

КОМПОЗИТНЫЙ МИР

ISSN 2222-5439

#6
(75) 2017





ОГНЕЗАЩИТНЫЕ СИСТЕМЫ

Наша широкая линейка высококачественных огнестойких смол и гелькоутов включает в себя комплексные системы, применяемые в наиболее сложных условиях, предъявляющих высокие требования к пожаробезопасности, дымообразованию и количеству токсичных выделений, и соответствующих Европейским стандартам и эксплуатационным показателям.

За более подробной информацией обращайтесь по тел. +33 322 66 27 74
и электронной почте: eromanova@scottbader.fr
Предлагаем также посетить сайт нашей компании www.scottbader.com

“ Наша компания Galloway Boat and Mouldings использует смолы Crestapol® 1212 производства Scott Bader для изготовления деталей леерных ограждений, соответствующих стандартам ASTM E162 и E662, для нашего основного заказчика. Продукт отвечает самым высоким требованиям и соответствует нашим ожиданиям на каждом этапе технологического процесса.

Ян Корсон, генеральный директор
Galloway Boat & Mouldings Ltd.

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

МОСКВА | НОВОСИБИРСК:
+7 (495) 926-60-06
msh@igcmail.ru

Х И М С Н А Б
 **КОМПОЗИТ**
WWW.IGC-MARKET.RU

Научно-популярный журнал
«КОМПОЗИТНЫЙ МИР»

#6 (75) 2017

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:

Виктор Емельянов

По вопросам подписки:

podpiska@kompomir.ru

По вопросам размещения рекламы:

o.gladunova@kompomir.ru

Advertising:

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

Номер подписан в печать 8.11.2017

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

Адрес редакции:

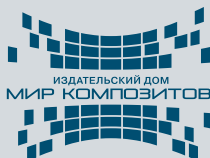
190000 г. Санкт-Петербург
ул. Большая Морская, дом 49, литер А
помещение 2Н, офис 2
info@kompomir.ru

Адрес для корреспонденции:

191119, г. Санкт-Петербург, а/я 152

* За содержание рекламных объявлений
редакция ответственности не несет.

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



www.instagram.com/kompomir



www.vk.com/club10345019



www.facebook.com/groups/1707063799531253



Дорогие друзья!

За время, прошедшее с выхода предыдущего номера, редакция журнала успела побывать на трех конференциях, посвященных композитным материалам. Это конференция Композиты и компаунды, Композиты СНГ и Композиты без границ. С пост-релизами этих мероприятий вы сможете ознакомиться на страницах журнала. Особенно хочется отметить растущий с каждым годом уровень организации и профессионализма этих мероприятий. И, что безусловно явилось приятной неожиданностью, это то, что многие участники отметили значительно более демократичную атмосферу, царящую на этих конференциях, возможность обстоятельно изложить свои мысли, даже если они спорны и «провоцируют» острую дискуссию.

Позиция журнала, на протяжении всего времени его существования, заключалась в том, что из всех форм взаимодействия с читателем, мы выбираем открытый обмен мнениями, порой нелицеприятными, но всегда компетентными, в противовес сиюминутной конъюнктуре. Вот и этот номер не стал исключением.

14–16 ноября 2017 года в Санкт-Петербурге уже во второй раз пройдет «Петербургский международный научно-промышленный композитный форум». В этом году к форуму присоединится специализированная выставка «К-ЭКСПО». Журнал «Композитный Мир» выступает участником и информационным партнером форума и постарается принять участие во всех мероприятиях, предлагаемых организаторами, и конечно поделится со своими читателями самой интересной и актуальной информацией.

Читайте с пользой!

С уважением,
Ольга Гладунова



Мы гарантируем вам :
Сервис высокого уровня,
Достижение взаимовыгодных
условий .

Нацеленность на долгосрочное
сотрудничество.

Точность и аккуратность,
принятых решений.

Ваше спокойствие и
уверенность в завтрашнем дне.

МЫ – БУДУЩЕЕ ИНДУСТРИИ
КОМПОЗИТОВ



Выбирая нас, вы выбираете лучшее!

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, экструдированные пасты и пасты для моделирования, полиуретановые заливочные смолы, быстроотверждаемые полиуретановые смолы, полиуретановые эластомеры, полиуретановые и эпоксидные клеи.

ALCHEMIE – Полиуретановые смолы для вакуумной заливки, литые полиуретановые смолы с оптической прозрачностью, прозрачные полиуретановые смолы.

OWENS CORNING, OCB Стеклоплекс, JUSHI GROUP – Широкий ассортимент стекломатериалов для различных технологий применения.

FIBERPREC – Углеродные и гибридные ткани.

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

NIDAPLAST HONEYCOMBS – Экструдированные полипропиленовые соты для производства сэндвич-панелей.

MARICELL – PBX пенопласт для производства сэндвич-панелей.

AXEL, WACHSFABRIK SEGEBERG, FINISH KARE, STONER – Средства для обработки матриц: восковые разделительные составы, полупостоянные разделительные составы, внутренние разделительные составы и 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 Aluminiumfeldolgozo Zrt. – Тригидраты (гидроксиды) алюминия.

ZHERMACK – Широкий ассортимент силиконов.

PLEXUS – Двухкомпонентные конструкционные метилметакрилатные 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.

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

www.intrey.ru

info@intrey.ru

vk.com/intreylc

НОВОСТИ	9
ИНТЕРВЬЮ	
Андрей Никитин, «Союзбазальт»: Наша задача — сделать так, чтобы достижение каждого работало в интересах всей композитной отрасли	16
СОБЫТИЕ	
конференция «Композиты и компаунды 2017»	18
На V Форуме «Композиты без границ» обсудили основные направления развития отрасли	22
Композиты СНГ 2017	26
ОТРАСЛЬ	
Инновации, инвестиции, интенсификация, импортозамещение, изобретательство	30
Росизолит — многопрофильная компания на рынке композитных материалов	34
Проблематика применения базальтокомпозитной продукции в ГОСТИруемых решениях	36
МАТЕРИАЛЫ	
Базальтокомпозиты — универсальный материал для инновационных решений	38



**ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ
В ПРОИЗВОДСТВЕ КОМПОЗИТОВ**



