодняшний день электроформование не позволяет производить ПАН-волокно в промышленных масштабах. Имеющиеся установки по электроформованию не могут обеспечить высокую производительность, сопоставимую с промышленным оборудованием по получению микронных ПАН-волокон из раствора. Пока это является барьером по внедрению данной технологии в промышленности, но возможно этот вопрос получится решить в ближайшем будущем, когда появится высокопроизводительное оборудование.

Вывод

Для реализации прочностного потенциала углеродных волокон необходимо обеспечение минимального количества дефектов в графитовых слоях, на что можно повлиять, изменив технологию получения ПАН-волокна.

Следующим этапом развития технологии получения ПАН-прекурсора может стать электроформование, которое позволит улучшить контроль получаемых нановолокон и установить необходимые корреляции между свойствами ПАН-волокон и свойствами углеродных волокон. При этом немаловажно то, что закономерности протекания процессов при термообработке ПАН-нановолокон аналогичны микронным ПАН-волокнам. Таким образом, аппаратурное оформление для окисления, карбонизации и графитации не должно значительно изменяться. **КМ**

Э. М. Айзенштейн
доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки и техники России

Некоторым утешением прозвучало сообщение Минпромторга РФ о том, что по итогам 9 месяцев 2017 года по сравнению с аналогичным периодом предыдущего года, индексы производства текстильных изделий составили 107,6 % и одежды — 102,5% [1]. Однако, по мнению Торгово-промышленной палаты [2], в 2017 году легкая промышленность не возродилась, а, наоборот, спрос на отечественную одежду упал, что вынудило оставшихся производителей уйти с рынка. Следовательно, остаётся по-прежнему рассчитывать на дорогую качественную одежду, либо — на дешёвый китайский ширпотреб. Подобной точки зрения придерживается авторитетный руководитель химической промышленности С.В. Голубков. [3] Он утверждает, что все тканые материалы — импортные, в редких случаях — отечественные, созданные из привозного сырья. А в стоимости изделия ткань составляет 70–80%, отсюда и «оптимистические» итоги в рублях.

Отечественная промышленность химических волокон в 2017 году

Список литературы

1. Комсомольская Правда // 14-21 декабря 2017 г., с. 15-16.
2. Аргументы и факты // №1-2, 2018, с. 6.
3. С. В. Голубков // Аргументы и факты, №8, февраль 2018, с. 19.
4. Вестник химической промышленности, №1(100), январь 2018, с. 30-35.
5. Э. М. Айзенштейн, Д.Н. Клепиков // Вестник химической промышленности, №4(97), август 2017 г., с. 18-21.
6. Э. М. Айзенштейн // Хим. волокна, №1, 2018, с. 73-80.
7. Э.М. Айзенштейн // Neftegaz, №4, 2017, с. 49-55.
8. Научно-производственное партнерство: взаимодействие науки и текстильных предприятий и новые сферы применения технического текстиля. // Сборник докладов, Союзлегпром, Москва, 2018, Изд-во «БОС», 484 стр.
9. Стратегия развития легкой промышленности в Российской Федерации на период до 2025 года (проект) // Союзлегпром, м., 2018, 66 стр.
10. R. Dolmans // Fibers and Filaments, №25, октябрь 2017, с. 10-14
11. 11. K. Yansen//Fibers a/ Filament, №25, октябрь 2017, с.15

Такая ситуация будет продолжаться до тех пор, пока рынок не будет обеспечен отечественным волокнистым сырьём, получаемым путём химических превращений. Поэтому от развития производства химических волокон и нитей в стране зависит состояние потребительского рынка в различных сферах современного хозяйства. Анализу этой ситуации в 2017 году посвящена настоящая статья.

В упомянутый период производство химических волокон в России составило 189,7 тыст. По сравнению с 2016 годом оно выросло на 4,8%, в том числе искусственных (вискозных, ацетатных и других) на 0,8% и синтетических (полиамидных, полиэфирных, полиакрилонитрильных, полипропиленовых, арамидных, углеродных, полиуритановых и других) на 5,3%. [4] При этом доля последних увеличилась на 0,4% в балансе всех химических волокон за 2017 год и составила 90,3% против 89,9% в 2016 году. Обобщенное представление о сегодняшнем российском рынке химических волокон сконцентрировано в таблице 1 на основе данных, направляемых ежегодно в ОАО НИИТЭХИМ, региональными статистическими управлениями. Следовательно, за вполне допустимые неточности в объёмах и цифрах в равной мере отвечают авторы и вышеназванные организации.

Как следует из этой таблицы, по химическим волокнам в исследуемом году выросли все показатели: спрос (6,7%), потребление (6,5%), производство (4,8%), импорт (9,3%) и экспорт (8,7%). И это довольно заметный результат. Правда, памятуя о недалеком прошлом, радоваться здесь нечему — эти цифры в 4–5 раз уступают доперестроечным годам.

Это произошло главным образом благодаря синтетическим волокнам, где аналогичные показатели также оказались весьма высокими — соответственно 6,8; 6,5; 5,3; 11,6 и 11,2%. В то же время для искусственных волокон спрос, потребление, импорт и экспорт несколько упали — соответственно на 2,4; 2,2; 2,0 и

Таблица 1. Промышленность химических волокон в России в 2017 году

Виды волокон	Спрос, всего*		Внутреннее потребление в РФ		Производство		Импорт		Экспорт	
	Тыс. т	% к 2016 г.	Тыс. т	% к 2016 г.	Тыс. т	% к 2016 г.	Тыс. т	% к 2016 г.	Тыс. т	% к 2016 г.
Химические волокна и нити	434,6	+6,7	407,1	+6,5	189,7	+4,8	244,9	+9,3	27,5	8,7
Искусственные волокна и нити	56,8	-2,4	54,2	-2,2	18,4	-0,8	38,38	-2,0	2,6	-6,4
Штапельное волокно	53,0	-0,3	50,4	0	14,9	+3,5	38,15	-2,1	2,6	-6,4
Вискозное (гидратцеллюлозное)	13,5	+0,5	13,5	+0,7	0	—	13,5	+0,5	0	—
Ацетатный сигаретный жгутик	39,50	-0,6	36,9	-0,2	14,9	+3,5	24,6	-2,1	2,6	-6,4
Вискозные кордные и технические нити	0,03	±0	0,02	±0	0	—	0,03	±0	0	—
Вискозные текстильные нити	0,07	±0	0,07	±0	0	—	0,07	±0	0	—
Прочие искусственные волокна и нити	3,6	-26,5	3,6	-26,5	3,5	-28,6	0,1	+150,0	0	—
Синтетические волокна и нити	377,5	+6,8	352,6	+6,5	171,3	+5,3	206,2	+11,6	24,9	+11,2
Штапельное волокно и жгут	224,7	+8,2	219,7	+8,4	95,1	+3,6	129,6	+11,8	5,0	-2,0
Полиамидные	0,9	-25,0	0,3	-25,0	0,9	-25,0	0	—	0,6	-25,0
Полиэфирные	208,3	+7,6	204,2	+7,8	88,3	+3,8	120,0	+10,2	4,1	±0
Полиакрилонитрильные (ПАН)	6,6	+11,9	6,5	+10,2	0,1	—	6,5	+10,2	0,1	—
Полипропиленовые	6,1	+10,9	6,0	+11,1	5,4	+5,9	0,7	+75,0	0,1	±0
Арамидные	0,2	±0	0,2	+-0	0	±0	0,2	±0	0	±0
ПАН-жгутик (прекурсор)	2,0	+122,0	2,0	+122,0	0	-10,0	2,0	+150,0	0	-10,0
Углеродные	0,6	+50,0	0,5	+67,0	0,4	+33,0	0,2	±0	0	±0
Текстильные нити	53,6	+5,9	51,8	+6,6	14,6	-7,6	39,1	+13,0	1,8	-10,0
Полиамидные, ПА-6 (капрон)	7,2	+2,9	6,5	+6,6	5,8	±0	1,4	+27,2	0,7	-22,3
Полиамидные, ПА-66 (анид)	0,1	-66,7	0,1	-66,7	0	±0	0,1	-66,7	0	+-0
Полиэфирные	37,7	+13,6	37,5	+14,0	3,5	+2,9	34,3	+15,5	0,2	-33,4
Полипропиленовые	7,5	-16,7	6,6	-19,5	5,3	-19,7	2,2	-8,4	0,9	+12,5
Полиуретановые (спандекс)	1,1	±0	1,1	±0	0	±0	1,1	±0	0	±0
Кордные и технические нити	61,8	-0,4	50,0	-5,1	30,9	-1,3	30,9	+0,7	11,8	+26,9
Полиамидные, ПА-6 (капрон)	28,0	-7,6	16,3	-22,7	22,0	-8,3	6,0	-4,8	11,7	+27,2
Полиамидные ПА-66 (анид)	0,6	+20,0	0,6	+20,0	0	±0	0,6	+20,0	0	±0
Полиэфирные	30,8	+7,3	30,8	+7,3	7,8	+23,8	23,0	+2,7	0	±0
Полипропиленовые	1,3	±0	1,2	-7,7	0,7	+17,0	0,6	-14,3	0,1	±0
Арамидные	1,0	-9,1	1,0	±0	0,4	±0	0,6	-14,3	0	±0
Углеродные	0,1	+11,0	0,1	+11,0	0,04	+33,0	0,06	±0	0	±0
Полипропиленовые пленочные нити	27,3	-15,2	21,0	-19,8	23,7	-20,2	3,6	+44,0	6,3	+5,0
Полиэтиленовые мононити	0,13	+18,0	0,13	+18,0	0	+-0	0,13	+18,0	0	+-0
Прочие синтетические волокна и нити	7,0	+536,3	7,0	+536,3	4,0	+400,0	3,0	+172,7	0	+-0

* с учетом экспорта

6,4%, кроме объёмов производства, которые чуть прибавили за счёт ацетатного сигаретного жгутика, выпускаемого в ООО «Сартов» (г. Серпухов). Гидратцеллюлозные (вискозные) комплексные нити и штапельное волокно у нас, некогда лидирующей в этой области стране — сплошной импорт (13,5 тыст). И вряд ли в ближайшие годы здесь что-то изменится, если только появление новых «стратегий», «дорожных карт» и прочей, по сути, «развлекательной» (а не директивной) документации. Рост спроса и потребления химических волокон в значительной мере обязан увеличению импорта (+9,3%), который оказался на 30% выше собственного производства, а доля его в объеме потребления (около 60%) сохранилась практически на уровне 2016 года. [5] Решающая роль здесь отводится синтетическим волокнам, где резко вырос не только импорт (+11,6%), но и (что в большей степени отрадно) — экспорт (+11,2%). У искусственных волокон, наоборот, снизился импорт (-2,0%) и экспорт (-6,4%), но в основном на ацетатный сигаретный жгутик, поскольку импортные поставки вискозного штапельного волокна немного поднялись (+0,5%) и достигли в 2017 году 13,5 тыст. Из указанного в таблице 1 объёма потребления около 81% идёт в легкую промышленность, 9% на пищевые продукты и табачные изделия, 6% в промышленность РТИ и 4% прочие направления. Внутри лёгкой промышленности наибольшее потребление химических волокон отмечено в сфере изделий бытового назначения (23%), строительства (21%), автомобилестроения (17%), медицины и гигиены (13%), сельского хозяйства (8%), горнодобывающей промышленности (4%), ВПК и нужд обороны (3%), спорта и туризма (2%), торговли (2%), машиностроения (1%), рыболовства (1%), прочее (5%).

Таким образом, для оценки нынешней ситуации с химическими волокнами в России в первую очередь необходимо проанализировать общий рынок синтетических волокон по отдельным их видам и формированию баланса, исходя из таблицы 1. Сразу отметим, что столь подавляющее преимущество по объёмам потребления и, особенно, производства синтетических волокон над искусственными (гидратцеллюлозными — вискозными или типа лиоцелл) не вызывает чувства удовлетворения. Их производство требует невоспроизводимые природой источники сырья, и у синтетики отсутствует ряд важных комфортных для человека свойств. Не случайно в последние годы мировое производство всех видов гидратцеллюлозных волокон непрерывно растет, например, в Китае и Индии, где и натуральных, в частности хлопка, в избытке [6].

Возвращаемся к синтетическим волокнам в России на период 2017 года. Среди полиамидных (ПА) превалируют комплексные нити из ПА-6 (капрон) текстильного и технического ассортиментов (нити из ПА 66 в небольших объёмах закупаются по импорту). Потребление ПА текстильных нитей заметно (на 6,5%) возросло главным образом за счёт увеличения импорта на 27,2% и сокращения экспорта на 22,3%. При этом их производство, преимущественно (более 80%) сосредоточенное в ООО «Курскхимволокно», практически сохранилось на уровне 2016 года.

За счет очевидного падения производства (-8,3%), импорта (-4,8%) и резкого подъема экспорта (на 27,2%) заметно сократился спрос (-7,6%) и потребление (-22,7%) ПА кордных и технических нитей, идущих в значительной степени для изготовления шин и РТИ (45%), а также в горнодобывающую отрасль (35%). Производство упало сразу у двух ведущих предприятий (хотя одно входит в состав другого): ОАО «Куйбышевазот» (на 8,8%) и ООО «Курскхимволокно» (на 10%) — и суммарно уменьшилось в 2017 году на 2,2 тыст по сравнению с предыдущим годом. Причиной падения производства является реализация общемировой тенденции на российском рынке — постепенное вытеснение ПА нитей полиэфирными (ПЭФ) из традиционных областей их применения — шины, РТИ, бельтинги и другие. [7]

ПЭФ штапельное волокно и жгут, исходя из таблицы 2 — самые крупные представители химволокон в стране и поэтому с ними связаны первоочередные задачи развития отрасли.

Сегодня около половины спроса, потребления, производства и импорта от всех видов химических волокон и нитей в стране приходится на ПЭФ штапельное волокно и жгут. И более половины от объема синтетических волокон и нитей, а внутри других видов синтетического штапельного волокна и жгута — их доля выше 90%. Их производство полностью базируется на переработке отходов бутылок из полиэтилентерефталата (ПЭТ), то есть из вторичного сырья (рециклинг). А это обуславливает ограниченное и далеко нетрадиционное текстильное использование такого волокна, преимущественно в виде нетканых материалов (НМ) для строительства, сельского хозяйства, автомобиле- и машиностроения. Наиболее крупные производители штапельного волокна из вторичного ПЭТ — ОАО «Комитекс» (г. Сыктывкар), ООО «Селена-Химволокно» (Республика Карачаево-Черкессия) и ООО «Номатекс» (Ульяновская область). Последнее предприятие, например, против 2016 года увеличило выпуск продукции на 75%. На нужды текстильной и лёгкой промышлен-

Таблица 2. Доля полиэфирного штапельного волокна и жгута в балансе всех видов химических волокон (%).

Наименования показателей	Все виды химических волокон и нитей	Синтетические волокна и нити	Все виды штапельного волокна и жгута	Синтетическое штапельное волокно и жгут
Спрос	47,5	55,2	75,0	92,7
Потребление	50,2	57,9	75,6	92,9
Производство	46,5	51,5	80,3	92,8
Импорт	49,0	58,2	71,4	92,6
Экспорт	14,9	16,5	28,5	82,0

ности в основном идёт импорт, где преобладает ПЭФ волокно хлопкового типа тонких титров. Не понятно, почему в официальной статистической отчетности, в том числе по Центральному Федеральному округу, не фигурирует ООО «Термопол», а лишь — в рекламных изданиях и мероприятиях, приписывая постоянно уникальные тепло- , физические и химические свойства аморфно-кристаллического ПЭТ собственно материалу «Холлофайбер». [8]

Пока еще медленно, но устойчиво возрождается отечественное производство ПЭФ комплексных нитей: текстильных в ООО «Завидово-Текс» (Тверская область), технических и кордных — в ЗАО «Газпромхимволокно» (г. Волжский). Первое увеличило выпуск в 2017 году на 2,9%, второе — на 23,8%. И это не предел: до полного освоения проектной мощности осталось еще 4 тыст/год. Основной объём потребления ПЭФ текстильных нитей приходится на импорт (91%) из Белоруссии (Светлогорское ПО «Химволокно») и стран азиатского региона. Отрадно, что спрос на них растёт (+13,6%) пока за счёт импорта (+15,5%), который был бы более эффективен с технико-экономической точки зрения (да и социально-политической тоже), будучи максимально ориентирован на Светлогорский завод, в освоение которого вклад российских специалистов достаточно весомый, а продукция понятна изнутри.

Благодаря отмеченному выше приросту выпуска ПЭФ кордных и технических нитей на предприятии в г. Волжском спрос и потребление их возросли по сравнению с 2016 годом на 7,3% и достигли почти 31 тыст (таблица 1). При этом импорт вырос немного — на 2,7%. В дальнейшем, до 2020года потребление планируется увеличить до 50 тыст (на 60%), производство до 13,0 тыст (на 65%) и импорт на 52%. Основные потребители этой продукции в стране — шины и РТИ (55%) и легкая промышленность (45%). Внутри последней преобладают сферы торговли (37%), горнодобывающей отрасли (21%), изделия бытового назначения, спорт и туризм (21%), машиностроение (9%) и другие.

Среди химических волокон полипропиленовые (ПП) наиболее обеспечены исходным сырьём — ПП, мощности которого в России около 1 млн т (потребление его в 2017 году выросло на 60%, а производство — на 120%), включая практически все волоконные марки гомополимеров и сополимеров с индексом текучести от 10 до 20. Тем не менее, различные виды ПП волокон, судя по таблице 1, развиваются по-разному. Например, в 2017 году ПП штапельное волокно показало заметный прирост потребления и производства (соответственно на 11 и 6%), а текстильные и технические нити, наоборот. У первых потребление и производство упали на 20%, у вторых потребление и импорт — соответственно на 8 и 14%. Последнее трудно объяснить, принимая во внимание растущее значение ПП нитей в мире, упомянутую выше доступность отечественного сырья и то, что ПП текстильные нити, в частности, более чем на 90% используются у нас для товаров бытового назначения. Еще более негативная ситуация сложилась в анализируемый период с ПП плёночными нитями, зарекомендовавшими себя успешно в виде упаковочного и сельскохозяйственного шпагатов, на долю которых приходится более 80% таких нитей. Непонятно, с чем связаны столь значительный спад спроса, потребления и производства этой востребованной продукции (соответственно на 15,2; 19,8; и 20,2%), и рост её импорта на 44%. Логически необъяснимо, что имея свободные мощности на прекрасно зарекомендовавших себя комплектных линиях фирмы «Oerlikon-Barmag» (г. Хемниц, Германия), российские заказчики ПП плёночных нитей вынуждены их закупать по импорту.

Полиакрилонитрильные (ПАН) штапельное волокно и жгут в настоящее время, к сожалению, в России не производятся. Хотя в СССР работали три крупных завода в г. Навои (Узбекистан), Ново-Полоцке (Белоруссия) и Саратове (Россия). Последний в рамках ООО «Композит Волокно» сейчас сосредоточен на выпуске небольшого объёма ПАН-жгутика в качестве прекурсора для получения углеродных волокон. Потребление ПАН штапельного волокна и жгута полностью реализуется за счет импорта, который вырос на 10% относительно 2016 года. Интерес к этому волокну во многом обусловлен растущим дефицитом натуральной шерсти. В альтернативные полушерстяные ткани и трикотаж, которыми она сегодня заменяется, уходит 77% ПАН волоконной продукции.

В области малотоннажных волокон в 2017 году принципиальных изменений не обнаружено. Спрос, потребление, производство и импорт сохранились на прежнем уровне, за исключением углеродных, где при умелой организации работ «Гипрохиминжениринг» и «Umatex-Groop», значительно выросли объемы потребления и производства благодаря успешной эксплуатации установки в г. Алабуга (Татарстан).

Ну, а что делать дальше, как ответить на «Стратегию развития лёгкой промышленности в Российской Федерации на период до 2025 года» [9]? Если всерьёз рассматривать эту Стратегию, то, например, предусмотренный там объём российского рынка ПЭФ волокон к 2025 году должен достичь 1,0–1,1 млнт, гидратцеллюлозных 80–90 тыст. Если говорить о нынешней ситуации в данной области, то фактически у нас нет ни тех, ни других. ПЭФ штапельное волокно делаем из вторичного полимера и тем самым не обеспечиваем требуемое качество, а о гидратцеллюлозном (вискозном) вообще забыли. По первому еще теплится надежда «продлить старость» Ивановскому кластеру, практическая реализация которого на протяжении уже шести лет меркнет с каждым днем и часом, подпитываясь лишь изредка лозунгами и прожектами в печати [1] и на многочисленных бесплодных форумах и конференциях, например [8]. Перед глазами стоит пример соседней братской страны. В декабре минувшего года ОАО «Могилёвхимволокно» (Белоруссия) подписан контракт с фирмой «Oerlikon–Neumag» (Германия), а в июле текущего года запланирован пуск нового производства ПЭФ штапельного волокна мощностью 50 тыс т [4] Без лишних слов и популизма — реально и эффективно. По второму (гидратцеллюлозному-лиоцеллу) планы и обещания ушли в небытие вместе с их главным оракулом — НТЦ «Эльбрус».

Но актуальность задачи магистрального подъёма

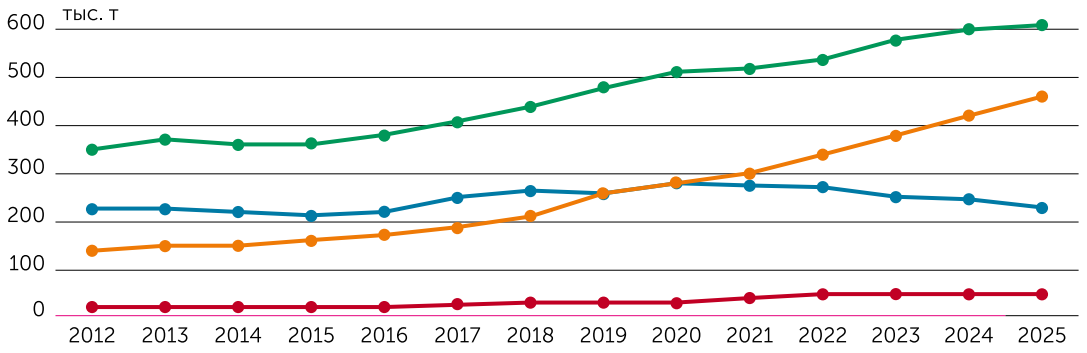


Рисунок 1. Ориентировочный прогноз развития химических волокон в России.

● — потребление
● — импорт
● — производство
● — экспорт

производства и потребления химических волокон в нашей стране неоспорима. И к её решению должны быть привлечены ведущие предприятия отрасли, подобные ОАО «КуйбышевАзот». На нем из года в год наглядно осуществляется ощутимая инновационная политика и властные структуры не на словах, а на деле готовы возродить сырьевой потенциал лёгкой промышленности. Не оставляя радужных перспектив, частично сформулированных в «Дорожной карте», НИИТЭХИМ сделал предварительный оценочный прогноз развития химических волокон в России до 2025 года, оптимистично иллюстрируемый рисунок 1. Из него видно, что потребление химволокон в стране будет в первую очередь расти за счет собственного производства, а не импорта. За уровень этих показателей взяты не нижний или верхний пределы, а средне-оценочный, исходя из планируемых целей. Цифры указаны на рисунке, комментарии к ним пока излишни, сохраняя при этом некую уверенность в их достижении.

Вышеперечисленными обстоятельствами не исчерпываются все проблемы в отечественной подотрасли химических волокон: простой не только в промышленности, но и в науке. Нет былой активности в теоретических и практических изысканиях в ведущих отраслевых центрах: НПО «Химволокно» (ныне ООО «Лирсот», г. Мытищи) и ВНИИСВ (г. Тверь), в вузах и институтах сопутствующих направлений. И вопрос здесь не только в низком качестве выпускаемой продукции, ограниченном ассортименте, отсутствии предложений по модернизации действующих производств, совершенствовании технологии и оборудования вновь проектируемого, а в значительной мере — в отсутствии новых технологических процессов, появления волокон с уникальными свойствами, нахождения прогрессивных сфер их применения.

А в мировом сообществе появились «умные волокна» [10, 11], или (названный с лёгкой руки профессора Г.Е. Кричевского) «умный текстиль». В этом отношении любопытны и поучительны прогнозы специалиста германской фирмы «Oerlikon–Barmag» господина Р. Дольманса [10], который считает, что в названии «умный текстиль» объединены два совершенно разных слова: первое характеризует высокофункциональные технологии и цифровую электронику, а второе связано с модой, модной одеждой и функциональным текстилем. Перспективы у этих «умных» супер-тканей — просто феноменальные. Они, по мнению того же автора [10], (которому принадлежит всё изложенное ниже), могут, в частности, вырабатывать тепло, свет и электричество, измерять температуру и жизненные функции, залечивать раны и уменьшать боль, модернизировать промышленность и делать автомобили и здания более безопасными и комфортными. Эксперты уверены [11], что подобные сценарии станут возможными уже в течение следующих 10-15 лет, а по ряду из них в настоящее время ведутся исследования и число таких разработок постоянно увеличивается. Прежде всего — в Европе, США и Азии, где они либо уже успешно реализуются на рынке, либо находятся близко к нему. Прогнозируется огромный рост «умного текстиля» в мировом масштабе: с 544,7 млн$ США в 2015 году до 9,3 млрд. долл. США в 2024 году, то есть почти в 18 раз. А мы пока думаем лишь о наращивании объёмов традиционных волокон, да и то с большой долей фантазии. Движущими силами роста здесь выступают такие сферы применения, как мода и предметы одежды, промышленность и безопасность, медицина и спорт, строительство и архитектура. Мы прошли 3 поколения химволокон: искусственные, синтетические, химически и физически модифицированные (по классификации З. А. Роговина). Будущее за химволокном четвертого поколения, а это новые предметы одежды и электронная ткань — и Россия должна быть к нему причастна. Проводящие нити являются основой многих «умных» применений. Они были созданы и российскими учёными во ВНИИВ-е, ВНИИСВ-е, Серпуховском ПО «Химволокно» уже более 30-ти лет назад, например, благодаря электрохимической модификации, поверхностной обработке волокон или с электропроводимым ядром в случае бикомпонентных систем.

В частности, нить ELITEX (TITV, Германия), имеющая в своём составе ПА с серебряной оболочкой, перерабатывается без затруднений в таких процессах как ткачество, вязание или вышивка. Один из самых популярных проектов в сфере текстильной одежды был основан американскими компаниями «Google» и «Levis». В 2016 году они объявили о выпуске джинсовой куртки с «электронными нитями» ELITEX, при помощи которой можно осуществлять звонки со смартфона и слушать музыку. К перспективным направлениям относятся светящаяся и нагреваемая одежда. Производитель её — компания «Covesto» использует светодиоды, которые размещаются на гибких плёнках, сделанных из термопластичного полиуретана, вместо схемных плат. Некоторые зарубежные компании («Warmx», «Reusch» и другие) успешно продают нагреваемое и устойчивое к стирке нижнее бельё, которое вырабатывает тепло от интегрированного ПА волокна с использованием батареи, а также перчатки с подогревом для катания на лыжах по цене 270 $. Другие

перчатки, будучи оснащены сенсором радиочастотной идентификации, обеспечивают автоматическое сканирование строительных компонентов. Появился новый ремень безопасности для автомобиля, изготовленный из полиэфира с проводящими нитями и встроенным микрофоном для гарнитуры голосовой беспроводной связи. Также имеется потенциал для самосветящихся текстильных поверхностей, которые можно использовать в автомобилях или воздушных транспортных средствах для панелей потолочной обивки или сигнальных целей. В данном случае на многослойные материалы печатается и наносится покрытие с интегрированными светодиодами (очевидно, полимерными), чтобы обеспечить равномерное распределение освещения. «Умный текстиль» также участвует в изготовлении защитной одежды, начиная с комбинезона для младенцев, способного передавать сигналы, до высокотехнологичной защитной куртки для пожарных и сотрудников МЧС. Термостойкая, самосветящаяся куртка собирает информацию по жизненным параметрам и движениям её носителя, по условиям окружающей и рабочей среды и передает её в центр.

От спорта и здоровья к медицине. В этом качестве «умный текстиль» вносит свой вклад в систему удалённого медицинского контроля над пожилыми людьми, пациентами, подверженными риску, проходящими реабилитацию. Для спортсменов созданы специальные футболки, которые измеряют частоту сердечных сокращений, кровяное давление, пульс и дыхание, шаговую интенсивность при ходьбе, информируют о возможной опасности спотыкания о ковёр, об уровне влаги в белье. Сенсорная технология, разработанная для этих целей, простирается вплоть до миниатюрных датчиков на волокнах, способных отслеживать состояние хронических ран. Компанией «Bomedus» осуществляется продажа специальных электронных бандажей для спины, плеч, колен и локтей вместе с чулками для культи (часть ампутированной ноги или руки). Особенностью данной продукции является стимулирование болевых нервных окончаний, расположенных на поверхности кожи, посредством электродов, вырабатывающих слабые электрические импульсы. Таким образом, внутри самого процесса возникновения болей происходит воздействие на «болевую память», что помогает снизить хронические боли.

Строительные технологии с применением «умного текстиля» — широкое и эффективное поле деятельности для интеллектуальных новаций. В данной области в 2017 году появилась совместная разработка специалистов из Германии и Южной Кореи в виде переносной подушки безопасности, которая защищает строителей от опасности падения во время работ. В этом устройстве датчик отмечает соответствующие движения и приводит в действие газовый картридж, который в течение миллисекунд заполняет прочную «сумку». В Германии также выпущен в продажу иной продукт в виде чувствительной к влаге и вырабатывающей тепло ткани, способной предотвращать образование плесени: при достижении критического уровня влаги ленты из данной ткани начинают нагреваться, и согревают при этом окружающие стены. Архитекторы и дизайнеры интерьеров также активно используют преимущества «умных волокон». В этом направлении специальные ткани и светодиоды можно использовать, в частности, для изготовления трехмерных, очень крупных световых экранов для проведения презентаций или торгово-промышленных выставок. Технологическую основу для данной продукции создала германская фирма «Ettlin», а один немецко-бельгийский проектный консорциум преуспел в сочетании текстильных и светящихся поверхностей. В результате электролюминесцентный рисунок и проводящий слой были напечатаны прямым способом на текстильную подложку, что предопределило применение этой технологии для создания святящихся обоев и мебельных световых инсталляций.

Будущее — выработка энергии из волокон. «Умный текстиль» до сих пор имеет один важный недостаток: он потребляет энергию от батарей. Исследователи из Южной Кореи изобрели материал, состоящий из двух слоев: грубая силиконовая решётка и специальная серебряная плёнка. Они трутся друг о друга во время движения, обуславливая появление электростатического заряда и вырабатывая тем самым энергию. Тюрингский институт исследования текстиля и пластиков (Германия) концентрирует свою работу на тонких пьезоэлектрических нитях, которые формируют в виде бесконечных филаментов, сердечник которых состоит из наполненного сажей ПП, и они могут в последующем использоваться для вшивания в ткани или вышивания на них. В результате растяжения, давления и вибраций, которые возникают, когда их применяют в качестве сенсоров, вырабатывается электрическое напряжение. Сочетание многочисленных пьезоэлектрических нитей, как утверждают авторы, должно обеспечить богатый «энергетический урожай».

Компания «Oerlikon–Barmag» хорошо известна российским предприятиям как поставщик высококлассного оборудования для производства химических волокон (преимущественно для формования, вытяжки и текстурирования синтетических нитей). И будучи интеллектуально на передовых позициях и в технологии, выступила инициатором проекта по созданию процесса трёхмерной печати на классических или новых инновационных тканях, что обеспечит дополнительную привлекательность и продвижение товара.

Разумеется, все возможности «умных волокон» здесь перечислить невозможно, да и это не является целью в настоящей статье. Мы лишь хотели привлечь внимание к тому, что помимо роста объёмов производства и потребления химических волокон в России, отечественный рынок ждёт от химиков и текстильщиков нового скачка в эксплуатационном потенциале своей продукции. И здесь надо обратиться к синтетическим волокнам, формирование и модификация свойств которых в большей степени зависит от человеческого разума, а не от даров природы, и тем самым поднять их преимущества на достойную высоту. **КМ**

Межотраслевой инжиниринговый центр «Композиты России» МГТУ им. Баумана www.emtc.ru

«Композитам России» 7 лет!

15 июня 2018 года Межотраслевой инжиниринговый центр «Композиты России» МГТУ им. Н. Э. Баумана празднует свое семилетие! За этот период было проведено много научных исследований, разработаны современные технологии, созданы новые материалы и внедрено более 50 проектов в промышленный комплекс Российской Федерации. Предлагаем вам ознакомиться с итогами нашей плодотворной работы.

«Семь лет — это весомый опыт для создания лучшего в стране инжинирингового Центра на базе Национального исследовательского университета МГТУ имени Баумана, — говорит Владимир Нелюб, директор «Композиты России». — Мы смогли создать управляющую компанию, внедрить полсотни проектов в производство и базовые отрасли промышленности: от авиации и космоса, до продукции строительной и спортивной индустрии. Мы настроены на развитие отечественной композиционной, инженерной, медицинской, образовательной, IT индустрий и готовим специалистов в этих направлениях. У нас идет процесс образования «по замкнутому циклу»: от школы, до магистратуры и аспирантуры. Мы делаем все, чтобы те молодые ученые, которые приходят к нам, поверили в собственные силы и вместе с нами включились в процесс запуска механизма инновационного развития. Семь лет – это очень хороший показатель нашего успешного старта и мощного развития. Я поздравляю всю нашу команду с Днем рождения!»

Идея создания проекта в области композитов зародилась в 2009 году на форуме «Селигер-2009». На технической смене Владимир Нелюб и его коллега Иван Буянов (сейчас — заместитель директора) представили свой бизнес-проект «Композиты России» по разработкам в области композиционных материалов Председателю Правительства РФ Владимиру Владимировичу Путину. Он положительно оценил идею двух новаторов и дал поручение провести экспертизу проекта. Этим вопросом занялась Государственная корпорация «Ростех», которая провела экспертизу проекта на предмет возможности его промышленной реализации. После успешного проведения экспертизы, команда проекта «Композиты России» возглавила ОАО «Московский машиностроительный экспериментальный завод — композитные технологии». Проведя успешную реструктуризацию, налаживание работ, «Композиты России», в 2010 году, «вернулись в родные стены» и стали формировать Инжиниринговый научно-образовательный центр «Новые материалы, композиты и нанотехнологии» в МГТУ им. Баумана (Сейчас — МИЦ «Композиты России» МГТУ им. Н.Э. Баумана).

«Мы поставили себе задачу, к 2020 году создать группу передовых предприятий по выпуску широкой гаммы композиционных материалов и высокотехнологичных деталей для большинства базовых отраслей промышленности РФ, от авиации и космоса до строительной и спортивной продукции народного потребления — говорит Владимир Нелюб. — Уже сейчас, на июнь 2018 года, эта «программа максимум» реализована на 90%».

МИЦ «Композиты России» — это управляющая компания сразу несколькими производственными, научно-исследовательскими, образовательными проектами.

- Мы создали научно-образовательный и инжиниринговый центры *www.emtc.ru*;
- Московский композитный кластер *www.mcc.emtc.ru*;
- Проект и завод по производству базальтовой сетки «МОСБАЗАЛЬТ»;

- Кластер медицинская промышленность, новая химия и биотех (ХимБиоМед) *www.hbm.emtc.ru*;
- Создали Международную конференцию и выставку по композитам «Advance in Composite Science and Technologies» *conf.emtc.ru*;
- Центр молодежного инновационного творчества, школьную образовательную сеть из 50 филиалов и технопарк «ИНЖИНИРИУМ» *www.inginirium.ru*;
- Федеральный образовательный центр повышения квалификации *www.edu.bmstu.ru*;
- Открыли новое направление подготовки магистрантов и аспирантов «Материаловедение и технологии материалов» *www.mag.emtc.ru*;
- Создали мировой чемпионат по композитам Composite Battle World Cup *www.cb.emtc.ru/en*;
- Разрабатываем программное обеспечение *www.gipk.emtc.ru*;
- Создаем отечественные системы хранения данных Baum Inform *www.ibaum.ru*.

Ключевые проекты, внедренные в промышленность:

- Типовые строительные конструкции из наномодифицированных композиционных материалов;
- Планер для беспилотного летательного аппарата из полимерных композиционных материалов;
- Умные композиты (встроенный непрерывный неразрушающий контроль на основе оптоволоконных систем);
- Рефлекторы для межспутниковой связи из углепластика;
- Пространственные размеростабильные конструкции для космических аппаратов;
- Технологии изготовления композитных лопаток для авиационных ГТД;
- Химически стойкие трубы и емкости из композиционных материалов;
- Надстройка из композиционных материалов для скоростного пассажирского судна;
- Гребной вал судна из полимерных композиционных материалов;
- Хоккейная клюшка из полимерных композиционных материалов;
- Методы борьбы с деламинацией в полимерных композитах;
- Программное обеспечение для прочностного анализа конструкций из композиционных материалов;
- Венозный клапан из полимерного материала;
- Сорбенты для лечения патологий беременности — преэклампсии и антифосфолипидного синдрома и сорбенты для экстракорпоральной терапии сепсиса;
- Самозалечивающиеся связующие для полимерных композиционных материалов;
- Сверхлегкие композитные баллоны высокого давления;
- Композитные трубы для добычи трудноизвлекаемых запасов нефти;
- Строительная базальтовая сетка для армирования дорожного полотна;
- Отечественная система хранения и обработки больших объемов данных. **КМ**

Алексей Чичкин
кандидат экономических наук

Оригинальная статья:
Военно-промышленный курьер
№ 23 (736)

Как химичат с композитами

Существенный прорыв в производстве отечественных углекомпозитов и смежной химпродукции, похоже, вновь откладывается. Проблему обеспечения этими материалами «оборонки» и предприятий, так или иначе связанных с ОПК, удастся решить только за счет импорта.

Печальный вывод неизбежен по итогам заседания в Минпромторге, состоявшегося 14 июня под председательством первого заместителя министра Сергея Цыба и посвященного подготовке очередной «дорожной карты» (ДК) развития производства искусственных и синтетических волокон на период до 2025 года.

Глубокоуважаемый пан-прекурсор

Правда, совсем недавно такие же ДК уже рассматривались. И сопровождались теми же сетованиями на слабую господдержку, недостаток финансирования, растущую себестоимость продукции, вынужденную экспортную ориентацию большинства профильных предприятий и т. п. Такого рода «карты», в которых доминируют обзоры состояния отрасли и прогнозирование ее будущего, готовить, конечно, легче, чем предлагать реальные программы, содержащие конкретные, продуманные и тщательно обоснованные шаги. Но возникает вопрос: неужели разработчики всерьез полагают, что за 5–10 лет можно в столь сложных производствах наверстать то, что не делалось десятилетиями? Вот и нынешняя «карта», появившаяся на свет взамен предшественницы, рассчитана на период до 2025 года. Видимо, чтобы через три–пять лет составить аналогичную «карту»? Зато все при деле...

Характерно, что в новой ДК максимально подробно рассказано о том, из чего делают, как используют и насколько востребованы углеродные и арамидные волокна и нити. Например, первые (УВН) «получают на основе ПАН-жгутика, целлюлозной технити и мезофазного пека. Их применяют для армирования композиционных, теплозащитных, химостойких и других материалов в качестве наполнителей». Напоминается также, что «значительный рынок для углеродных волокон в настоящее время — авиастроение. Из углеродных волокон изготавливают электроды, термопары, экраны-поглотители электромагнитного излучения, изделия для электро- и радиотехники».

Эти подробности, изложенные в «дорожной карте», конечно, ей не повредят. Но как с реальным выпуском УВН?

Как отмечалось, в России на сегодня основу производственного потенциала углеродного сегмента составляют четыре предприятия (три из них входят в структуру госкорпорации «Росатом»). В Китае таких почти полтора десятка.

И согласно ДК в 2015 году состоялся ввод мощностей на одном из тех российских предприятий — «Алабуга-Волокно», производственный потенциал которого составляет до двух тысяч тонн в год, что делает данное предприятие крупнейшим отечественным производителем углеволокон. То есть за минувшие три года мощности этого и других УВН-заводов не возросли. В то время как совокупная мощность аналогичных продуцентов в КНР — минимум 12 тысяч тонн в год.

А объем производства УВН в РФ в 2017 году составил всего лишь 0,5 тысячи тонн, что в 1,3 раза выше, чем в 2016-м, и в 4,5 раз выше, чем в 2012 году. Объем же их потребления — 0,7 тысячи тонн, это в 1,7 раза больше, чем в 2016-м, и в 3,8 раза больше уровня 2012 года. Словом, производственная динамика здесь по-прежнему отстает от потребностей. Потому доля импорта в потреблении в 2017-м, по данным межведомственной группы, — 35 процентов.

Зато доля экспорта в УВН-производстве в 2017 году составила 43 процента. Как отмечалось на заседании, главным образом ввиду растущих цен на эту российскую продукцию из-за увеличивающейся себестоимости. Что ограничивает сбыт на внутреннем рынке и «выталкивает» УВН за рубеж.

> В России углеродный сегмент представлен четырьмя предприятиями. В Китае таких почти полтора десятка

Тем временем согласно ДК-2025 прогнозируется дальнейшее увеличение внутреннего рынка УВН до 2,7 тысячи тонн к 2025 году, а также их производства до 2,2 тысячи тонн к 2025-му. То есть диспропорции сохранятся на прежнем уровне. Сам же этот рынок в РФ имеет потенциал как минимум в пять и более тысяч тонн, но по изложенным причинам «выталкивание» продукции за границы России продолжится.

Недостаточной остается сырьевая база для изготовления УВН в нашей стране. Как сказано в той же ДК, основным сырьем здесь является, как и ранее, ПАН-прекурсор, производимый ООО «Композит волокно» (Саратов) и АО «ВНИИСВ» (Тверь). В КНР и большинстве стран Запада для УВН ныне используется не менее 10 видов сырья, включая упомянутые ПАН-производные, целлюлозные технити, мезофазный пек. А также различные комбинации этих и других видов профильного сырья, в том числе продуктов вторичной переработки ряда натуральных, смешанных и химических волокон.

Но в ходе заседания откровенно отмечалось, что ввиду растущего рынка УВН, в значительной степени влияющего на обеспечение стратегической безопасности государства, снижение выпуска в России ПАН-прекурсора увеличивает долю и объем импорта стратегически важного сырья. Для ослабления импортозависимости и реализации экспортного потенциала UMATEX Group (ГК «Росатом») реализует проект по созданию на территории особой экономической зоны «Алабуга» современного производства ПАН-прекурсора мощностью до пяти тысяч тонн в год. Реализация проекта решает задачу локализации в России полной цепочки производства углекомпозитов. Но по многим оценкам, для обеспечения импортозамещающего внутреннего спроса по углекомпозитам на 85–90 процентов с учетом его роста выше показателей ДК требуется не меньше четырех аналогичных предприятий.

При этом сырьевое обеспечение производства ПАН-прекурсора обеспечено отечественной базой — пропиленом и нитрил-акриловой кислотой (ЗАО «Лукойл-Нефтехим», АО «Сибур-Нефтехим»). Но по другим сырьевым компонентам для прекурсора да и в целом по отрасли разносторонняя сырьевая УВН-база в ДК-2025 не упоминается.

Не склеивается

В «карте» отводится заметное место такой стратегически важной продукции, как арамидные волокна и нити. Напоминается, что их используют главным образом для изготовления средств баллистической

> Еще печальнее дела с обеспечением наших предприятий арамидным волокном: 80 процентов поставляется из-за границы

защиты, а также в аэрокосмической отрасли, в производстве специальных композитных материалов. А также особо прочных кордов, защитной одежды.

В России крупнейшим поставщиком арамидов является АО «Каменскволокно». Их выпускают также ООО «Лирсот» и ООО НПП «Термотекс». Что касается структуры продукции этой подотрасли отечественного химпрома, то доминируют в ней арамидные нити, на которые сегодня приходится свыше 80 процентов спроса. Последние пять лет потребности внутреннего рынка этих нитей составляли тысячу тонн в год, объемы производства — 0,3–0,4 тысячи тонн. Следовательно, спрос на 60 процентов удовлетворялся за счет импорта. Экспорт этой продукции минимален: в 2017-м он составил 12 процентов.

Еще печальнее обстоят дела с обеспечением наших предприятий арамидным волокном. 80 процентов его согласно ДК-2025 поступает из-за границы. Между тем в Евросоюзе, США, Канаде, Японии, КНР, Южной Корее, на Тайване 90 процентов потребностей в данном волокне удовлетворяется благодаря внутреннему производству.

В той же ДК подчеркивается, что в перспективе до 2025 года не ожидается существенного увеличения спроса на это волокно. Хотя почти всеми его производителями планируется наращивание мощностей. Но коли спрос не возрастет, значит, будут работать в основном на экспорт?

Между тем предприятием ОАО «Химволокно» (Серпухов) согласно ДК-2025 в незначительных объемах производятся малотоннажные варианты арамидных нитей: фторлоновые (для космической отрасли) и хлориновые (используемые в химической промышленности). То есть у нас незначительные объемы, а в КНР, США, Японии выпуск этой продукции растет с начала 2010-х темпами шесть — восемь процентов ежегодно.

И еще: в настоящее время в России производится только два компонента для производства арамидных волокон и нитей: мягчитель М-2 (ПАО «Химпром», Новочебоксарск) и терефталоилхлорид (АО «БСК»). Закупка остальных сырьевых продуктов — их около 10 — осуществляется в основном в США, Германии, КНР и на Украине. Отсюда вполне логичный вывод: «Ввиду стратегической важности арамидных волокон и нитей для обеспечения обороноспособности страны отсутствие выпуска большинства компонентов в цепочке производства ставит его в полную зависимость от импорта».

Тем не менее, как отмечено на заседании в Минпромторге, в РФ существуют современные технологии по производству мягчителя М-2, паранитротолуола и хлорпарафенилендиамина: Завод имени Я. М. Свердлова (ФКП «ЗИС») совместно с ООО «Фенил», ООО НИИЦ«Синтез»; ГОсНИИ «Кристалл», ФГУП «ГНЦ «НИОПИК» и ОАО «ГИПРОИВ». Но в каком конкретно производственном исчислении эти технологии будут практически востребованы?

То есть системная господдержка — опять же с конкретикой — требуется и для упомянутого сегмента. Причем со сценариями реальной динамики производства и сокращения импорта. Впрочем, в ДК-2025 говорится, что в целях полного исключения зависимости отечественных производителей арамидных материалов от зарубежных мономеров и полупродуктов разработан проект целевой комплексной программы, в котором предусмотрены разработка технологий получения десяти компонентов и выдача исходных данных на проектирование их производств по современным технологиям (монохлорбензола, дихлорнитробензола, фосгена/трифосгена, 4-нитротолуола, 4-нитробензойной кислоты и ряда других). Отмечено участие в этих работах НК «Роснефть», ОАО «БСК», АО «ФНПЦ «Алтай», АО «Невиномысский азот».

Но будет ли такая программа финансироваться в полном объеме и в строгом соответствии с графиком? И разве возможна успешная ее реализация без четкой увязки с аналогичными планами в смежных подотраслях?

Как значится в «карте» и как говорилось на заседании рабочей группы, основными негативными факторами в ОПК и предприятиях — поставщиках химпрома все так же являются:

- растущая стоимость организации сырьевых и особенно конечных производств в совокупности с длительными сроками окупаемости проектов и с негарантированностью полноценного сбыта;
- дефицит длинных кредитов по низким процентным ставкам;
- растущий дефицит квалифицированных кадров;
- низкие темпы технологического импортозамещения.

Но при наличии этих и смежных проблем, подчеркнем, системных, долю импорта в упомянутых и других сегментах химпрома ДК-2025 предписывает сократить почти вдвое — в среднем до 25 процентов. Однако возможно ли достижение такой планки за считаные годы при сохранении перечисленных негативных факторов, большой вопрос. **КМ**

Конференция «Композитные материалы специального назначения»

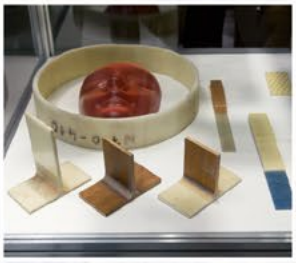
в рамках деловой программы
Международного военно-технического Форума "АРМИЯ-2018"

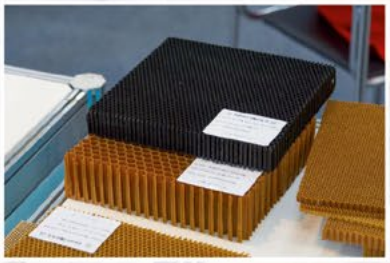
22 августа 2018 года 15.00 - 19.00

конференц-зал D.2 (Павильон D) КВЦ «Патриот»,
г. Кубинка, Московская область

Тематика конференции:

- применение композитных материалов в авиастроении
- применение композитных материалов в судостроении
- использование композитных материалов в обеспечении защиты техники и личного состава ВС
- использование композитных материалов в инженерных сооружениях и транспортной инфраструктуре





Организатор конференции:

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

@mirexpo

Мир-Экспо
Выставочная компания

Дмитрий Щедриков
ООО «Композит-Изделия»
Москва, Волгоградский пр-т, д. 42, корп. 13
тел.: +7 495 787 8828
моб.: +7 915 200 6370
d.schedrikov@hccomposite.com

Отечественные дренажно-впитывающие материалы для печных и автоклавных процессов

Дренажно-впитывающие материалы являются неотъемлемой частью технологических вакуумных пакетов при изготовлении изделий из препрегов стекло- и углепластиков с использованием технологии термовакуумного формования в печи или автоклавного формования. Данные материалы обеспечивают полное и равномерное удаление воздуха из технологического пакета, а также могут осуществлять впитывание излишков связующего или обеспечивать удаление воздуха и летучих соединений в процессе формования препрега. При выборе дренажно-впитывающего материала необходимо учитывать его теплостойкость, а также способность сохранять необходимый уровень газопроницаемости в условиях проведения технологического процесса.

Компанией ООО «Композит-Изделия» разработана линейка дренажно-впитывающих материалов на основе полиэфирных волокон (таблица 1).

Данные материалы обеспечивают качественное проведение большинства технологических процессов с применением наиболее распространенных препрегов угле- и стеклопластиков в печах и автоклавах. Однако существуют технологические процессы, для проведения которых недостаточно свойств полиэфирных дренажно-впитывающих материалов по причине высокой химической активности компонентов связующего или продуктов, образующихся в ходе реакции отверждения, высоких температур или давлений. В ряде технологических процессов с применением препрега КМКС-2М.120.Т10.55 невозможно использование полиэфирного дренажно-впитывающего материала по причине его прогорания в локальных зонах. Данная проблема может привести к образованию прогара уже вакуумного мешка и дальнейшей разгерметизации. Данная картина в процессе испытаний наблюдалась на всех типах полиэфирных дренажно-впитывающих материалов, в том числе и зарубежных производителей. Рис 1–2.

В качестве дренажно-впитывающего материала при формовании препрега КМКС-2М.120.Т10.55 большинство производителей применяют дренажный материал на основе полиамида 66 (ПА 66). Полиамидное штапельное волокно для производства дренажного материала является более дорогим продуктом по сравнению с полиэфирным волокном. Кроме того, вследствие незначительного объема

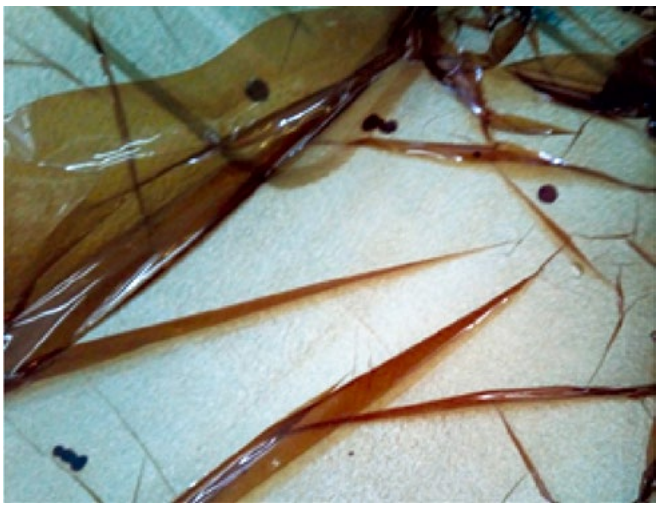


Рисунок 1

Рисунок 2

Таблица 1

Название продукта	Поверхностная плотность, г/м²	Ширина, мм	Толщина,мм	Максимальная рабочая температура, °С
ДВМ 140	140±20	1520±50, 200±10, 150±10	2.5±1.0	210
ДВМ 240	240±25		4.0±1.0	
ДВМ 340	340±35		5.5±1.5	
ДВМ 340-1*	340±30		5.5±1.5	
ДВМ 600	600±60		7.0±1.5	

* Дренажный материал ДВМ 340-1 отличается от стандартной линейки повышенной упругостью, которая достигается за счет использования более извитого волокна.

потребления, стоимость данного типа сырья в РФ велика, а сроки и условия поставки делают его применение сложной задачей. Отметим, что полиамидное штапельное волокно не производится на территории нашей страны.

Специалисты компании «Композит-Изделия» на основании требований представителей ПАО «ВАСО» (Воронеж) разработали комбинированный дренажно-впитывающий материал на основе полиэфирного штапельного волокна и стеклянных волокон, обеспечивающий качественное проведение технологического процесса с применением КМКС-2М.120.Т10.55. Данный материал по свойствам можно сравнить с дренажно-впитывающими материалами на основе полиамидных волокон. Характеристики нового дренажно-впитывающего материла приведены в таблице 2. Новый материал хорошо драпируется, имеет высокую теплостойкость, сохраняет газопроницаемость при повышенном давлении и температуре до 220° С.

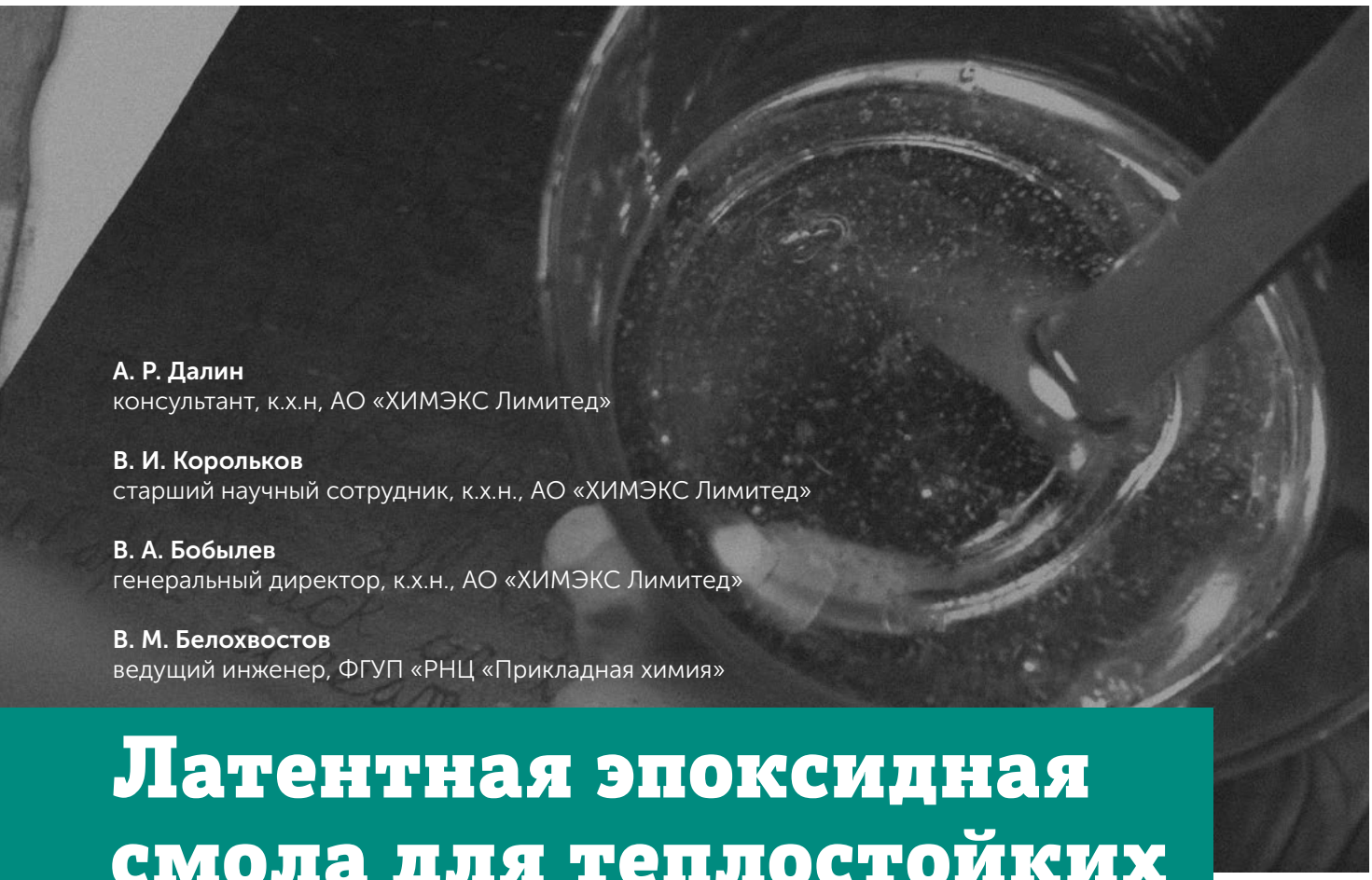
ДВМ–1416КС прошел опробование в производственных условиях и готовится к серийному производству. Разработка и испытания данного материала была бы невозможна без тесного сотрудничества со специалистами ПАО «ВАСО» и ОНПП «Технология», чей опыт и глубокое понимание технологических процессов помогали точному формулированию технических требований к материалу.

Возможности технологического оборудования и профессионализм сотрудников ООО «Композит-Изделия» позволяют успешно решать задачи оптимизации и улучшения свойств нашей продукции, а также вести разработку новых материалов на основе требований и работы с заказчиком. Задача компании — полная локализация основной продукции вспомогательных материалов на территории России в рамках программы по импортозамещению. **КМ**

Опытный образец данного материала был опробован на одном типе изготавливаемых деталей из ПКМ взамен импортного дренажного материала Ultraweave 1032 на основе полиамидного волокна. Испытания прошли штатно, проблем с образованием прогара вакуумного мешка на режиме формования не выявлено. Для более полной отработки возможности применения данного материала в серийном производстве деталей из ПКМ необходимо приобретение пробной партии дренажного материала. *Жирнов В. А. (ПАО ВАСО)*

Таблица 2. Материал дренажно-впитывающий ДВМ-1416КС ТУ 13.95.10-023-30189225-2018.

Название продукта	Поверхностная плотность, г/м²	Ширина, мм	Толщина, мм	Максимальная рабочая температура, °С
ДВМ - 1416КС	450±45	1000±50	3.6±1.0	220



А. Р. Далин
консультант, к.х.н, АО «ХИМЭКС Лимитед»

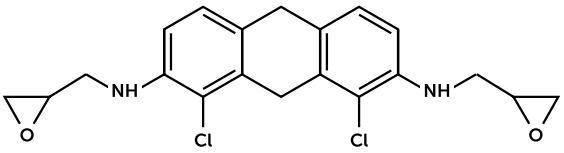
В. И. Корольков
старший научный сотрудник, к.х.н., АО «ХИМЭКС Лимитед»

В. А. Бобылев
генеральный директор, к.х.н., АО «ХИМЭКС Лимитед»

В. М. Белохвостов
ведущий инженер, ФГУП «РНЦ «Прикладная химия»

Латентная эпоксидная смола для теплостойких композитов и клеев

Разработка технологических процессов производства латентных эпоксидных систем [1,2] всегда являлась актуальной задачей в связи с целым рядом удобств, возникающих в процессе применения таких продуктов. Обычно в эпоксидную смолу вводят латентный отвердитель[3], то есть отвердитель, обеспечивающий достаточный срок хранения готовой к применению смеси и быстро отверждающий ее при повышении температуры. Очевидно, что возможен и другой путь создания эпоксидных систем с такими свойствами — синтез смол, имеющих в своей структуре реакционные центры, способные раскрывать эпоксидные циклы. Одна из таких систем описана в работах [3-7] на примере представленного ниже продукта взаимодействия эпихлоргидрина с 3,3'-дихлор-4,4'-диамино-дифенилметаном (I).



(I)

Таблица 1. Показатели качества смол ХТ-725Р, ХТ-727.

Наименование показателя	ХТ-725Р	ХТ-727
1. Внешний вид и цвет	Смола от светло-желтого до коричневого цвета, возможен зеленоватый оттенок	
2. Массовая доля эпоксидных групп, %, в пределах	18–22*	20–25
3. Массовая доля летучих веществ %, не более	—	1,5
4. Массовая доля иона хлора, %, не более	0,04*	0,04
5. Массовая доля омыляемого хлора, %, не более	1,5*	1,5
6. Динамическая вязкость при 50°С, Па×с, в пределах	Фактическая, в зависимости от концентрации смолы и вида растворителя	1–8

* — для сухого продукта.

Наличие в молекуле этого соединения N-H групп обуславливает его способность самополимеризоваться, а наличие электроноакцепторных и стерических заместителей у атома азота снижает активность указанных групп до уровня, обеспечивающего удобство применения.

Показано [3], что образующийся при отверждении смолы (I) продукт имеет хорошие механические свойства в широком интервале температур. Однако предложенный в патенте [4] метод синтеза не технологичен и приводит к получению большого количества отходов. Кроме того, получаемый продукт достаточно устойчив при нормальных условиях только в виде раствора. С целью решения указанных проблем мы провели исследования условий синтеза смолы (I), в результате которых был разработан технологический процесс производства двух технических продуктов ХТ-725Р и ХТ-727 (таблица 1). Эти материалы имеют близкую химическую структуру (I), но отличаются реакционной способностью и, соответственно, товарной формой. Высокоактивная смола ХТ-725Р выпускается по ТУ 2225-725-11131395-2015 в виде 50-80%-ного раствора, а ее менее реакционноспособный аналог ХТ-727 — по ТУ 2225-745-11131395-2016 без растворителя.

1. Исследование оптимальных условий отверждения смол

Определение условий отверждения смол ХТ-725 и ХТ-727 было проведено методом дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК). Эксперименты проводили на автоматизированном калориметрическом комплексе TG-DSC111 Setaram. Управление экспериментом и обработку полученных данных осуществляли с использованием программ «Эксперимент» и «TDPro». Исследование проводили в температурном диапазоне 40÷250°С при линейном нагреве образцов со скоростью 1, 2 и 3°С/мин. Среднее значение разброса измеренных суммарных тепловых эффектов полимеризации смол не превышает 5%.

1.1. Кинетическое описание процесса полимеризации

Характер кривых скоростей тепловыделения, а также проведённые линейно-изотермические опыты позволяют утверждать, что полимеризация протекает с самоускорением, поэтому для описания процесса был выбран класс автокаталитических моделей реакций, учитывающих это явление. Отметим, что автокаталитический механизм характерен для отверждения эпоксидных смол под действием отвердителей [1]. В ходе кинетического анализа установлено, что моделью, хорошо описывающей полимеризацию, является модель обобщённого автокатализа. Уравнение теплового отклика представлено ниже:

$$(d\alpha/dt) = K_0 \times e^{-E/RT} (1 - \alpha)^{n11}(z + \alpha^{n12})$$

$$z = Z_0 \times e^{-Ez/RT}$$

$$dQ/dt = Q_\infty \times (d\alpha/dt)$$

Где: K_0 — предэкспоненциальный множитель [$с^{-1}$],
E — энергия активации [кДж/моль];
R — универсальная газовая постоянная [Дж × $К^{-1}$ × $моль^{-1}$];
T — температура [К];
t — время [с];
dQ/dt — скорость тепловыделения [кДж × $кг^{-1}$ × $с^{-1}$];
Q_∞ — тепловой эффект полимеризации [кДж/кг];
α — глубина превращения;
n — порядок реакции;
z — параметр автокатализа;
Z_0 — предэкспоненциальный множитель;
Ez — эффективная энергия активации, описывающая зависимость параметра z от температуры [кДж/моль].

Значения найденных кинетических параметров представлены в таблице 2.

При обработке экспериментальных данных была получена очень хорошая степень соответствия расчетных и экспериментальных кривых скорости тепловыделения.

1.2. Моделирование различных режимов полимеризации

Для обеспечения требуемого качества готовых изделий (особенно крупногабаритных) и безопасного проведения стадии полимеризации смолы ХТ-725 и

Таблица 2. Кинетические параметры полимеризации смол ХТ-725, ХТ-727.

Параметр	Размерность	ХТ-725	ХТ-727
K_0	$с^{-1}$	1.5 × 104	5.2 × 105
E	кДж/моль	62.3	79.3
n11	—	1.3	1.2
n12	—	0.9	0.4
Z_0	—	1.8	1.1
Ez	кДж/моль	6.3	21.5
Q_∞	кДж/кг	330	277

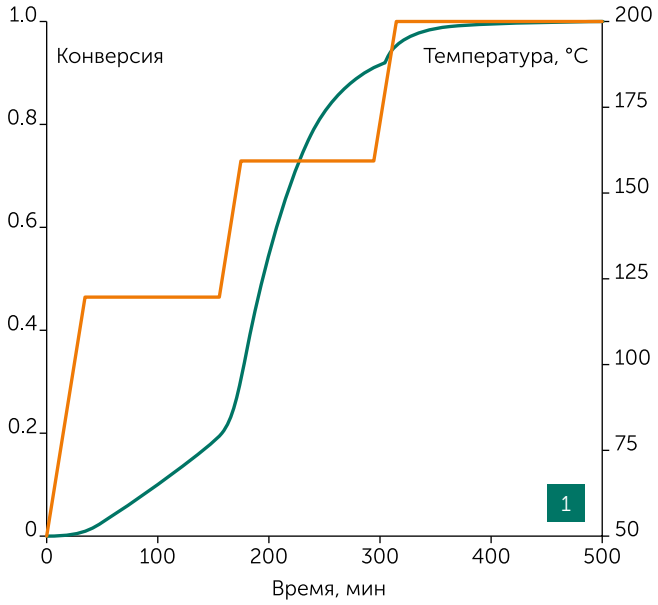


Рисунок 1–2. зеленая кривая представляет конверсию, оранжевая — температуру.

ХТ-727 необходим тщательный выбор режимов.

Полученная кинетическая математическая модель процесса полимеризации позволяет рассчитывать любые режимы отверждения и прогнозировать времена достижения 100%-ной конверсии в диапазоне температур до 250°С. Ниже приведен пример расчета ступенчатых режимов отверждения смол ХТ-725 и ХТ-727. Для моделирования использовали модель реактора идеального смешения с интенсивным теплообменом, при этом температура образца всегда равна температуре термостата (безынерционная система). Очевидно, что такая упрощенная модель может использоваться только для анализа поведения образцов, представляющих собой тонкие слои покрытия, тонкие пластины, оболочки.

В качестве примера приведен расчет полимеризации смол ХТ-725 (рисунок 1) и ХТ-727 (рисунок 2) до 100 %-ной конверсии при ступенчатом нагреве образцов от начальных температур 50°С и 120°С до 200°С. На рисунках 1 и 2 зелёная кривая представляет конверсию, красная — температуру.

Проводилось также моделирование режимов полимеризации с учетом неравномерности температур для крупногабаритных образцов в виде дисков и цилиндров. Показано, что в целом ряде режимов (совершенно безопасных для тонкостенных изделий) в дисках возникает перегрев до 20°С из-за затрудненного отвода тепла. Для образцов в виде цилиндров теплоты реакции было достаточно для развития теплового взрыва с подъемом температуры выше 400°С. Однако во всех случаях возможен подбор режимов отверждения, обеспечивающих безопасное проведение процессов полимеризации смол.

1.3. Исследование изменения свойств смол ХТ-725, ХТ-725Р и ХТ-727 при хранении

Результаты кинетических расчетов процессов полимеризации смол ХТ-725 и ХТ-727 при хранении приведены в таблицах 3 и 4.

Как видно из представленных данных, смола ХТ-725 остается относительно стабильной только при температуре ниже 10°С, а смола ХТ-727 обладает высокой стабильностью при 20°С. Полученные результаты хорошо соответствуют экспериментальным данным.

Экспериментально исследование изменения свойств смолы ХТ-725 с целью определения условий ее хранения и оптимальной товарной формы проводили в течение двух месяцев при температуре 18±2°С.

Анализ нарастания вязкости показал, что при указанной температуре без растворителя смола ХТ-725 быстро набирает вязкость и теряет свои потребительские свойства, что полностью подтверждает полученные расчётом результаты (таблица 3). Предпочтительными растворителями для смолы ХТ-725Р являются этилацетат и ацетонитрил. Нарастание вязкости растворов смолы ХТ-725Р протекает значительно медленнее, что позволяет осуществлять их хранение в течение 6 месяцев.

Смола ХТ-727 стабильна при хранении.

2. Исследование физико-механических свойств отвержденных смол

Во всех случаях исследовали отвержденные образцы смол по режимам, описанным на рисунках 1 и 2.

2.1. Исследования температуры стеклования

Исследования температуры стеклования отвержденных образцов однокомпонентных смол проводили на динамическом механическом анализаторе Q-800 производства TA Instruments. Режим измерений: частота 0,1 Гц, амплитуда 3 мкм, скорость подъема температуры 1°С/мин. Результаты анализа, получаемые на такой низкой частоте, обычно близки по значению к данным в статическом режиме. За температуру стеклования принимали точку перегиба, соответствующую минимуму производной модуля по температуре dE/dT на экспериментальном графике.

Таблица 3. Времена достижения 10-, 20- и 50%-ной конверсий смолы ХТ-725 при температуре хранения 0–50°С.

Температура хранения, °С	Конверсия 10%, дни	Конверсия 20%, дни	Конверсия 50%, дни
0	402	679	1372
10	144	244	500
20	54	94	195
50	4	8	16

Таблица 4. Времена достижения 10-, 20- и 50%-ной конверсий смолы ХТ-727 при температуре хранения 20–50°С.

Температура, ºС	Времена достижения заданной конверсии, дни		
	Конверсия 10%	Конверсия 20%	Конверсия 50%
20	> 500	> 500	> 500
50	55	100	220

Таблица 5. Свойства отвержденных однокомпонентных смол ХТ-725, ХТ-727.

Смола	Разрушающее напряжение при сжатии, МПа	Разрушающее напряжение при изгибе, МПа	Температура стеклования, °С	Адгезия (сталь/грибок), МПа
ХТ-725	213	124	197	10
ХТ-727	202	120	200	10

Полученные значения температур стеклования для продуктов отвержденных смол ХТ-725 и ХТ-727 представлены в таблице 5. Попытка определения температуры стеклования исследуемых образцов методом ДСК в соответствии со стандартом ASTM E1356-08 оказалась неудачной. Можно предположить, что процесс стеклования смол ХТ-725 и ХТ-727 сопровождается очень маленьким изменением теплоемкости образцов, в связи с чем метод ДСК в данном случае неприменим.

2.2. Определение разрушающего напряжения при изгибе и сжатии

Испытания отвержденных образцов смол ХТ-725 и ХТ-727 проводили на машине Shimadzu AG-XD, снабженной силоизмерительной ячейкой 50кН. Методика испытания разрушающего напряжения при изгибе описана в ГОСТ4648-71, при сжатии — ГОСТ4651-71. Полученные экспериментальные данные представлены в таблице 5.

2.3. Определение адгезии смол

Определение адгезии отвержденных смол к стали 3 проводили с помощью механического адгезиметра «Константа–АЦ» по методу отрыва по ГОСТ 27325. Данные представлены в таблице 5.

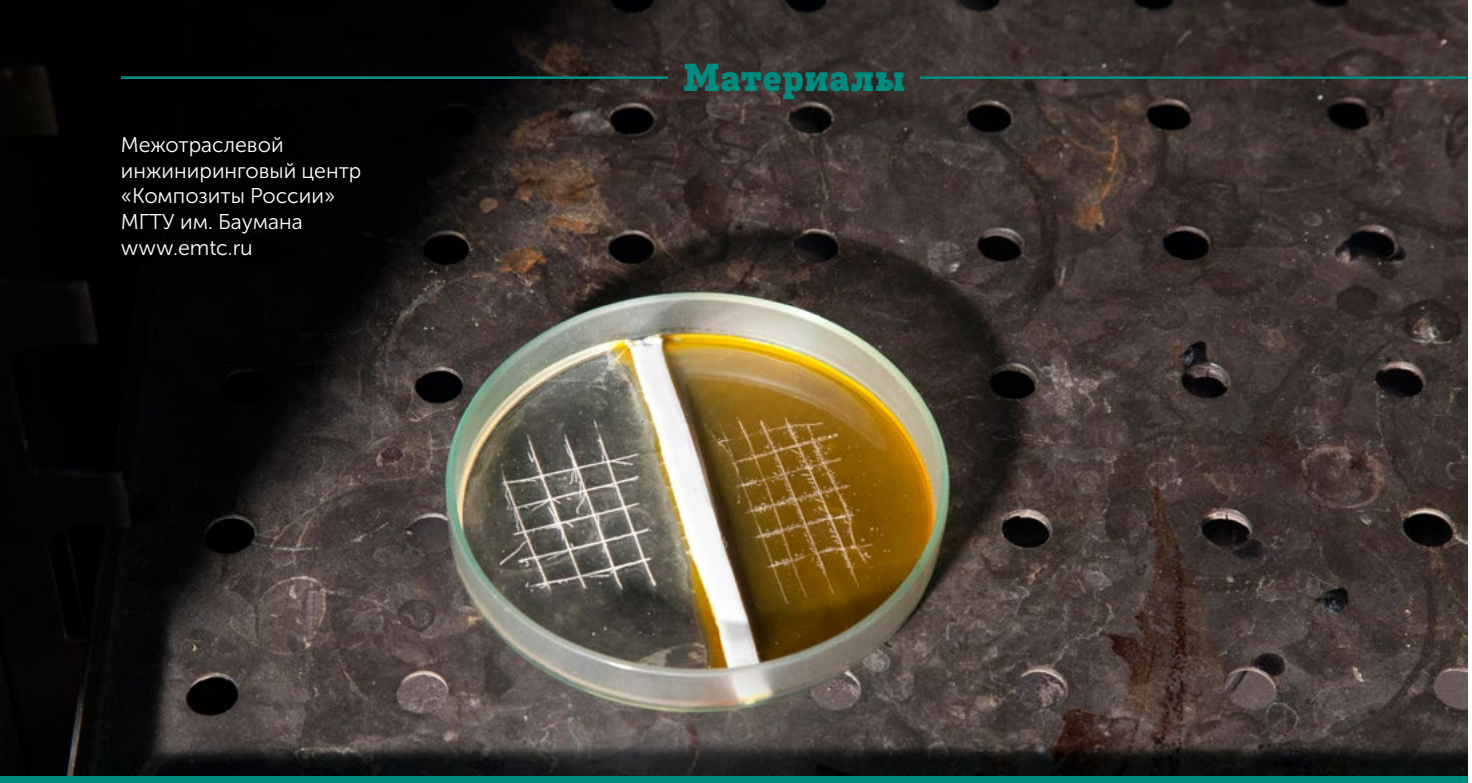
Выводы

Производимые в промышленном масштабе латентные эпоксидные смолы ХТ-725Р и ХТ-727 на основе продукта неполного эпоксидирования 4,4'-диамино-3,3'-дихлордифенилметана обеспечивают получение продуктов отверждения с высокими физико-механическими показателями. Удобные технологические свойства этих продуктов, их стабильность и предсказуемость в процессе изготовления изделий, невысокая вязкость позволяют применять смолы ХТ-725Р и ХТ-727 для производства композиционных материалов различного назначения. **КМ**

Список литературы

1. Х. Ли, К. Невилл. Справочное руководство по эпоксидным смолам. – Энергия, Москва, 1973. – 415 с.
2. А. М. Пакен. Эпоксидные соединения и эпоксидные смолы. – ГНТИХЛ, Ленинград, 1962. – 963 с.
3. Л. Мошинский. Эпоксидные смолы и отвердители. – Аркадия Пресс Лтд., Тель-Авив, 1995 – 370 с.
4. М. С. Федосеев. Вестник Пермского научного центра. 2012. №2, С.4-9.
5. М. С. Федосеев, Л. Ф. Державинская, З. Г. Леус, В.Н.Аверкин. Патент РФ 2411268. 2011.
6. М.С. Федосеев, Л.Ф. Державинская, З. Г. Леус, В. Н. Аверкин. Клеи. Герметики. Технологии. 2011. №1. С.2-6.
7. М.С. Федосеев, Л.Ф. Державинская. Клеи. Герметики. Технологии. 2011. №9. С.23-26.

Межотраслевой
инжиниринговый центр
«Композиты России»
МГТУ им. Баумана
www.emtc.ru



Ученые МИЦ «Композиты России» разработали новые самовосстанавливающиеся материалы

Специалисты Межотраслевого инжинирингового центра «Композиты России» разработали решение проблем, связанных с механическими повреждениями в композиционных материалах.

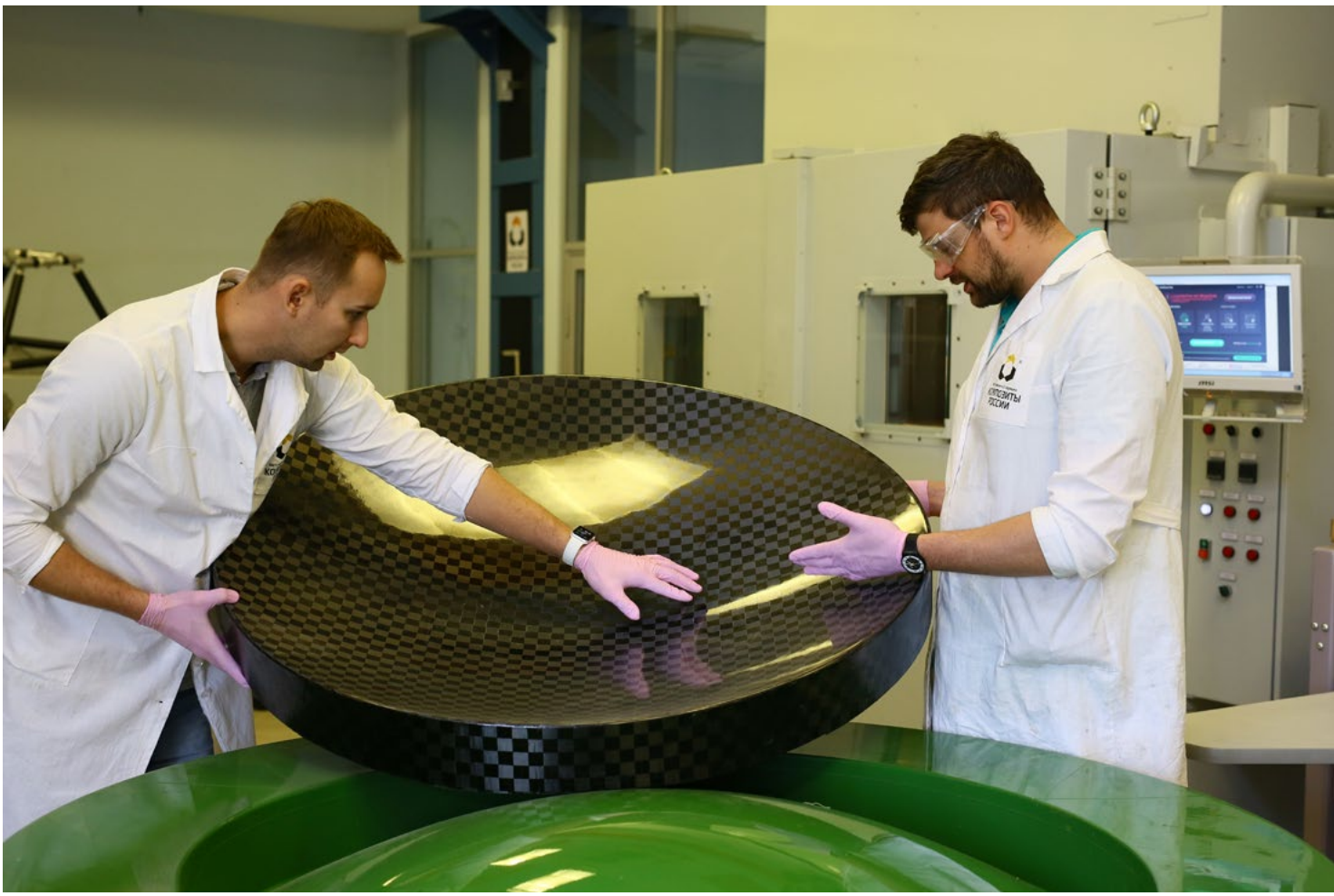
Отслоения волокон от матрицы, микротрещины, повреждения поверхностного слоя материала и другие дефекты не поддаются ремонту. Поэтому в последние годы в индустрии наносистем не прекращаются попытки создания полимеров и полимерных композиционных наноматериалов, способных к самовосстановлению в целях разработки технологии получения и обработки функциональных наноматериалов. Подобные материалы должны самостоятельно «залечивать» трещины и другие дефекты, возникающие в процессе производства или эксплуатации изделия.

«Сейчас существует, как минимум, два принципиально отличающихся подхода к созданию таких материалов: «примесное» и «беспримесное» самовосстановление, — рассказывает Владимир Нелюб, директор МИЦ «Композиты России». — Первый подход предполагает внедрение «залечивающих» добавок в обычный полимерный материал. Компонентами таких добавок обычно являются сферические капсулы или полые трубки, наполненные жидкими мономером или олигомерами, которые разрушаются при образовании трещины. Жидкие компоненты растекаются и полимеризуются под действием отвердителя или катализатора, заранее введенных внутрь композита».

Этот подход обладает рядом преимуществ: позволяет «залечивать» макроскопические трещины и может быть применен для самовосстановления практически любых термопластов.

«Второй подход — это «беспримесное» самовосстановление, — говорит Нелюб. — Он предполагает создание такого материала, который был бы способен заново образовывать химические связи между поверхностями трещины, за счет наличия внутри полимера специально подобранных функциональных групп».

Для создания таких систем необходимо, чтобы мономерные компоненты материала были полностью или частично полимеризованы за счет обратимой, в определенных условиях, реакции. Тогда в случае повреждения материал может быть подвергнут частичной деполимеризации с высвобождением фрагментов, заполняющих трещину, с последующей обратной полимеризацией в сшитое состояние. Такой подход представляется более перспективным, чем



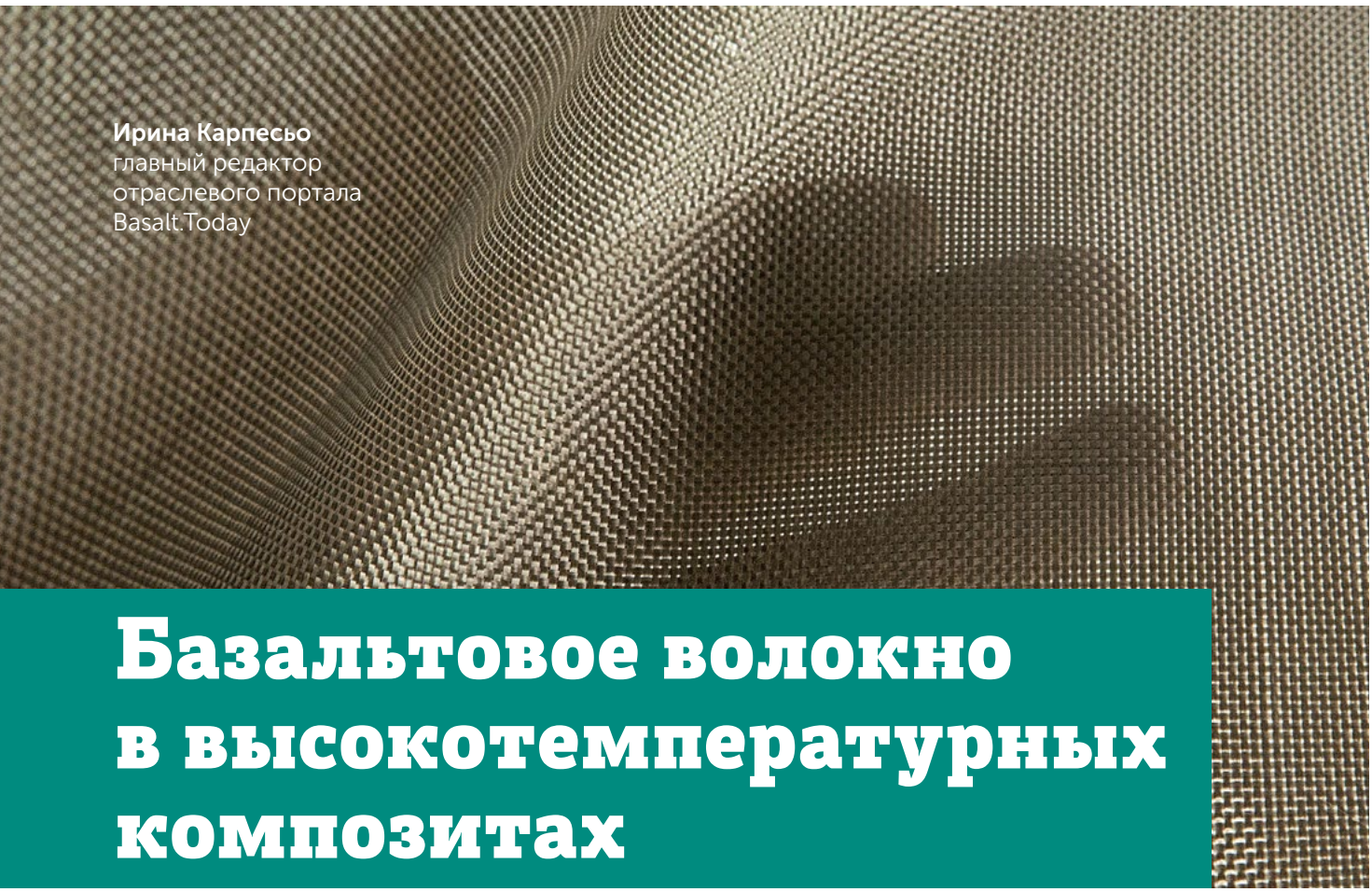
«примесный», ведь он позволяет сделать восстановление контролируемым и многократным, однако связан с необходимостью создания сложной многокомпонентной системы.

«Наши специалисты провели анализ данных и посчитали, что наиболее перспективной обратимой реакцией для создания самовосстанавливающегося материала будет 4+2 циклоприсоединение между парой фуран-малеимид. Прямая реакция Дильса-Альдера между различными фурановыми соединениями и замещенными малеимидами обычно протекает в области 20–70° С, обратная – 90–130° С, что позволяет рассчитывать на создание материала, отверждаемого при относительно невысоких температурах с термостойкостью, превышающей 100° С», — говорит Нелюб.

На этапе анализа ученые МИЦ «Композиты России» разработали подходы к синтезу специальной полимерной основы с фурановым циклом в составе, которая будет способна связываться с залечивающим компонентом — бисмалеимидом.

«В наших лабораториях были проведены оценочные эксперименты по самовосстановлению специально разработанных связующих на основе фурана и бисмалеимида, — рассказывает Владимир Нелюб. — Этот продукт предназначен для повышения надежности и эксплуатационной эффективности различных видов техники, конструкций и сооружений, в которых применяются полимерные композиционные материалы, а также лакокрасочных покрытий».

«Композиты России» уверены, что самовосстанавливающиеся материалы могут позволить увеличить срок службы изделия на 30–40% и сократить расходы на его эксплуатацию из-за снижения аварийности и ремонтных мероприятий, выполняемых в осложненных условиях. В числе потенциальных потребителей результатов проекта могут быть предприятия авиационно-космического комплекса, энергетического комплекса, производители специальной техники и другие. **КМ**



Ирина Карпесьо
главный редактор
отраслевого портала
Basalt.Today

Базальтовое волокно в высокотемпературных композитах

Уровень развития современных технологий и процессов расширили диапазон требований к эксплуатационным характеристикам конструкционных материалов до пределов, которые практически исключают применение мономатериалов.

Материаловедение уверенно вступило в эру композитов, позволяющих сочетать предельные значения составляющих компонентов, необходимых для конкретного приложения: максимальные показатели прочности, коррозионную и химическую стойкость, износоустойчивость, негорючесть и огнестойкость, магнитопрозрачность, послойную или туннельную проводимость, минимизацию удельного веса.

При разработке перспективных композиционных материалов комплексно решаются научные и технологические задачи, целью которых является получение эффективных конкурентоспособных композиций с высокими показателями надёжности, материалоёмкости и функциональности.

Особенно актуально применение композитов для производства изделий, которые будут эксплуатироваться в специфических или жёстких условиях. Спрос на лёгкие и высокопрочные материалы в авиакосмической, оборонной, энергетической и транспортной отраслях подстегнёт рост рынка высокотемпературных композитов: заключили эксперты компании MarketsandMarkets. По результатам их исследования, совокупный годовой прирост рынка высокотемпературных композитов в период 2016–2021 года будет составлять 8,41% и превысит $5 млрд к 2021 году.

Композиты для использования в условиях высоких температурных режимов создаются на основе различных матриц:

- полимерной (polymer matrix composite — PMC) с температурой применения до 425°C;
- керамической (ceramic matrix composite — CMC) с температурой применения 815-1370°C;
- металлической (metal matrix composite — MMC) с температурой применения 1100-1650°C.

На керамокомпозиты приходится самая большая часть рынка в ответ на растущий спрос со стороны производителей газовых турбин, двигателей и комплектующих к ним, теплообменников, тормозных дисков самолетов, автомобилей и морских судов.

Для армирования применяются различные виды волокон: стеклянные, базальтовые, борные, кварцевые, углеродные.

К базальтовому волокну интерес у производителей растёт по мере более активного применения композитов в высокотемпературных приложениях. Рабочий диапазон температур базальтового волокна от -200°C до +600°C. Оно выдерживает кратковременное воздействие до +700°C и разовое воздействие до +1000°C. Температура спекания базальтового волокна +1050°C.

Работы в направлении использования базальтового волокна в условиях высоких температур ведутся во всем мире самыми авторитетными организациями. Например, в 5-ой части «Справочника по композит-

ным материалам» (Composite Material Handbook), опубликованного Министерством обороны США, речь идёт о керамоматричных композитах, в том числе армированных базальтовым волокном. Это руководство по стандартизации было разработано и поддерживается совместными усилиями Министерства обороны и Федерального управления гражданской авиации США.

Благодаря сочетанию хороших механических свойств и сравнительно невысокой себестоимости, базальтовое волокно становится очень привлекательным материалом для многих потенциальных применений. Для экспериментальных и специальных проектов со стоимостью составляющих компонентов считаться не принято. Но в условиях масштабирования производства и серийного производства экономическая составляющая выходит на одну из ведущих ролей.

Композиты с полимерной матрицей могут использоваться при температурах до 260°С. Керамоматричные системы способны выдерживать гораздо более высокие температуры, однако их сложно производить и формировать в промышленных объемах. Возможности разработки высокотемпературных конструкционных композитных материалов всегда были очень ограничены из-за высокой стоимости этих материалов и необходимости последующей обработки.

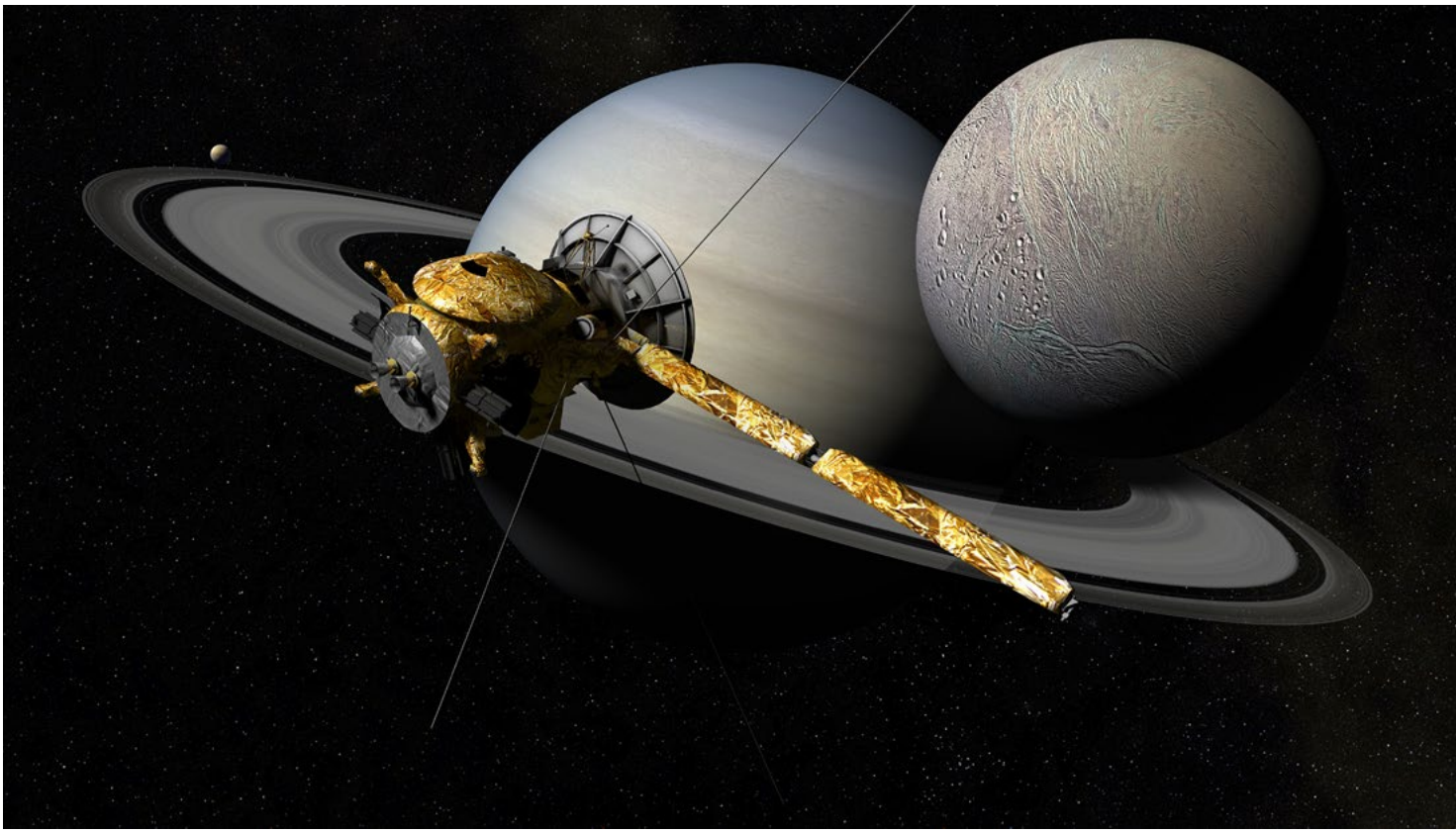
Решением этой проблемы занимается Космический центр Кеннеди НАСА совместно с лабораторией композитных материалов и конструкций кафедры механики и аэрокосмической техники Университета Центральной Флориды. Их исследования посвящены возможности использования базальтового волокна для строительства в условиях высоких температур с целью усовершенствования пусковых площадок и инфраструктурных объектов при помощи легких конструкционных материалов, которые смогут неоднократно выдержать сложные условия эксплуатации.

Керамическую матрицу получают из полимерных прекурсоров (PDC). Композицию с непрерывным базальтовым волокном создают на основе полимерной матрицы, которой можно придать нужную форму и затем вулканизировать. Далее изделие подвергают пиролизу и получают керамику с соответствующими тепловыми и механическими свойствами.

Постоянную работу в разработке новых решений при поддержке JPML/NASA ведёт компания Mid-Mountain, применяя базальтовую вату в линейке CERMEX. Это теплоизоляционные покрытия, маты и бумага с температурным режимом работы от 538°С до 1260°С. Они используются в штампованных прокладках, изоляционных слоях печей и промышленных термокамер, изоляции в съемных экранах и щитках, теплоизоляции трубопроводов и решениях для автомобилей. Сейчас компания занята созданием улучшенных тканей с защитным покрытием, которые смогут выдерживать очень высокие температуры и будут использоваться в системах тепловой защиты для аэрокосмической отрасли.

Базальтовое волокно находит широкое применение не только в оборонной и авиакосмической сфере. Композиции на основе продуктов из базальтового волокна используются в качестве высокотемпературных конструкционных материалов и огнеупоров в ряде приложений, на объектах, где возникновение и распространение пожаров недопустимо.

Это защитная одежда, термоизоляция для авиации, транспорта, энергетики (в том числе атомной), машино- и судостроения, строительства, нефтехимической



и газовой отраслей и так далее.

Из штапельного базальтового волокна изготовляют картон, бумагу, холсты и маты. Из непрерывного волокна — ровинги, ткани, ленты, шнуры, рукава и так далее.

Один из лидеров рынка технического текстиля, компания Olbo & Mehler, производит по собственной запатентованной технологии и поставляет широкому кругу заказчиков огнеупорную базальтовую ткань. Согласно данным исследования «Теплофизические свойства тканей из базальтовых волокон» [1] доказано, что значение толщины, поверхностной и линейной плотности ткани из базальтовых волокон не влияет на ее термостойкость. Разработана классификация тканей из базальтовых волокон по группам, согласно их теплофизическим свойствам: огнестойкие, огнеупорные, пламяупорные (пламязамедляющие).

Основываясь на тепловых характеристиках и свойствах базальтового волокна, полученных в ходе практических тестов к работе «Лучистый нагрев и термические характеристики базальтовой ткани для применения в защитной одежде пожарного» [2], исследователи предполагают, что базальтовое волокно имеет превосходные тепловые характеристики и стабильность при повышенных температурах и обладает большим потенциалом для применения в качестве защитной одежды пожарных.

Мировой рынок огнеупорных тканей должен вырасти до $6,56 млрд к 2024 году при оценке в 2015 году в $3,63 млрд: заключают аналитики Transparency Market Research по результатам исследования Flame Resistant Fabrics Market Size, Share, Trends, Growth, Export Value, Volume & Trade, Sales, Pricing Forecast. Среди применений основной станет защитная промышленная одежда, которая доминировала на рынке в 2015 году. Органы охраны правопорядка, пожарники и транспорт также заинтересованы в подобной продукции. Как ожидается, транспортный сегмент будет активно наращивать свою долю за счет повышения требований безопасности в отрасли.

Появление новых технологических разработок, касающихся применения базальтового волокна в высокотемпературных приложениях, востребованность новых конструкционных материалов с высокими характеристиками термоустойчивости, износостойкости и огнеупорными свойствами станут факторами, стимулирующими развитие рынка производства и потребления базальтового волокна на мировом рынке. **КМ**

Литература

1. Исследование «Теплофизические свойства тканей из базальтовых волокон»; Александра Швец, Киев, Украина/Международный научно-практический журнал «Товары и рынки» 2014. No1
2. Research: Radiative and thermal characterization of basalt fabric as an alternative for firefighter protective clothing ; Miguel Ángel Gallegos Lazcano, Yu Weidong
3. Материалы сайта Basalt Today.

САМПОЛ

РОССИЙСКИЙ ПРЕДСТАВИТЕЛЬ

Polynt Composites

ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАДАЧ

СЫРЬЕ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПКМ:

- Полиэфирные и эпоксивинилэфирные смолы – POLYLITE, DION
- Гелькоаты, топкоаты, филлеры – NORPOL
- Огнестойкие и конструкционные SMC препреги – САМПОЛ
- Огнестойкие покрытия – FINNESTER
- Легкообрабатываемый структурный пенополиуретан – AIREX
- Нетканный полиэфирный материал – SORIC
- Армирующие материалы: стеклонаполнители, синтетическая сетка
- Оборудование и инструменты: ультрафиолетовый светодиодный облучатель, спрей аппараты, RTM, ламинаторы, намоточное оборудование и др.

ИНЖИНИРИНГ, ТЕХПОДДЕРЖКА, ОБУЧЕНИЕ.

443051, Россия, г. Самара
ул. Олимпийская, д. 73
тел.: +7 (846) 272-59-05, 997-71-09
sampol@mail.ru
www.sampol.ru

VI Форум «Композиты без границ»

25 октября 2018

Инновационный центр «Сколково»

Сколково, Большой бульвар, дом 42

Программа форума

- Пленарное заседание «Перспективные направления масштабирования рынка композитов и экспортная ориентация»
- Вручение премии «Композиты без границ. Awards»
- Краудсорсинговый конкурс «Композиты без границ. Идея»
- Тематические треки по применению композитов в промышленности
- Питч-сессии на тему развития технологий производства композитов
- Трек на тему подготовки кадров для индустрии композитов

Примите участие в самом ярком событии в мире композитов в России!

Подробности на сайте umatex.com/composites/forum

Контакты организатора:

Элина Билевская, +7 (916) 237-93-25, e.bilevskaya@umatex.com

UMATEX™ | ГОСКОРПОРАЦИЯ «РОСАТОМ»

МИНПРОМТОРГ РОССИИ

Райхлин Л. А.
Ведущий менеджер по полиэфирным смолам, гелькоутам и стекломатериалам ГК «ЕТС»

Инновационная матричная система производства BUFA Composite Systems

В данной статье мы хотели бы рассмотреть традиционные матричные системы, используемые для изготовления стеклопластиковых матриц, и инновационную систему BUFA Composite Systems.

В своих предыдущих статьях, опубликованных в журнале «Композитный мир», мы упоминали о том, что на российском рынке существуют две технологии изготовления матрицы: «старая» и «новая».

В «старой» технологии используются «ненаполненные» смолы с повышенной температурой тепловой деформации и пониженным пиком экзотермы. Обычно это ортофталевые или изофталевые смолы. В зависимости от требований к качеству матрицы и ее геометрии, формовка осуществляется по 1–2 мм в день, как минимум, до момента набора первых 4–5 мм. Далее некоторые производители оснастки начинают набирать по 2–3 мм за раз.

Новая технология, которой на самом деле уже более 15 лет, это, так называемая, «быстрая матрица». В рамках данной технологии используют смолы, содержащие антиусадочные добавки и наполнитель. Формовка происходит по 4–5 мм за раз, что позволяет за один рабочий день формовать до 10 мм толщины оснастки.

Поскольку почти 99% всех представленных на рынке Европы и России смол для технологии «быстрая матрица» являются ортофталевыми, то с целью повышения их термостойкости, помимо безусадочных добавок в них вводят различные наполнители.

Необходимость повышения термостойкости смолы в первую очередь вызвана тем, что введение антиусадочных добавок снижает температуру тепловой деформации смолы. Поэтому, когда в описании на смолу мы видим цифру, например 60°С, то это значение относится к исходной смоле, а не к смоле матричной. Матричная смола — это смесь исходной смолы с антиусадочными добавками и наполнителем. Недостатком введения наполнителя является то, что смола становится более вязкой и мутной (не прозрачной). В связи с этим увеличивается вероятность плохой пропитки стекломата и появления воздушных пузырей.

Для решения данной проблемы компания BUFA Composite Systems много лет назад разработала дициклопентадиеновую безусадочную смолу BUFA UP Resin 1974 Tooling. За счет более низкой вязкости исходной смолы, получившееся матричное связующее стало менее вязким и более прозрачным. Также наличие дициклопентадиена, как растворителя, замещающего стирол, позволило повысить температуру тепловой деформации до 80°С (ортофталевые смолы — 60°С). Речь идет про исходную смолу!

Рассмотрим вопрос: «Насколько важна высокая температура тепловой деформации?» Стеклопластиковые матрицы используются для изготовлении изделий из искусственного камня. В этом случае температура разогрева изделия не превышает 70°С. При изготовлении стеклопластиковых изделий температура разогрева изделия не превышает 120°С. При термовакуумном формовании температура разогрева термопластичного листа может достигать 180°С. В связи с тем, что матрица, помимо основных слоев на безусадочной смоле, также состоит из гелькоута толщиной 0,8 мм и барьерного слоя толщиной 1 мм, а безусадочная смола со стекломатом демонстрирует термостойкость минимум в 2 раза выше, чем смола неармированная, то температура тепловой деформации 80°С вполне достаточна для стандартных процессов.

Давайте теперь рассмотрим технологию термовакуумного формования. С точки зрения температурного воздействия — это процесс сложный и нестандартный. Кроме того, что на матрицу действует высокая температура, температура действует циклично: резкий нагрев, короткое охлаждение и вновь резкий нагрев. Продолжительность цикла разная, но в самом экстремальном случае 110 секунд. Подобные нагрузки предъявляют высокие требования не только к термостойкости, но и к эластичности смолы/конструкции матрицы. Некоторые производители идут другим путем, увеличивая толщину матрицы вплоть до 30–40 мм. Тогда нет необходимости в повышенной эластичности, так как термосопротивление толстого ламината достаточно, чтобы избежать растрескивания. Но с такой оснасткой тяжело работать по причине ее большой массы, не считая высокого расхода сырья и значительно большей трудоемкости.

Еще одной проблемой является статическое электричество на поверхности матрицы в ходе вакуумного формовки, как, впрочем, и при изготовлении любых изделий на стеклопластиковой оснастке. Из-за нали-

чия статики пыль, которая всегда присутствует в цехе, прилипает к поверхности матрицы и это ухудшает качество конечного изделия.

Производители изделий часто используют антистатические салфетки, что удлиняет время подготовки матрицы к работе. BUFA Composite Systems пошла по следующему пути: для начала была решена задача долговечной и антистатической матрицы. Статику удалось снять с помощью гелькоута BUFA VE Conductive Gelcoat GC-S Green. Долговечность была достигнута за счет более высокой смачиваемости BUFA UP Resin 1974 Tooling, а, следовательно, и более высокой межслоевой адгезии. В результате удалось добиться более 10 тысяч съемов, используя технологию вакуумного формования, и более 3 тысяч съемов при ручном формовании стеклопластика.

В гелькоут BUFA VE Conductive Gelcoat GC-S Green для снятия статики были введены нанотрубки в количестве достаточном для токопроводности, но при этом без влияния на технологичность или цвет продукта. Температуру тепловой деформации гелькоута удалось довести до 130°С, а модифицирование гелькоута уретаном позволило повысить его эластичность.

Компания BUFA всегда находится в поиске решений, которые бы удовлетворяли всех производителей оснастки. Большим успехом для компании BUFA стала разработка продукта, который решал практически противоположные задачи, поставленные разными потребителями: с одной стороны, была потребность в изготовлении крупногабаритной оснастки с площадью поверхности свыше 10 м^2 с уменьшенным временем формовки, с другой стороны требовалась оснастка для вакуумного формовки с запросом на 30 тысяч съемов.

Эти задачи были решены в марте 2018 года, когда на JEC 2018 в Париже была презентована инновационная матричная система, в которой все компоненты матрицы имели одну химическую природу. Гелькоут, барьерная смола и безусадочная смола являются высокоэластичной и термостойкой эпоксивинилэфирной смолой.

Барьерная смола — это предускоренная и тиксотропная эпоксивинилэфирная смола, модифицированная уретаном. Ускоритель, введенный в смолу, был подобран таким образом, что смола не пенится при отверждении обычным пероксидом метилэтилкетона, например Metox-50W.

Безусадочная смола. Впервые в мире удалось разработать рецептуру и начать коммерческое производство эпоксивинилэфирной смолы BUFA VE Resin 7100 Tooling, которая не имеет усадки, и демонстрирует вязкость в 2 раза ниже, чем у смол, представленных на рынке. Смола позволяет формовать до 12 слоев порошкового стекломата 450 гр/м^2 «мокрым-по-мокрому». А поскольку смола более эластичная и термостойкая, по сравнению с дициклопентадиеновой, то одновременно были решены обе задачи: более быстрое формование и повышенная термостойкость и эластичность.

В заключение могу сказать, что по проведенным маркетинговым исследованиям, аналогов системы, которая бы позволила формовать матрицу толщиной свыше 25 мм за один рабочий день, без статики на поверхности и без потери геометрии матрицы — не найдено! **КМ**

Параметры		Стандартная матричная смола ведущих производителей Европы	BÜFA®-Resin VE 7100 Tooling
Нанесение разделителя на мастер-модель		Одинаковое время	
Нанесение гелькоута		Одинаковое время	
Нанесение барьерного слоя		Одинаковое время	
Выдержка при комнатной температуре 24 часа		Одинаковое время	
Формовка основных слоев	10мм	1 день	1 день
	10мм	1 день	
Формовка металлического каркаса, усилений, вкладышей...		Одинаковое время	
Выдержка на мастер-модели		Одинаковое время	
Постотверждение		Одинаковое время	
ИТОГО			Матрица с толщиной 20 мм основных слоев формуется быстрее на один рабочий день

Stoner Molding Solutions®
You Mold It. We Release It.

www.intrey.ru

Технология напыления разделительного воска

От производителей первого жидкого воска на водной основе с высоким содержанием сухих веществ:

Экономия времени нанесения до 80%

Экономичен и прост в применении

Быстрее, чем пастообразный воск

Начните экономить ВРЕМЯ и ДЕНЬГИ!

Негорючий и неопасный!
С высоким глянцем!
Вы должны попробовать этот продукт!

А что если бы вы могли сократить свое производственное время на 80%? Просто задумайтесь, насколько это повысило бы вашу производительность и рентабельность? Как вы думаете, возможно ли это? Что может сделать это возможным?

Ответом на этот вопрос станет Honey Wax Hydro Speed — революционный жидкий воск, с возможностью напыления.

Кроме того, воск Hydro Speed легко очищается с поверхностей матриц и деталей!

Hydro Speed может заменить пастообразные воски на основе растворителей. Таким образом, сегодня, вы можете использовать пастообразный воск, завтра — Hydro Speed, а на следующий день вы снова можете применить пастообразный воск, не опасаясь образования загрязнений на матрице. При производстве Honey Wax Hydro Speed, растворитель, содержащийся в восках Honey Wax, был заменен водой. Поэтому, вы можете использовать Hydro Speed для подготовки новой или восстановленной матрицы.

Насколько это быстрее? На 70–80%, в зависимости от того, какой пастообразный воск вы используете!

Что касается нанесения нескольких цветов гелькоута на поверхность матрицы, Hydro Speed разработан таким образом, что лента 3M Fine Line WIL NOTILift не будет отклеиваться от подготовленной (с нанесением Hydro Speed) поверхности. Для противоскользящих поверхностей, напыление Hydro Speed станет отличным решением, так как его намного легче очистить, чем обычный пастообразный воск.

Stoner Honey Wax Hydro Speed™

Революционный прорыв в технологии матричных разделителей для композитных матриц

Этот новый разделительный воск на водной основе сократит время, необходимое для обработки матриц, в среднем на 75%. Он наносится и смывается так быстро, что вы никогда не вернетесь к пастообразному воску!

Hydro Speed является неопасным, негорючим и может наноситься вручную или с помощью системы распыления HVLP. Начните экономить время и деньги и повысьте свою производительность и рентабельность уже сегодня!

Описание продукта

Honey Wax Hydro Speed — это универсальная восковая эмульсия, с высоким глянцем для использования в композитном производстве, как разделительный агент для матриц. Его основные компоненты — очищенный карнаубский воск, специальные связующие и усиливающие растекание агенты.

Honey Wax Hydro Speed — это эмульсия на водной основе с высоким содержанием сухих веществ, которая не содержит растворителей. Honey Wax Hydro Speed безвредный и негорючий, высыхает менее чем за 1 минуту после нанесения. Это превосходный матричный разделитель, обеспечивающий хорошую воспроизводимость и неокрашивающуюся, твердую разделительную пленку, которая важна для производителя. Значительно быстрее в нанесении и очистке, чем другие пастообразные воски. Пленка, остающаяся после нанесения, достаточно прочная и абразивостойкая.

Использование

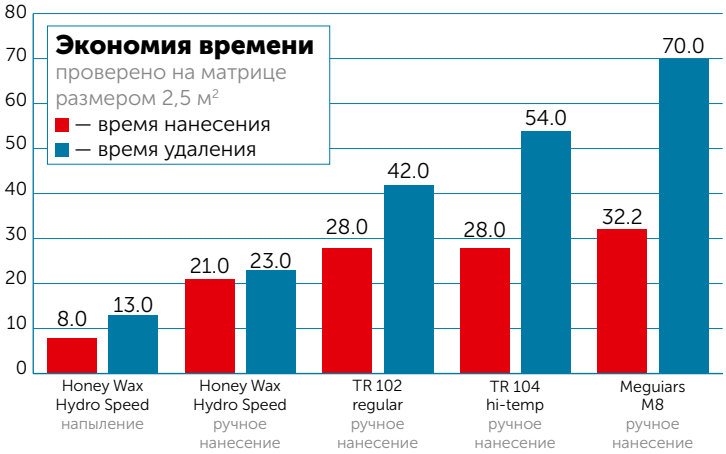
Предназначен для использования как на новых, так и на восстановленных матрицах.

Рекомендации к использованию

Honey Wax Hydro Speed можно наносить поверх слоя пастообразного воска. Нет необходимости в предварительной очистке матрицы.

Для новых и восстановленных матриц тщательно очистите поверхность матрицы от всех загрязнений, таких как масло, жир, пыль или грязь. Отшлифуйте и отполируйте поверхность матрицы до необходимого глянца, для очистки используйте очиститель KantStik Mold Cleaner. Если вы используете поразаполнители, то перед нанесением Honey Wax Hydro Speed нанесите 2 слоя Kantstik Mold Slear 1.0 с промежутком в 30 минут между слоями.

1. Honey Wax Hydro Speed можно наносить как вручную так и напылением!
   Перед использованием хорошо встряхните флакон в течение нескольких секунд.
   При нанесении вручную используйте губку и наносите как обычный воск, привычным способом.



НЕ НАНОСИТЕ СЛИШКОМ МНОГО СОСТАВА! Не используйте более 1–2 г/0,1 м².

2. При нанесении с помощью распылителя рекомендуется использовать пистолет HVLP с гравитационной подачей и соплом размером 1.0-1,5 мм. Отрегулируйте поток жидкости и воздуха таким образом, что бы напыление происходило мелкодисперсионным туманом. **Hydro Speed применяется таким же образом, как и PVA, т.е. вам потребуется нанести всего один слой!**
3. Дождитесь помутнения нанесенного слоя. При правильном применении это должно произойти через 20–60 секунд, в зависимости от температуры и влажности.
4. Как только восковая пленка высохнет, располируйте поверхность до блеска, используя чистую ткань, которая хорошо поглощает жидкость, например, микрофибру.
5. Для новых и восстановленных матриц рекомендуется подождать 10–15 минут между слоями и нанести 5–7 слоев перед тем, как запустить матрицу в работу.
6. При вводе новой матрицы в эксплуатацию и при использовании полиэфирной или винилэфирной смолы, рекомендуется, для первых двух циклов формования, наносить PVA поверх начальных 5–7 слоев Honey Wax Hydro Speed.
7. Нет необходимости очищать матрицу, на которую уже нанесен какой–либо пастообразный воск. Достаточно нанести 1 слой Hydro Speed (шаги 1–4) поверх уже имеющихся слоев воска.
8. Honey Wax Hydro Speed и традиционный воск на основе растворителя можно использовать в сочетании друг с другом. Они полностью совместимы.

ХОРОШО ВСТРЯХНУТЬ ПЕРЕД ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ. НЕ ЗАМОРАЖИВАТЬ. Закрывать после каждого применения. Хранить в плотно закрытой таре, сухом и прохладном месте. Срок хранения 24 месяца с момента изготовления.

Материал предоставлен
Fraunhofer Institute for Applied Polymer Research IAP
г. Потсдам-Гольм, Германия
Тел.: +49 331 568 -1706
e.mail: johannes.ganster @ iap.fraunhofer.de
www.iap.fraunhofer.com

Дешевое углеродное волокно уже не за горами

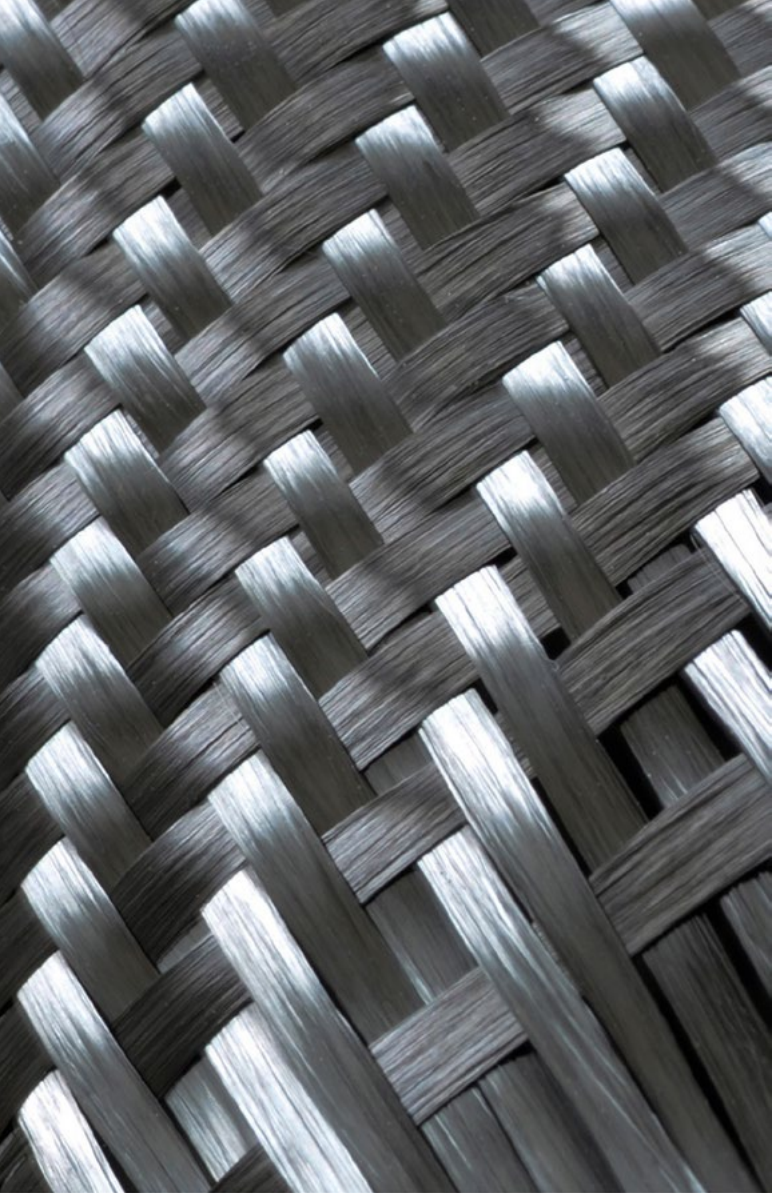
Полиакрилонитрильные (ПАН) волокна являются самым распространенным прекурсором для производства углеродных волокон. А углеродные волокна — наиболее передовым армирующим материалом для композитных материалов, используемых в авиастроении, производстве гоночных болидов и люксовых яхт, а также высокотехнологичных товаров для спорта. Однако их применение в других отраслях промышленности, например, в автомобилестроении или строительстве, которые используют в основном стеклокомпозиты, остается единичным. И главной причиной этому является высокая стоимость производства углеродных волокон и, как следствие, их высокая цена.

Около половины стоимости производства традиционных углеродных волокон приходится на производство прекурсора — полиакрилонитрильного волокна. ПАН полимер не плавится, поэтому производство волокна идет с помощью дорогостоящей технологии формования из раствора.

«Мы разработали альтернативную технологию получения ПАН-прекурсора под названием ComCarbon®, которая позволяет сэкономить около 60% его стоимости. Она основана на формовании волокон из расплава специально разработанных для этого сополимеров ПАН, — объясняет профессор Иоганн Ганстер (Prof. Dr. Johannes Ganster), который руководит в Fraunhofer IAP исследованиями в области биополимеров. — Произведенные по данной методике ПАН-волокна-прекурсоры перерабатывают в углеродные волокна с помощью известных стандартных технологий».

Формование волокон из расплава имеет ряд экономических и экологических преимуществ по сравнению с формованием из раствора. Во многом это обусловлено отсутствием в технологической цепочке использования растворителей, которые в большинстве своем являются опасными для окружающей среды и требуют дорогостоящей последующей переработки и утилизации. Кроме того, расплавный метод позволяет исключить потери полимера (практически 100% исходного полимера формуется в волокно) и существенно увеличить скорость формования.

Плавкие сополимеры ПАН обычно содержат в



своем составе довольно большое, порядка 20 %, количество сомономеров, которые ухудшают структуру получаемого для последующей карбонизации ПАН-волокна. Институтом Fraunhofer IAP специально для данной технологии разработаны сополимеры ПАН, с заранее заданным составом и сниженным содержанием сомономеров.

Формование волокон из расплава ПАН-сополимеров можно осуществлять на обычном для данного вида операции оборудовании, включающем одношнековый экструдер, трехцилиндровую систему вытяжки и приемное устройство.

На опытном производстве был реализован процесс формования со скоростью 1000 м/мин, в результате которого были получены волокна ПАН-прекурсора сплошной структуры (без наличия полостей и пустот), круглого поперечного сечения и с гладкой поверхностью.

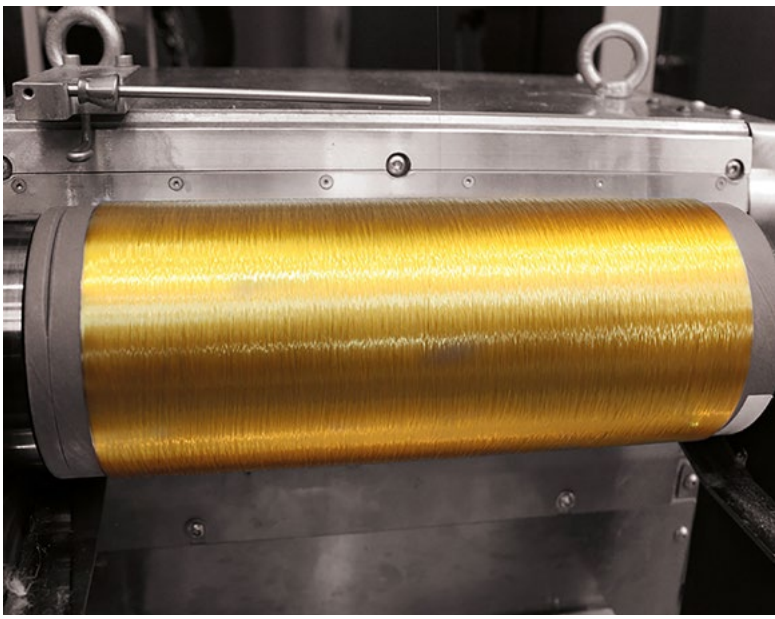
Линейную плотность получаемых по данной технологии волокон можно задавать стандартными общепринятыми методами, а также в процессе формования можно получать как полностью, так и частично ориентированные волокна.

Полученные по расплавной технологии мультифиламентные ПАН-волокна-прекурсоры предварительно переводят в неплавкое состояние (в технологии ComCarbon® данная стадия носит название пре-стабилизации), а дальше подвергают обычным для производства углеродного волокна стадиям: стабилизации (окисления при средних температурах в диапазоне 200–250°С) и карбонизации при температуре 1600°С.

Пре-стабилизацию можно проводить несколькими способами:

- по одному из них прекурсор переводят в неплавкое состояние благодаря поперечным внутренним сшивкам между молекулами сополимеров ПАН, которые образуются в результате электронно-лучевой или ультрафиолетовой обработки только что сформованных волокон;
- второй способ предусматривает химическую обработку сформованных волокон, инициирующую циклизацию содержащихся в сополимерах отдельных не ПАН-фракций, благодаря чему волокно переводится в тугоплавкое и даже неплавкое состояние.

Сотрудники института прикладных полимерных исследований IAP Fraunhofer отработали данную технологию на опытных установках и готовы к промышленной реализации процесса совместно с заинтересованными компаниями композитной отрасли, в том числе российскими. **КМ**



Матвей Резников
генеральный директор

Евгений Медведев
технический директор

ООО «Партитек»
тел.: +7 (499) 3-722-522
+7 (800) 2-009-522
e-mail: info@partitech.ru

Атмосферная плазма — экологичный и высокоэффективный метод обработки поверхности

Boeing, Airbus S.A.S., Volkswagen Group,Mercedes-Benz AG, BMW AG, TDK, Pfizer Inc. на различных этапах производства применяют холодную атмосферную плазму для обработки поверхности изделий. Почему крупнейшие производители, лидеры своих отраслей, внедряют данную технологию все шире и зачастую заменяют ей производственные процессы, применяемые в течение десятилетий?

Ответ заключается в комплексном и эффективном воздействии, которое обеспечивает применение холодной атмосферной плазмы. Эффекты обработки: активация поверхности, ультратонкая очистка от органики и окислов, создания микрорельефа и стерилизация.

Преимущества технологии:

1. Уровень активации поверхности композиционных материалов, металлов и пластиков выше по сравнению с обработкой коронным разрядом;
2. Создание микрошероховатостей на поверхности обрабатываемых изделий экологически чистым способом в отличие от пескоструйной обработки и применения абразивных материалов, химии;
3. Высокотонкая очистка от органики и удаление оксидных пленок на микронном уровне эффективнее традиционной работы с растворителями. Нет остаточных загрязнений;
4. Стерилизация поверхности
5. Возможность полной автоматизации процессов.

Такое комплексное воздействие позволяет получить поверхность, оптимально подготовленную для последующих операций склейки и покраски.

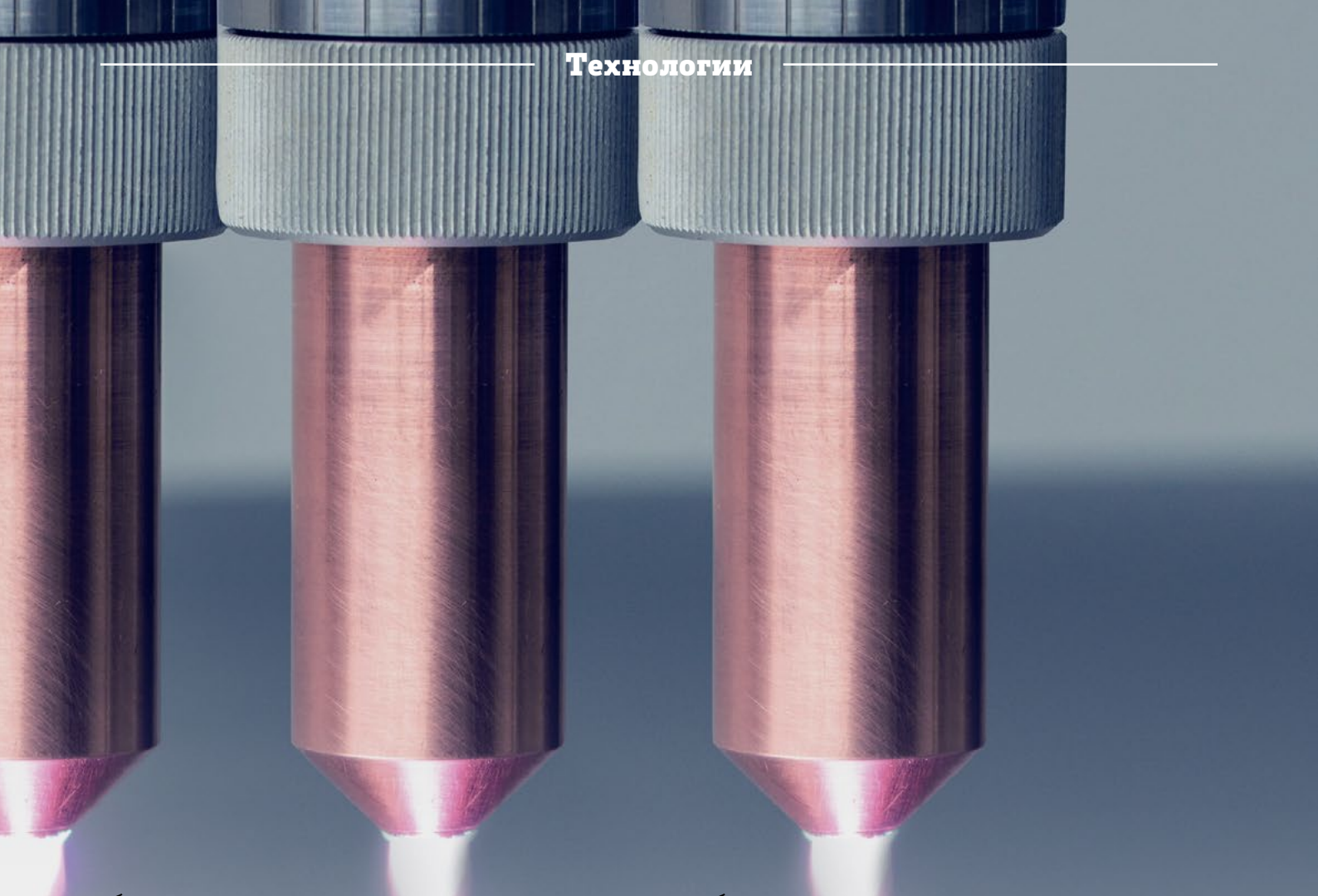
К сожалению, на сегодняшний день российские специалисты мало знакомы с применением атмосферной плазмы на производстве. Данный факт подтвердили результаты встреч и переговоров сотрудников ООО «Партитек» с посетителями выставки «Композит-Экспо 2018». Поэтому компания ставит себе задачей, прежде всего, донести отечественным производителям преимущества освоения данной технологии.

Что такое атмосферная плазма?

Плазмой называется частично ионизированный газ. Атмосферная плазма — плазма, генерируемая при атмосферном давлении или близком к нему. В отличии от плазмы низкого давления, атмосферная плазма не требует использования специальных камер и дорогостоящих вакуумных насосов для поддержания определенного давления, и не накладывает ограничения на габариты обрабатываемых изделий.

Генерация атмосферной плазмы дуговым разрядом

Электрические разряды генерируются высоким напряжением в диапазоне от 5 до 20 кВ, пульсирующим с частотой от 10 до 100 кГц. Рабочий газ (сжатый воздух и азот, смеси газов азот/кислород, аргон/кислород, аргон/водород) продувается через



область разряда, при этом часть молекул и атомов ионизируется. Температура плазмы в дуговом разряде составляет 6 000–12 000°С. Но после того как газ покинет область дуги через сопло плазменного генератора он быстро остывает до температуры 250–450°С. При высоких скоростях обработки такие температуры не перегревают и не повреждают поверхность обрабатываемого материала.

В то время как плазма остается холодной, высокоэнергичные электроны и ионы многократно сталкиваются с молекулами газа, производя короткоживущие атомы и химические соединения, такие как атомы H, N и O, радикалы OH, ON, озон, азотную и азотистую кислоту, а также другие молекулы, находящиеся в метастабильных состояниях. Все эти короткоживущие соединения делают плазму химически очень активной. При контакте с обрабатываемой поверхностью она вызывает большое количество физических и химических процессов, таких как активация, очистка от органики и окислов, микроструктурирование и функционализация. Помимо этого, при прямом контакте электрического разряда с поверхностью, она облучается ультрафиолетовым излучением и дезинфицируется.

Тепловое воздействие атмосферной плазмы

Тепловое воздействие на поверхность — один из важных аспектов при обработке углепластиков и стеклопластиков.

Оно характеризуется рядом параметров, которые необходимо регулировать и контролировать — мощность обработки, скорость газового потока, частота пульсаций, дистанция и скорость обработки. Современные генераторы атмосферной плазмы обладают этими возможностями. Это позволяет избежать тепловой перегрузки композиционных материалов без потери эффективности обработки.

Есть ли опыт применения атмосферной плазмы в отрасли производства композитных материалов? Да. И результаты говорят за себя. При правильном подборе режимов возможно добиться активации поверхности углепластиков и стеклопластиков до 72 мН/м с сохранением этого значения сроком до 5 дней. Такая обработка — прямой путь к улучшению адгезии при последующей склейке и окраске.

Relyon Plasma GmbH

В 2016 году эксклюзивным партнером ООО «Партитек» стала немецкая инновационная компания Relyon Plasma GmbH, которая специализируется на разработке и производстве оборудования для обработки поверхности холодной атмосферной плазмой. Специалисты компании обладают большим практическим опытом и с 2002 года успешно внедряют свои решения в различные отрасли производства и медицины, открывая новые перспективные направления применения холодной плазмы. Результат проделанной работы — более тысячи Заказчиков по всему миру, две запатентованные технологии формирования атмосферной плазмы и созданные на их базе плазменные генераторы.

1. Технология PAA® (Pulsed Atmospheric Arc) — пульсирующая дуговая плазма атмосферного давления.
Применение: высокоскоростная обработка.

На базе данной технологии работает промышленный генератор Plasmabrush PB3.

Преимущества технологии:

- Широкий спектр рабочих технологических газов (сжатый воздух, азот, N2/H2, аргон/кислород, аргон/водород) — решение различных задач;
- Комплектация под задачу — возможная разная степень автоматизации процессов обработки;
- Технологический контроль — оценка параметров обработки в режиме реального времени, предупреждение неисправностей;
- Обработка проводящих и непроводящих материалов;
- Гибкая настройка технологического процесса — регулирование мощности обработки, частоты, газового потока, расстояния обработки;
- Специализированное ПО — запись, хранение и анализ полученной информации для выработки оптимизированных условий технологического процесса;
- Воздушное охлаждение.

2. Технология PDD® (Piezoelectric Direct Discharge) — прямой пьезоэлектрический разряд.
Применение: обработка небольших и чувствительных к нагреву изделий.

На базе данной технологии работает ручной портативный генератор Piezobrush PZ2.

Преимущества технологии:

- Компактный размер генератора Piezobrush® PZ2 при высокой плотности мощности;
- Для работы нужен только источник питания 220 В
- Температура обработки — менее 50°С;
- Безопасность работы для персонала и обрабатываемой поверхности;
- Большой срок службы — нет необходимости замены компонентов генератора;
- Обработка проводящих и непроводящих материалов
- Широкий спектр рабочих технологических газов (сжатый воздух, азот, аргон) — решение различных задач.

Генератор атмосферной плазмы Plasmabrush® PB3

Системы смешивания и дозирования двухкомпонентных материалов

Для получения прочного и долговечного клеевого соединения элементов изделия из композиционных материалов, композиционных материалов и металлов, необходима качественная подготовка клеевого состава и его точное дозирование с высокой повторяемостью доз материала.

В процессе работы на свойства клея значительное влияние оказывает температура окружающей среды и влажность. Для получения стабильных результатов, с требуемым качеством изо дня в день и от детали к детали, эти параметры должны поддерживаться с высоким постоянством и быть в диапазоне, рекомендуемом производителем.

В рамках производственного помещения обеспечить это проблематично. Но механические системы дозирования компонентов клея, их смешивания и дозирования позволяют с высокой точностью контролировать эти параметры при работе с двухкомпонентными клеями. Свойства наносимого клея будут соответствовать спецификации производителя и обеспечат постоянство результатов.

Таким образом, применение систем смешивания и дозирования двухкомпонентных клеев позволит улучшить качество выпускаемой продукции и полностью автоматизировать процесс нанесения клея, где это возможно и необходимо. В дополнение практически полностью исключена возможность загрязнения материала и максимально эффективно использование всего объёма клея, близко к 100%.

Оборудование компании Fluid Research (Великобритания), партнера ООО «Партитек» по направлению оборудования для прецизионного дозирования материалов, предназначено для работы с двухкомпонентными адгезивами, полиуретанами, силиконами, акрилатами. Широкий модельный ряд от простых до полностью автоматизированных систем обеспечивает смешивание компонентов в соотношении от 1:1 до более чем 1:100 и дозирование материалов с вязкостью до 1 000 000 сПз.

Благодаря запатентованным дозирующим насосам PosiloadTM точность дозирования достигает ±0,5%. Использование емкостей для компонентов материала различного объёма и различные механизмы контроля дозирования готовой смеси позволяют подобрать решение для любой производственной задачи.

Для работы с однокомпонентными клеями и другими материалами наши партнеры применяют оборудование компании Fisnar Europe (Великобритания). Дозирующие насосы в комплекте с клапанами и контроллерами — идеальное решение для автоматического дозирования клея без пузырьков и пустот. **КМ**

Более подробно с оборудованием и технологиями компаний Rleyon Plasma GmbH и Fisnar/Fluid Research можно ознакомиться на сайтах: www.relyonplasma.partitech.ru www.fisnar.partitech.ru.

INVENTRA
Part of CREON

КАЛЕНДАРЬ МЕРОПРИЯТИЙ НА 2018 ГОД

15 ФЕВРАЛЯ
ПЭТФ 2018

16 ФЕВРАЛЯ
ВТОРИЧНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ПОЛИМЕРОВ 2018

26 ФЕВРАЛЯ
ПОЛИУРЕТАНЫ 2018

22 МАРТА
ПОЛИЭТИЛЕН. ПОЛИПРОПИЛЕН 2018

18 АПРЕЛЯ
ПОЛИМЕРЫ В УПАКОВКЕ 2018

19 АПРЕЛЯ
ПОЛИМЕРЫ В КОСМЕТИЧЕСКОЙ И ПАРФЮМЕРНОЙ ИНДУСТРИИ 2018

26 АПРЕЛЯ
ПОЛИМЕРНЫЕ ТРУБЫ И ФИТИНГИ 2018

22 МАЯ
ПОЛИМЕРЫ В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ 2018

29 МАЯ
ПОЛИМЕРЫ В МЕДИЦИНЕ 2018

6-7 СЕНТЯБРЯ
ПОЛИКАБОНАТ 2018

13 СЕНТЯБРЯ
ПОЛИЭФИРНЫЕ И ЭПОКСИДНЫЕ СМОЛЫ 2018

28-29 СЕНТЯБРЯ
ФОРУМ “ПОЛИМЕРЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ 2018”

10 ОКТЯБРЯ
БИОПОЛИМЕРЫ 2018

18 ОКТЯБРЯ
ПОЛИСТИРОЛ И АБС-ПЛАСТИКИ 2018

14 НОЯБРЯ
ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ 2018

22 НОЯБРЯ
ФОРУМ “ПОЛИМЕРЫ РОССИИ 2018”

4 ДЕКАБРЯ
ПВХ. ИТОГИ ГОДА

ДОПОЛНИТЕЛЬНУЮ ИНФОРМАЦИЮ О ПРЕДСТОЯЩИХ КОНФЕРЕНЦИЯХ ВЫ МОЖЕТЕ ПОЛУЧИТЬ В ОРГКОМИТЕТЕ ПО ТЕЛ. +7 (495) 276-77-88 ИЛИ E-MAIL ORG@CREONENERGY.RU

Ирина Карпесьо
главный редактор отраслевого портала Basalt.Today

КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ БАЗАЛЬТОВОГО ВОЛОКНА В НОВЫХ РОЛЯХ

Традиционное применение базальтокомпозитов — строительные приложения. Фибра для армирования строительных смесей, базальтопластиковая арматура и базальтокомпозитные сетки для штукатурных, кладочных и грунтовых работ хорошо зарекомендовали себя на практике, и их использованием уже никого не удивить.

Но креативные умы разработчиков не устают находить базальтовому волокну всё новые и новые роли, стремясь полноценно эксплуатировать весь спектр физико-химических характеристик, экологичность и невысокую стоимость по сравнению с углеволокном.

ИЗНОСОСТОЙКАЯ ЭКИПИРОВКА

Всемирно известная компания Rossignol обычно включает слой базальтовой ткани в сэндвич-конструкцию, из которой изготавливает свои популярнейшие линейки лыж. Однако на крупнейшую специализированную выставку в области спортивной индустрии ISPO Munich представители компании привезли не лыжи, а куртку. Не просто деталь экипировки для покорителей горных склонов, а высокотехнологичное изделие, армированное тканью из базальтовых и углеродных нитей, с эксклюзивной технологией поддержки мышц и специальной системой вентиляции.

Инновационная разработка компании впечатлила жюри конкурса, проводимого в рамках выставки, функциональными возможностями и высокими эстетическими качествами. И куртка Atelier Course Jkt с базальтовым волокном стала победителем ISPO Award 2017 в категории «Товары для лыжного спорта».

ОГНЕУПОРНАЯ ОДЕЖДА

Зная высокие параметры термостойкости базальтового волокна, было более ожидаемым увидеть его применение в огнеупорной одежде, чем на снежных спусках. Обратили внимание на способность базальтовых волокон сохранять высокую стабильность при повышенных температурах авторы проекта «Made of Rock». Молодые дизайнеры из Университета строительства и художественного конструирования Баухаус (Германия) представили образцы термостойкой одежды в числе экопроектов на проходившей в Нидерландах выставке Dutch Design Week 2017.

В разработанных ими моделях внешний слой выполнен из базальтовой ткани, вместо обычно используемой арамидной. Проект вошёл в число лучших экспонатов, получив такую оценку за применение более экологичных и экономичных материалов, которым является базальтовое волокно.

КОПТЕРЫ

Рынок дронов растёт по экспоненте. Беспилотным летательным аппаратам доверяют всё больше ответственных задач в самых разных сферах. Коммерческий, милитарный и пользовательский сегменты применения беспилотников переживают бум. Список материалов, из которых изготавливают коптеры, очень обширен – направление одно из новых, и каждый из производителей исходит из целей и критичных параметров надёжности необходимого аппарата. Специалисты компании Isomatex уверены, что базальтокомпозиты достойны занять заметное место в числе наиболее предпочтительных материалов для изготовления дронов.

Лёгкий и прочный диэлектрик с отличными параметрами виброгашения — таким получился композит на основе базальтового волокна Filava от Isomatex. Из этого материала компания изготовила и передала заказчику квадрокоптер Vulcano One. Кроме того, это полностью перерабатываемое волокно — из его расплава можно опять получить высококачественную базальтовую нить. Такую безотходную технологию компания считает своим козырем в свете тренда на производства замкнутого цикла с целью сохранения окружающей среды.

АДДИТИВНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Сфера 3D-печати — ещё одно направление, находящееся в стадии активного развития. Принтеры позволяют сократить время производства, затраты на персонал и логистику, практически исключить отходы.

Последние разработки позволяют ожидать, что 3D-печать армированными пластиками станет очередным революционным прорывом в производстве композитных изделий. Ведущие разработчики уже сосредоточились на промышленном производстве аддитивным методом. В фокусе внимания исследователей и конструкторов находятся технологии и материалы для серийного выпуска функциональных изделий с соответствующими бескомпромиссными требованиями к их характеристикам. Ряд компаний применяют в качестве одного из материалов для армирования базальтовое волокно. Например, Impossible Objects, предложившая инновационный метод «сплавлять» листы волоконноармированных композитов, вышла на рынок с пилотным образцом принтера для крупносерийного производства, который использует различные виды полимерных связующих и волокна, включая базальтовое.

Роботизированная система компании Atropos с шестиосным манипулятором способна печатать термореактивными смолами, армированными базальтовым или другим непрерывным волокном, или смешивать их для получения гибридных изделий сложной формы и с различной концентрацией наполнителя в определённых местах. Такие возможности были высоко оценены авторитетным жюри JEC World, и компания стала победителем премии JEC Innovation Award 2017 в номинации «3D-печать».

Компания EnvisionTEC создала промышленный принтер для аэрокосмической, медицинской и автостроительной отраслей, работающий с ткаными композитами различного плетения из базальтового и других волокон по уникальной технологии селективного ламинирования.

Базальтовое волокно для многих приложений становится оптимальным материалом, обладающим неординарным набором свойств. Набирающий силу тренд «зелёных технологий», как ожидается, придаст очередной импульс к расширению его применения, появлению следующих разработок и решений в новых интересных сферах. **КМ**

www.composite.ru

Использование сэндвич-материалов DIAB на железнодорожном транспорте

Сэндвич-композиты Diab уже много лет успешно используются в различных областях промышленности, в том числе и на транспорте, что обусловлено их уникальными свойствами — существенным снижением веса готового изделия при условии сохранения высокого уровня механических характеристик, великолепными изоляционными свойствами, стойкостью к коррозии и так далее. Кроме того, применение сэндвичей позволяет в значительной степени снизить потребление топлива, ведь чем легче транспортное средство, тем меньше энергии для движения ему требуется. А это, в свою очередь, уменьшает выбросы вредных газов в атмосферу, делая транспорт более экологичным, что соответствует мировым тенденциям сохранения чистоты окружающей среды.

В настоящем обзоре мы предлагаем Вам ознакомиться с конкретными примерами использования сэндвич-материалов Diab на практике.

Снижение веса монорельсового поезда — двойной успех DK Composites и DIAB

Компания DK Composites, расположенная в Малайзии, является производителем разнообразных композитных изделий и обладает более чем 10 000 м^2 производственных площадей. С 2007 года компания поставляет внутренние и внешние компоненты поездов в Scomi Rail, крупнейшнего производителя городских монорельсовых систем в Малайзии. Сейчас DK Composites осуществляет поставки по двум крупным проектам Scomi Rail — новой монорельсовой дороги в Мумбаи и расширяющегося монорельсового парка в Куала-Лумпур.

Для монорельса в Мумбаи, который, по оценкам экспертов, будет перевозить 125 000 пассажиров ежедневно, DK получила задание разработать потолочное покрытие поездов, которое должно соответствовать требованиям английского стандарта BS 653 FST (показатели пожаростойкости, дымовыделения и токсичности) для транспортного средства категории 1а.

После долгих поисков и исследований специалисты DK остановили свой выбор на препреге (фенольная смола/ стекло) в сочетании с заполнителем Divinycell P100 от Diab. Серия Divinycell P, широко используемая на ж/д транспорте благодаря своим высоким механическим характеристикам и оптимальным показателям пожаростойкости, дымовыделения и токсичности, стала естественным выбором для данного случая. Кроме того, данная серия продуктов особенно рекомендуется поставщиками препрегов для работы в сочетании с этими материалами.

Полученное в результате потолочное покрытие поезда обеспечивает желаемые показатели пожаростойкости, дымовыделения и токсичности, однако весит на 50% меньше обыкновенной алюминиевой композитной панели. Таким образом, общее снижение веса составляет 400 кг на один вагон поезда.

Для монорельсовой дороги в Куала-Лумпуре Scomi Rail заказали специалистам DK разработать новую носовую часть поезда для расширяющегося парка поездов. В проект включены две носовые кабины, пол и стенки, которые должны удовлетворять требованиям стандарта BS 6853 FST, для транспортного средства категории 2.

Для изготовления ламината выбрали препрег (эпоксидная смола/ стеклоткань) в сочетании с заполнителем Divinycell P150 от Diab. Как и в случае с монорельсовым проектом в Мумбаи, использование такого материала позволило сэкономить 30% веса по сравнению с традиционным материалом, а показатели дымовыделения, токсичности и пожаростойкости гораздо выше.

Результаты этих двух проектов впечатлили не только Scomi Rail, но также и оргкомитет Инновационной программы JEC, которые присудили награду компании DK в номинации «железная дорога» во время проведения JEC Asia в 2012 году.

Divinycell P — выбор для нового поезда TZV Gredelj

Хорватская компания TZV Gredelj интенсивно использует Divinycell P в сочетании с наружными слоями из алюминия для изготовления полов и внутренних панелей своих новых дизельных поездов. Помимо снижения веса без потери прочности одной из причин выбора Divinycell P явилось снижение внутреннего структурного шума и создание более комфортной обстановки для пассажиров. Кроме поставки сэндвич-материалов Diab оказал TZV Gredelj всестороннюю инженерную поддержку.

Новый дизельный поезд TZV Gredelj разработан для обслуживания региональных маршрутов. Это поезд из трех частей, включающий в себя два концевых модуля с двигателями и кабинами водителя и один промежуточный двигатель без кабины.

Компания TZV Gredelj занимается производством поездов уже более 117 лет. Их главный завод в Загребе занимает площадь 350 000 м^2. Компания не только является главным поставщиком поездов для Хорватии, но и экспортирует более 40% своей продукции, которая используется по всему миру — от Аргентины до Саудовской Аравии.

Divinycell H и P используется для строительства нового поколения китайских поездов

Для создания первого высокоскоростного китайского поезда нового поколения интенсивно используется легкий и в то же время прочный сэндвич-материал Divinycell от Diab. Из него, в частности, изготавливаются внутренние компоненты — двери, полы, потолки, стенки. Пенопласты Divinycell заменили использовавшиеся раньше сотовые материалы, так как они проще в использовании и обладают лучшими рабочими характеристиками. Изделия из Divinycell легче поддаются машинной обработке, чем сотовые, а поверхность их гладкая и не требует ошкуривания.

Пенопласты Divinycell могут использоваться в сочетании как со стеклопластиковыми наружными слоями, так и с алюминием или деревом. Кроме того, детали из пенопласта Divinycell легче, чем сотовые, а их прочность, жесткость и ударные свойства выше. Другие несомненные преимущества этого материала – низкое водопоглощение, великолепные изоляционные свойства и устойчивость к усталости, что удовлетворяет требованию по сроку службы поезда 30 лет.

В данном случае сэндвич-компоненты на основе Divinycell использовались для изготовления только внутренних компонентов, однако их можно также применять и для наружных изделий, таких как маски и крыши.

Получить более подробную информацию по сэндвич-материалам DIAB Вы можете, обратившись в любое представительство Группы Компаний «Композит», а также на нашем сайте www.composite.ru. **КМ**

Полиэфирные смолы
Эпоксивинилэфирные смолы
Гелькоуты
Стекломатериалы
Сэндвич-материалы
Системы отверждения
Вспомогательные материалы
Оборудование для стеклопластика

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

Группа компаний КОМПОЗИТ
www.composite.ru

Санкт-Петербург | Москва | Нижний Новгород | Самара | Екатеринбург | Казань
Ростов-на-Дону | Новосибирск | Минск | Алматы | Рига | Вильнюс | Таллин

А. Л. Меламед
Б. С. Клеусов, к.т.н.
Е. Г. Чеблакова
АО «НИИграфит», г. Москва

Исследование фазовых параметров углеродных конструкционных нитей

Целью настоящей работы являлось определение степени структурной упорядоченности и законченности процессов карбонизации и графитации углеродного волокна, применяемого для изготовления углерод-углеродных композиционных материалов (УУКМ). Так как эти материалы производятся и могут использоваться при температурах выше 2000°С, дополнительная усадка армирующего наполнителя в процессе изготовления или эксплуатации приводит к возникновению некомпенсированных внутренних напряжений, которые могут вызвать коробление, в особенности заметное для тонкостенных изделий.

Для исследования были выбраны образцы углеродной конструкционной нити УКН/5000 по ГОСТ 28008-88 четырёх партий производства ООО «Аргон», углеродного жгута ВМН-4 по ТУ 1916-122-00200851-2009 двух партий производства ООО «ЗУКМ», волокна марки UMT45-12K-EP производства ООО «АЛАБУГА-ВОЛОКНО» Umatex Group, а также импортное волокно марок Aksa 12КА - 42, Aksa 6КА - 38 (Турция) и две поставки Toray T-700 SC-6K (Франция).

Все нити — на основе ПАН прекурсора, со сходными характеристиками, различающиеся текстильной плотностью и заявленной производителем температурой конечной термообработки [1–3]. Содержание углерода не менее 92%, основные примеси: азот (около 6%) и водород (около 0,5%).

Две серии экспериментов проводились на образцах нитей в состоянии поставки и после их термообработки при температуре 2170±35° С (ТО) в электровакуумной печи ЭВП-1500 с выдержкой в течение 1 часа. Содержание углерода после ТО увеличивалось до 99%.

Сбор данных осуществляли на порошковом дифрактометре Bruker D8 Advance (Германия). Волокна помещались в кремниевую кювету с низким фоном. Параметры съёмки: медное излучение с длиной волны λ = 1,5418 Å, шаг сканирования 0,02°, экспозиция в точке 60,8 с.

Обработка данных проводилась с помощью программы TOPAS, описание велось одной или двумя фазами. Параметр Lc, характеризующий размеры кристаллитов (областей когерентного рассеяния) в направлении перпендикулярном графитовому слою, рассчитывали по формуле Селякова–Шеррера [4]:

$$L_c = \frac{k\lambda}{\beta \cos\Theta}$$

где: Lc — средний размер кристаллитов;
k — безразмерный коэффициент формы частиц (постоянная Шеррера), для графита принят k = 0,89;
λ — длина волны рентгеновского излучения;
β — ширина рефлекса на полувысоте (в радианах и в единицах 2θ);
θ — угол дифракции (Брегговский угол).

Результаты экспериментов сведены в таблицы 1 и 2, до и после ТО соответственно. Для сравнения приведены данные для кокса каменноугольного пека, карбонизованного при 800° С (таблица 1) и того же кокса после ТО при 2170° С (таблица 2).

Рентгеновская плотность рассчитывалась по формуле:

$$\rho = n \times A \times m \div V$$

где: ρ — рентгеновская плотность, г/см^3;
n — число атомов на 1 элементарную ячейку (для графита n = 4);
A — атомная масса (для углерода A = 12,0111 а. е. м.);
m — 1 а. е. м., г (m = 1,6657 × 10^{-24} г);
V — объём элементарной ячейки, см^3.

Объём элементарной ячейки определяли по результатам рентгенофазового анализа:

Таблица 1. Рентгенографические параметры углеродного волокна в состоянии поставки.

Марка углеродного волокна	Две фазы						Одна фаза		
	1 d_{002}, Å	1 L_c, нм	ρ, г/см³	2 d_{002}, Å	2 L_c, нм	ρ, г/см³	d_{002}, Å	L_c, нм	ρ, г/см³
УКН/5000, п. № 8094/1	3,888	1,3	2,09	3,474	2,3	1,56	3,655	1,8	1,58
УКН/5000, п. № 8117/2	4,049	1,3	1,30	3,684	2,1	1,62	3,660	1,7	1,57
УКН/5000, п. № 8160	3,800	1,5		3,470	2,5		3,665	1,7	1,58
УКН/5000, п. № 8280/1							3,589	1,9	1,61
ВМН-4, п. № 10	3,789	1,5	2,08	3,440	3,7	2,20	3,451	3,2	2,30
ВМН-4, п. № 12/1	3,889	1,3	2,08	3,466	3,6	2,19	3,445	3,4	2,30
UMT45-12K-EP	4,009	1,5	1,89	3,640	2,2	2,08	3,602	1,8	2,15
AKSA 12 KA - 42	3,900	1,6		3,480	2,0		3,609	1,4	1,60
AKSA 6 KA - 38	3,900	1,5		3,470	2,1		3,599	1,4	1,61
T-700 SC, lot A 115121	3,800	1,5		3,450	2,4		3,573	1,6	1,62
T-700 SC, lot F 5110 M-2	3,800	1,5		3,460	2,3		3,578	1,7	1,62
Кокс каменноугольного пека							3,482	2,3	2,13

Таблица 2. Рентгенографические параметры углеродного волокна после термообработки при 2170°С.

Марка углеродного волокна	Две фазы						Одна фаза		
	1 d_{002}, Å	1 L_c, нм	ρ, г/см³	2 d_{002}, Å	2 L_c, нм	ρ, г/см³	d_{002}, Å	L_c, нм	ρ, г/см³
УКН/5000, п. № 8094/1	3,781	2,7	2,00	3,600	5,3	2,10	3,463	3,7	1,54
УКН/5000, п. № 8117/2	3,675	3,2	2,06	3,519	5,7	2,15	3,452	3,9	1,56
ВМН-4, п. № 10	3,899	2,4	1,95	3,443	5,1	2,20	3,446	3,8	1,56
ВМН-4, п. № 12/1	3,897	2,3	1,94	3,441	5,2	2,20	3,447	3,8	1,56
UMT45-12K-EP	3,760	2,7	2,01	3,572	5,3	2,12	3,444	3,9	1,56
Кокс каменноугольного пека	—	—	—	—	—	—	3,415	27,1	2,25

$$V = \frac{\sqrt{3}}{2}a^2c$$

где: a — параметр ячейки в гексагональной плоскости [7] (рисунок 1);
c — параметр ячейки равный расстоянию между гексагональными плоскостями ($c = 2d_{002}$).

Степень графитации рассчитывали по формуле:

$$g = \frac{d_T - d_{002}}{d_T - d_{пр}} = \frac{3{,}44 - d_{002}}{0{,}086}$$

где: g — степень графитации;
$d_т$ — межплоскостное расстояние турбостратного графита;
$d_{пр}$ — межплоскостное расстояние природного графита;
d_{002} — межплоскостное расстояние исследуемого материала.

Из-за большой ширины рефлекса для всех образцов, в особенности по сравнению с шириной линии частично графитированного кокса каменноугольного пека (рисунок 2), рассчитанная степень графитации оказалась нулевой.

Это говорит о незаконченности процесса графитации углеволокнистых материалов из ПАН прекурсора, в отличие от кокса высокотемпературного каменноугольного пека, который после ТО показал степень графитации около 30%. Однако при сопоставлении кривых интенсивности рефлексов (рисунок 2) видно значительное сужение и увеличение пиков после термообработки, свидетельствующее о начале процесса графитации. Об этом говорит и снижение рентгеновской плотности, связанное с перестройкой кристаллической решётки, аналогичное описанному ранее в работе А. Ф. Красюкова [8], процитированной С. В. Шулеповым [9, с. 51].

Для выяснения истинной температуры финишной термообработки построены графики зависимости

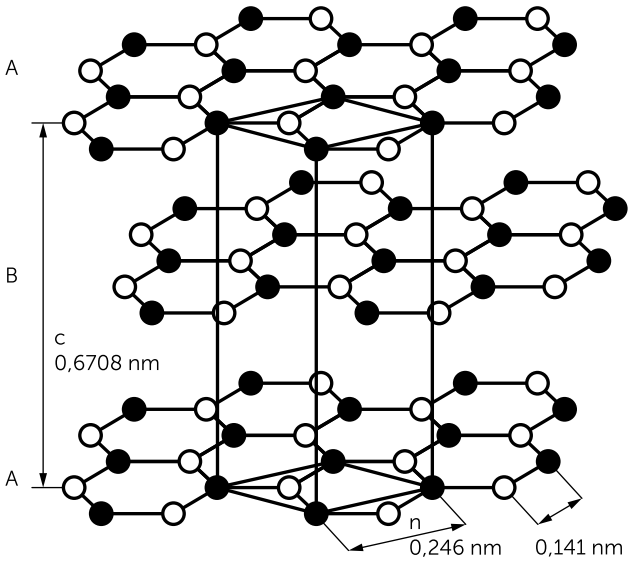


Рисунок 1. Элементарная ячейка α–модификации графита.

среднего размера кристаллитов в направлении перпендикулярном графитовому слою и рентгеновской плотности от температуры финишной термообработки, заявленной изготовителями волокна или от температуры последующей дополнительной термообработки в ЭВП-1500 (рисунок 3).

Как видно на графиках 3 и 4, истинная температура финишной термообработки углеродного волокна марок УКН/5000, UMT45-12K-EP, Aksa и T-700 в состоянии поставки 1500 - 1800 °С, ВМН-4 — более 1900°С, что согласуется со сведениями, полученными от производителей.

Выводы

Исследованы зависимости среднего размера кристаллитов в направлении перпендикулярном графитовому слою и рентгеновской плотности от температуры финишной термообработки, что позволяет оценивать величину предполагаемой усадки волокон из ПАН прекурсоров при изготовлении УУКМ.

Установлено, что сравнительный анализ параметров кристаллической решётки углеродных нитей разных производителей позволяет судить о достигнутой степени структурной упорядоченности. Таким образом, метод рентгенофазового анализа может использоваться для оценки температуры финишной термообработки углеродных нитей наряду с более современными, но косвенными методиками, такими как рамановская спектроскопия и измерение магнетосопротивления [10, 11]. **КМ**

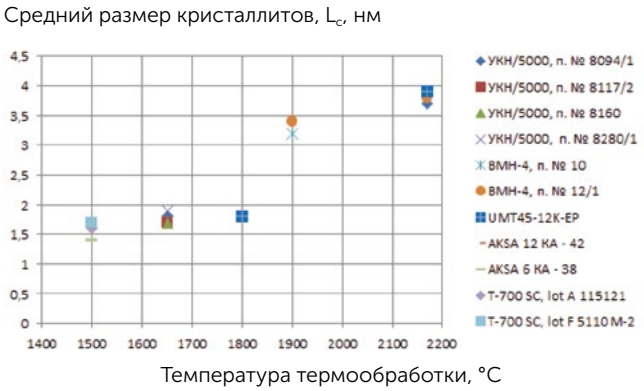


Рисунок 3. Зависимость размеров кристаллитов от конечной температуры термообработки углеродного волокна.

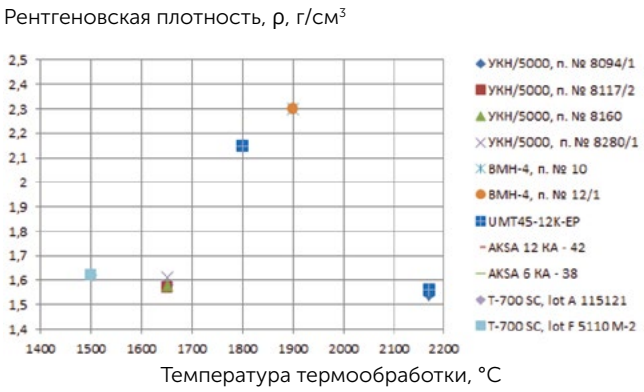


Рисунок 4. Зависимость рентгеновской плотности от конечной температуры термообработки углеродного волокна.

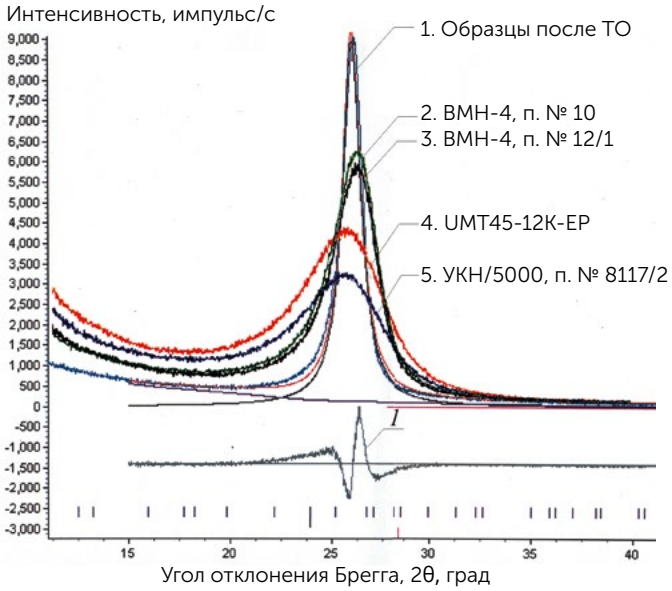


Рисунок 2. Результаты рентгенофазового анализа образцов углеродного волокна после ТО (1) и в состоянии поставки (2–5).

Список литературы

1. Мелешко А. И., Половников С. П. Углерод, углеродные волокна, углеродные композиты // М.: «САЙНС-ПРЕСС», 2007. - 192 с.
2. Свистунов Ю. Углеродное волокно UMATEX Group, презентация. www.hccomposite.com
3. Pradere C. Caracterisation thermique et thermomecanique de fibres de carbone et ceramique a tres haute temperature. Thèse présentée pour obtenir le titre de docteur de l'école nationale supérieure d'arts et métiers. Spécialité : mécanique – energétique// Arts et Métiers ParisTech, 2004, <NNT : 2004ENAM0021>. <pastel-00001547>.
4. Patterson A. L. The Scherrer Formula for X-Ray Particle Size Determination// Phys. Rev., 1939 56 (10): с. 978–982.
5. Шешин Е. П. Структура поверхности и автоэмиссионные свойства углеродных материалов// М.: Издательство МФТИ, 2001. – 288 с.
6. Фиалков А. С. Углеграфитовые материалы// М.: Энергия, 1979. – 320 с., ил.
7. Хакало С. С., Кривцов А. М. К определению упругих характеристик кристаллической решетки α-графита при учете моментного взаимодействия между частицами//mech.spbstu.ru/images/c/c8/Graphite_Khakalo.pdf
8. Красюков А. Ф. Нефтяной кокс// М.: Химия, 1966
9. Шулепов С. В. Физика углеграфитовых материалов// М.: Металлургия, 1972. – 256 с.
10. John R. Ferraro, Kazuo Nakamoto and Chris W. Brown. Introductory Raman Spectroscopy (Second edition) Elsevier, 2003, ISBN: 978-0-12-254105-6
11. Котосонов А. С., Левинтович И. Я., Волга В. И., Шмакова Е. С. Способ определения степени трёхмерного упорядочения искусственных графитов. Авторское свидетельство СССР SU 1542234 A1 приоритет от 16.02.88

COMPOSITES EUROPE

13-я европейская выставка – форум, посвященная композитным материалам, технологиям их производства и возможностям применения

МЫ ОБЪЕДИНЯЕМ МАТЕРИАЛЫ И ЭКСПЕРТОВ

ПОЛУЧИ СВОЙ БЕСПЛАТНЫЙ ВХОДНОЙ БИЛЕТ УЖЕ СЕЙЧАС

Бесплатные входные билеты можно оформить на сайте выставки только до 31 августа 2018

06–08 ноября 2018

Выставочный центр «Мессе Штутгарт», Германия

www.composites-europe.com/promo

Organised by Reed Exhibitions

Partners EuCIA AK VDMA Composites Germany

Шебанов С. М., к.т.н.

Новая функция распределения вероятностей для аппроксимации прочности волокон

1. Введение. Постановка задачи

Модели деформирования композиционных материалов требуют точного описания свойств компонентов. Для оценки вероятности разрушения волокон бесспорным лидером является распределение Вейбулла [1], функция распределения которого имеет вид:

$$F(x|x_u, x_0, m) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{x - x_u}{x_0}\right)^m\right) \quad (1)$$

Параметр x_u соответствует напряжению, ниже которого вероятность разрушения волокна равна нулю. В математической статистике этот параметр обычно называют параметром сдвига. Чаще используется двухпараметрический вариант, когда предполагают, что параметр сдвига равен нулю. Причина этого в неустойчивости алгоритмов его определения [2] и, очевидно, инерция традиций. Функция плотности распределения (дифференциальная функция распределения) определяется как:

$$f(x|x_m, x_0, m) = \frac{dF}{dx} = \left(\frac{x - x_u}{x_0}\right)^m \left(\frac{m}{x - x_u}\right) \exp\left(-\left(\frac{x - x_u}{x_0}\right)^m\right) \quad (2)$$

Для технологов-материаловедов и специалистов, занимающихся проблемами разрушения композиционных материалов при отработке технологии волокна и прогнозе свойств композита, важны предельные минимальные и максимальные значения прочности волокна. Так как первые определяют начало разрушения армирующей структуры композита, а вторые определяют верхний предел его работоспособности. Распределение Вейбулла позволяет оценить только предельное минимальное значение прочности (параметр сдвига).

Предположим, что известна генеральная совокупность результатов измерений прочности волокна. Очевидно, что строго она может быть получена при бесконечно большом числе измерений. Тогда неизбежно одно будет минимальным, одно — максимальным. Эти значения являются равноправными характеристиками материала, как, например, среднее значение прочности, которое обычно приводится в справочниках. При ограниченном числе параллельных измерений, в так называемой выборке, эти экстремальные значения могут появиться, могут и не появиться. Измерения — процесс вероятностный. Цель настоящей работы — показать возможность получения числовых значений экстремальных значений из ограниченной выборки (серии с разумным числом параллельных измерений). В работе [1] Вейбулл приводит примеры использования распределения (1) для аппроксимации результатов измерений физически различных величин. В настоящей работе воспроизводятся его результаты по прочности волокон индийского хлопка и стали bofors. Подбор параметров уравнения (1) производился по методике, описанной в предыдущей нашей работе [3]. Графическая иллюстрация результата в координатах, которые использовал Вейбулл в работе [1] приводится на рисунке 1. Параметры уравнения (1) для разрывной нагрузки волокон индийского хлопка, полученные в работе [1] x_u = 0.59 грамм, x_0 = 3.73 грамм, m = 1.456. В настоящей работе получены значения: x_u = 0.5856, x_0 = 3.7418, m = 1.4790. На рисунке 2 в тех же координатах приводится результат обработки измерений прочности для стали *bofors*. Авторские [1] результаты — x_u = 38.57 кГ/мм², x_0 = 7.74 кГ/мм², m = 2.931 Результаты настоящей статьи x_u = 38.4717 кГ/мм², x_0 = 7.8188 кГ/мм², m = 3.0095 Совпадение практически полное.

Представленные результаты показывают, что для корректно полученных результатов параметр сдвига (нижнее, пороговое значение начала разрушения, теоретически минимальное значение прочности материала) может быть достоверно определён. Цель настоящей работы — получение из одной серии экспериментов (выборке) одновременно теоретически минимальное и теоретически максимальное значения прочности.

2. Теоретическая часть

Распределениям экстремальных значений посвящено большое количество работ, анализ которых не входит в задачу настоящей статьи. Теория этих распределений изложена в фундаментальном труде. [4]

Одним из базовых распределений является «первое предельное распределение» [4]:

$$F(x) = \exp\left[-e^{-\alpha(x-u)}\right] \quad (3)$$

где: α, u — параметры, определяемые из экспериментальных данных.

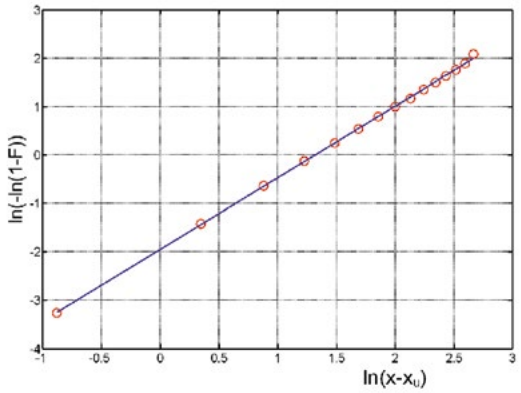


Рисунок 1. Результаты обработки измерений разрывной нагрузки волокон индийского хлопка. Экспериментальные данные [1].

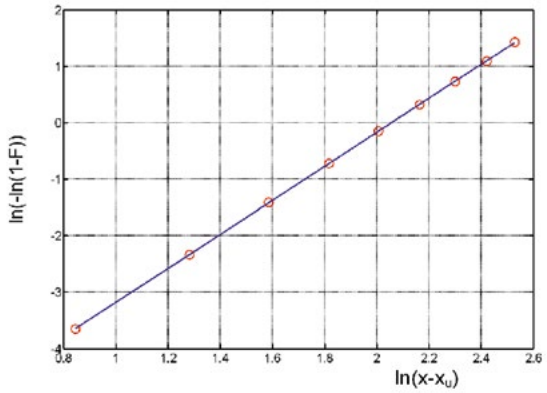


Рисунок 2. Результаты обработки прочности стали *bofors*. Экспериментальные данные [1]

В ГОСТ Р 50779.10-2000 [5] это распределение определяется как распределение экстремальных значений типа I (распределение Гумбеля) в форме:

$$F(x) = \exp(-e^{-y}) \quad (4а)$$

$$y = \frac{(x-a)}{b} \quad (4б)$$

где: $-\infty<x<+\infty$, $-\infty<a<+\infty b>0$.

Соответствующим преобразованием переменных в это распределение трансформируются другие распределения, в том числе и распределение Вейбулла. Параметр сдвига в распределении Гумбеля (4) может быть и отрицательным числом, что для проблемы, рассматриваемой в настоящей статье, лишено физического смысла.

Предлагаем использовать следующее распределение:

$$F(x|x_u, x_m, k, m_1, m_2) = \exp\left[-k\frac{(x_m-x)^{m_1}}{(x-x_u)^{m_2}}\right] \quad (5)$$

где: $x>0$, $x_u\le x$, $x_m\ge x$, $k>0$, $m_1<+\infty$, $m_2<+\infty$. Физический смысл параметров x_u и x_m — предельные минимальное и максимальное значения переменной x. $F(x\ge x_m) = 1$, то есть все волокна разрушены. $F(x\le x_r) = 0$, то есть все волокна целы. Для промежуточных значений переменной x значения F(x) заключены в интервале $0<F(x)<1$. Функция (5) удовлетворяет требованиям к целевой функции настоящей статьи.

Соответствующая функция плотности распределения вероятности имеет вид:

$$f(x|x_u, x_m, k, m_1, m_2) = \frac{dF}{dx} =$$

$$= k\left[\frac{(x_m-x)^{m_1}}{(x-x_u)^{m_2}}\right]\left(\frac{m_1}{x_m-x}+\frac{m_2}{x-x_u}\right)\exp\left[-k\frac{(x_m-x)^{m_1}}{(x-x_u)^{m_2}}\right] \quad (6)$$

3. Расчётно-экспериментальная часть

В одинаковых условиях с использованием уравнений (5) и (6) были обработаны данные из работы Вейбулла [1] по прочности волокон индийского хлопка и стали bofors и результаты, полученные при выполнении настоящей работы для ровинга базальтового волокна производства НПО «Стеклопластик» (Россия, МО, Андреевка) и единичных филаментов, извлечённых из него. Массивы обработанных в настоящей статье экспериментальных данных по базальтовому волокну представлены в таблицах 1 и 2.

На графиках рисунка 3 представлены результаты обработки по уравнениям (2) и (6) плотности распределения для разрывной нагрузки волокон индийского хлопка. Графически они практически полностью совпадают, поэтому представлены на различных графиках. Числовые значения параметров распределения представлены в таблицах 3 и 4.

На графиках рисунка 4 приводится сравнение гистограммы экспериментальных данных и рассчитанных значений функции плотности распределения для прочности стали *bofors*.

Визуально кривые, полученные для плотности распределения трёхпараметрического распределения Вейбулла и рассчитанные по уравнению (6) совпадают, поэтому показаны только результаты, рассчитанные по уравнению (6).

На рисунке 5 приводится сравнение функции распределения прочности при растяжении базальтового ровинга. Среднее квадратичное отклонение, рассчитываемое по формуле:

Таблица 1. Значения предела прочности при растяжении для базальтового ровинга.

1.4481	1.4057	1.3464	1.2936	1.1941	1.3858
1.3574	1.3008	1.1698	1.2423	1.2484	1.0756
1.1312	1.2139	1.1840	1.3105	1.0788	1.2485

Таблица 2. Значения предела прочности при растяжении для единичных филаментов базальтового волокна.

1.5634	1.8224	1.9679	1.7606
2.4340	2.1138	2.3571	1.5776
2.5958	1.6852	1.7078	1.8838
2.7805	2.1953	2.0692	2.6358
2.5343	2.8092	1.6634	2.1440

Таблица 3. Параметры трёхпараметрического распределения Вейбулла, полученные при выполнении настоящей работы.

материал	x_u	x_0	m
хлопок	0.5846	3.7437	1.4799
сталь	38.4717	7.8188	3.0095
ровинг	0.8691	0.4290	3.8541
филамент	1.4966	0.7043	1.2931

Таблица 4. Значения предела прочности при растяжении для базальтового ровинга.

материал	x_u	x_0	k	m_1	m_2
хлопок	0.41709	21.3316	7.1301*10-9	6.5436	0.4133
сталь	40.5949	54.3316	1.6316*10-4	3.8297	0.0275
ровинг	1.07720	1.56314	24.254	2.9896	0.0008
филамент	1.50736	2.85103	0.62467	0.8380	0.5048

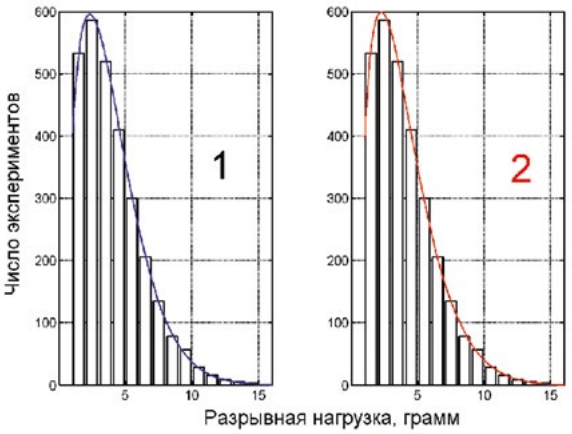


Рисунок 3. Соответствие гистограммы экспериментальных данных и рассчитанных значений функции плотности распределения для разрывной нагрузки волокон индийского хлопка. 1-трёхпараметрическое уравнение Вейбулла, 2-уравнение (6).

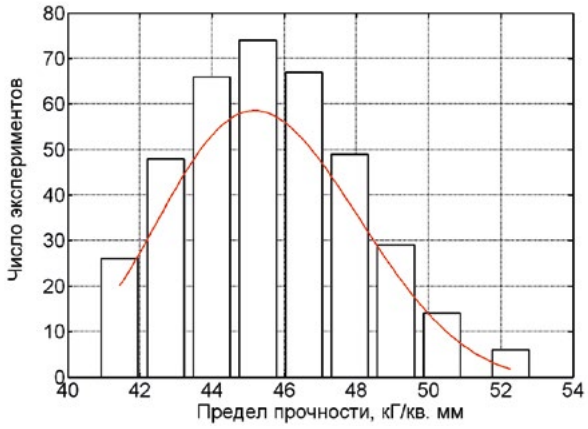


Рисунок 4. Соответствие гистограммы экспериментальных данных и рассчитанных по уравнению (6) значений функции плотности распределения для прочности стали bofors.

$$sq = \sqrt{\frac{\sum_{i=N}^{N} (F_i - F_{exp,i})^2}{N - 1}} \qquad (7)$$

Для распределения Вейбулла составило 0.0149, для нового распределения — 0.0144. В формуле (7) F_{exp},i — значения эмпирической (выборочной) функции распределения, F_i-значения, рассчитанной функции распределения. На графиках 6 показано сравнение распределений при аппроксимации прочности единичных филаментов базальтового волокна. Числовые значения соответствующих параметров приводятся в таблице 5.

В качестве демонстрации возможности обработки с использованием уравнения (5) не только результатов измерения прочности, но и модулей, на рисунке 7 приводится результат обработки значений модулей сетки из углеродного волокна. Среднее значение при измерениях составило 263 ГПа. Экстремальные значения модуля (параметры нового распределения) составили x_u = 242 ГПа, x_m = 364 ГПа.

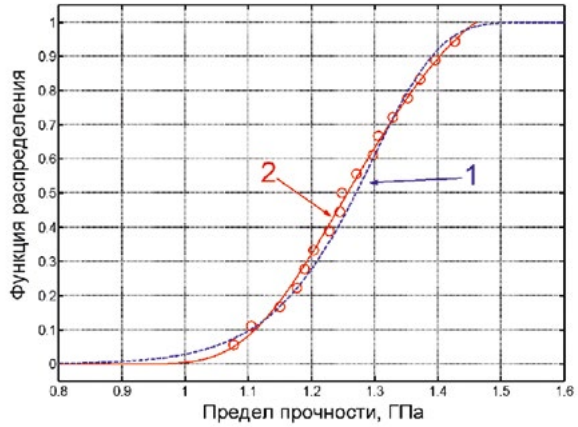


Рисунок 5. Соответствие экспериментальных данных (О) и рассчитанных значений функции распределения для прочности ровинга базальтового волокна. 1-трёхпараметрическое распределение Вейбулла, 2-уравнение (5).

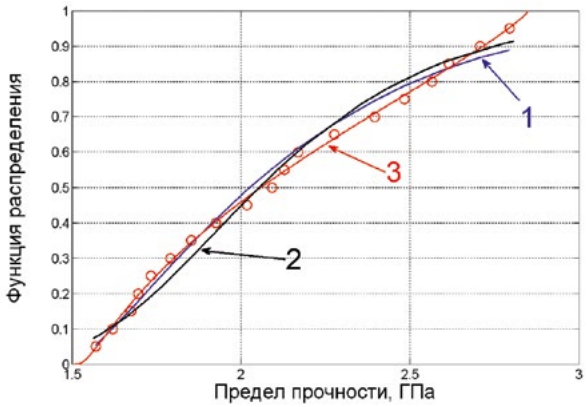


Рисунок 6. Соответствие экспериментальных данных (О) и рассчитанных значений функции распределения прочности единичных филаментов базальтового волокна. 1-трёхпараметрическое распределение Вейбулла, 2-распределение Гумбеля, 3-уравнение (5).

Таблица 4. Значения предела прочности при растяжении для базальтового ровинга.

Двухпараметрическое распределение Вейбулла					
x_0		m			sq
2.2839		5.8001			0.0551
Распределение Гумбеля					
a		b			sq
1.91871		0.36914			0.03697
Трёхпараметрическое распределение Вейбулла					
x_u		x_0	m		sq
1.4966		0.7043	1.2931		0.03089
Новое распределение, уравнение (5)					
k	x_u	x_m	m_1	m_2	sq
0.62467	1.50736	2.85103	0.8380	0.5048	0.0133

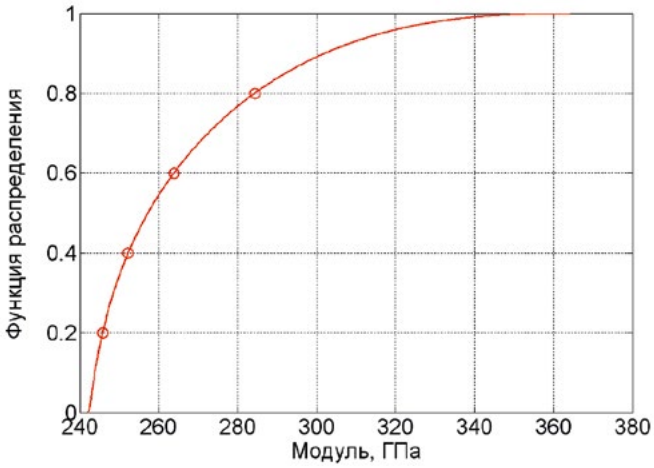


Рисунок 7. Функция распределения результатов измерения модуля сетки из углеродного волокна.

Выводы

Предложенное новое распределение вероятностей показало хорошую работоспособность при обработке экспериментальных данных различного происхождения.

Главным преимуществом предлагаемого распределения следует считать возможность одновременного получения экстремальных (минимально возможного и максимально возможного) значений, исходя их одной серии экспериментов. При этом среднее квадратичное отклонение аппроксимационной кривой от экспериментальных значений у нового распределения меньше, чем у распределения Вейбулла.

Для обоснованных рекомендаций по использованию нового распределения необходимо проделать цикл работ, аналогичных рекомендованным ГОСТ Р 50.1.037-2002. **КМ**

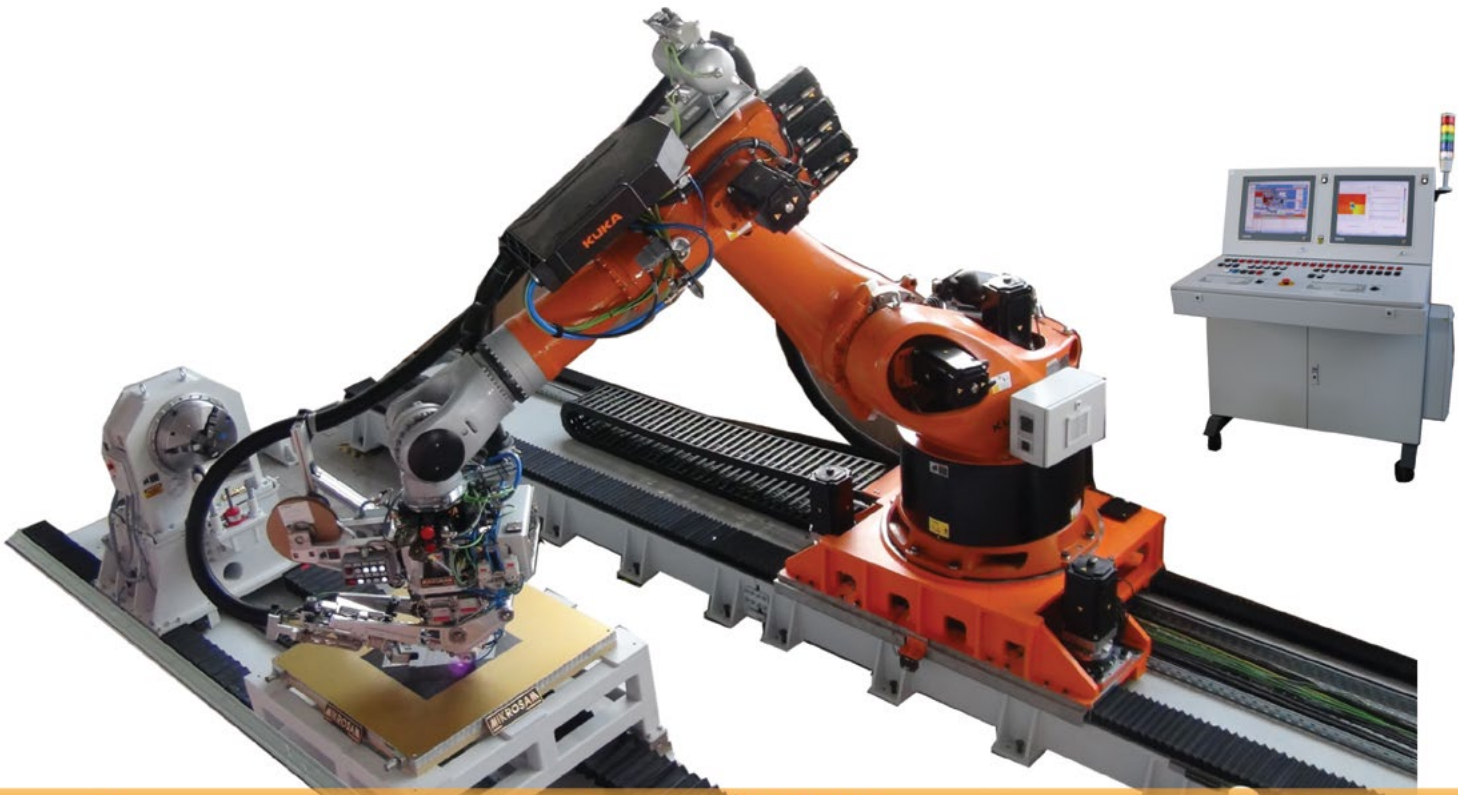
Список литературы

1. Weibull W. et al. A statistical distribution function of wide applicability //Journal of applied mechanics. – 1951. – Т. 18. – №. 3. – С. 293-297.
2. Работнов Ю. Н. Механика деформируемого твердого тела [Учеб. пособие для мех.-мат. и физ. спец. ун-тов]. – Наука, 1988.
3. Шебанов С.М., Щетинин А.М., Новиков И.К. О распределении Вейбулла для исследования прочности арамидных, полиимидных и базальтовых волокон.-Композитный мир.-№ 6.-2017.-С. 90-93
4. Гумбель Э. Статистика экстремальных значений: Пер. с англ. – Мир, 1965.
5. ГОСТ Р 50779.10-2000 Статистические методы. Вероятность и основы статистики. Термины и определения.-М.2001- ИПК Издательство стандартов.-41 С.
6. Р 50.1.037-2002 Прикладная статистика. Правила проверки согласия опытного распределения с теоретическим. Часть II Непараметрические критерии.-М. 2002.- ИПК Издательство стандартов.-60 С.

ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ
В ПРОИЗВОДСТВЕ КОМПОЗИТОВ

MIKROSAM
CONTROL • AUTOMATION • ROBOTICS

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ВЫКЛАДКА ТЕРМОПЛАСТИКОВОГО ПРЕПРЕГА



www.mikrosam.com Тел.: +389 48 400 100 sales@mikrosam.com

КОМПОЗИТНЫЙ МИР

График выхода журнала во 2-м полугодии 2018 года

КОМПОЗИТНЫЙ МИР

#4

Композитный мир №4 (79) 2018

Прием материалов до 25 июля. Выход — 20 августа

Рекомендуемая тематика: композиты в строительстве, полиэфирные, эпоксидные смолы.

- Конференция «Полиэфирные и эпоксидные смолы» | 13 сентября | Москва | www.creonenergy.ru
- Конференция «Композитные системы на объектах подземного и гражданского строительства» 27–29 сентября | Санкт-Петербург | www.colm.pro
- Конференция «Композиты СНГ» | 10–12 октября | Сочи | www.composites-cis.com

КОМПОЗИТНЫЙ МИР

#5

Композитный мир №5 (80) 2018

Прием материалов до 7 сентября. Выход — 1 октября

Рекомендуемая тематика: базальтовое волокно, углеродное волокно, оборудование и инструмент для обработки

- Форум, выставка «К-Экспо» | 2–5 октября | Санкт-Петербург | www.composite-forum.ru
- Конференция «Полимерные композиционные материалы и производственные технологии нового поколения» | 11 октября | Москва | www.conf.viam.ru
- Базальтовый форум | 18–19 октября | Москва | basaltforum.ru
- Форум «Композиты без границ» | 25 октября | Москва www.umatex.com
- Выставка ТЕХНОФОРУМ «Оборудование для обработки КМ» 23–26 октября | Москва | www.technoforum-expo.ru
- NDT RUSSIA — выставка оборудования для НК и технической диагностики 23–25 октября | Москва | www.ndt-russia.ru

КОМПОЗИТНЫЙ МИР

#6

Композитный мир №6 (81) 2018

Прием материалов до 10 октября. Выход — 27 октября

Рекомендуемая тематика: «вторая жизнь» композитов, переработка отходов, композитная оснастка, композиты на основе термопластов.

- Выставка «Химия» | 29 октября — 1 ноября | Москва | www.chemistry-expo.ru
- Конференция «Современные тенденции развития химии и технологии полимерных материалов» | 12–14 ноября | Санкт-Петербург | www.sutd.ru
- Конференция «Переработка отходов» | 14 ноября | Москва | www.creonenergy.ru
- Форум «Полимеры России» | 22 ноября | Москва | www.creonenergy.ru
- 1-я международная конференция «Advance in Composite Science and Technologies» 2018 5–8 декабря | Москва | www.conf.emtc.ru

Реклама в номере

Название компании	Род деятельности	Сайт	Стр
Airtech Advanced Materials Group	Производитель вспомогательных материалов	www.airtechonline.com	20
Ashland	Производитель сырья	www.derakane.com www.ashland.com	2
Bang&Bonsomer	Поставщик сырья и оборудования	www.bangbonsomer.com	19
Carbo Carbo	Поставщик сырья	www.carbocarbo.ru	8
Cytec	Производитель сырья	www.bangbonsomer.com	13
Jost Chemicals	Производитель сырья	www.uts-composites.ru	76
Mikrosam	Производитель оборудования	www.mikrosam.com	72
ГК Композит	Поставщик сырья и оборудования	www.composite.ru	63
ИНТРЕЙ Полимерные Системы	Поставщик сырья, оборудования	www.intrey.ru	4-5
ИНТРЕЙ Полимерные Системы	Прототипирование, 3D печать	www.intrey.ru	17
Композит Изделия	Производитель сырья	www.compositeproducts-vm.ru	6
Новый композит	Исследования, разработка, снабжение	www.newcomposite.ru	11
Полимерпром	Поставщик сырья, оборудования	www.polymerprom-nn.ru	23
Сампол	Поставщик сырья, оборудования	www.sampol.ru	48
Химснаб Композит	Поставщик сырья	www.igc-market.com	7

ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА I

27,28 сентября 2018

СОЮЗ КТИ
ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ТРУБ И ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

СОЮЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

ПРИГЛАШАЕМ НА КОНФЕРЕНЦИЮ

ИНФОРМАЦИЯ НА САЙТЕ COLM.PRO

I-ая Международная научно-практическая конференция

КОМПОЗИТНЫЕ СИСТЕМЫ НА ОБЪЕКТАХ ПОДЗЕМНОГО И ГРАЖДАНСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Подземные горизонты Underground Horizons

МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫЙ УЧЕБНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ТЕХНОЦЕНТР

МЕТРОСТРОЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

ФОНД НЕБОЛЬСИНА

Фонд профессионального образования им. А.Г. Небольсина

ПОЛИТЕХ Инженерно-строительный институт

ЖУРНАЛ ДОРОГИ

ТРОЙ ПРОЕКТ САНКТ-ПЕТЕРБУРГ ИНЖЕНЕРНАЯ ГРУППА

КОМПОЗИТНЫЙ МИР

ПРОМЫШЛЕННО-СТРОИТЕЛЬНОЕ ОБОЗРЕНИЕ

КОЛЛЕДЖ МЕТРОСТРОЯ

КОМПОЗИТ ГРУПП

ПГУПС

ЛЕНМЕТРОГИПРОТРАНС

Дорожная держава

JOST CHEMICALS
release agents

JOST Chemicals более 30 лет является поставщиком для Airbus

ETC
ГРУППА КОМПАНИЙ

Группа компаний «ETC» - официальный дистрибьютор продуктов JOST Chemicals в России и СНГ

стенд F05 на выставке «КомпозитЭкспо»

Санкт-Петербург
+7 812 389 55 55

www.uts-composites.ru

Москва
+7 499 649 14 14

Екатеринбург
+7 343 226 04 56

Казань
+7 843 500 50 86

Новосибирск
+7 383 383 29 42

Ростов-на-Дону
+7 863 303 46 46

Киев
+380 44 502 50 00

Алматы
+7 727 251 59 88

Минск
+375 17 289 84 74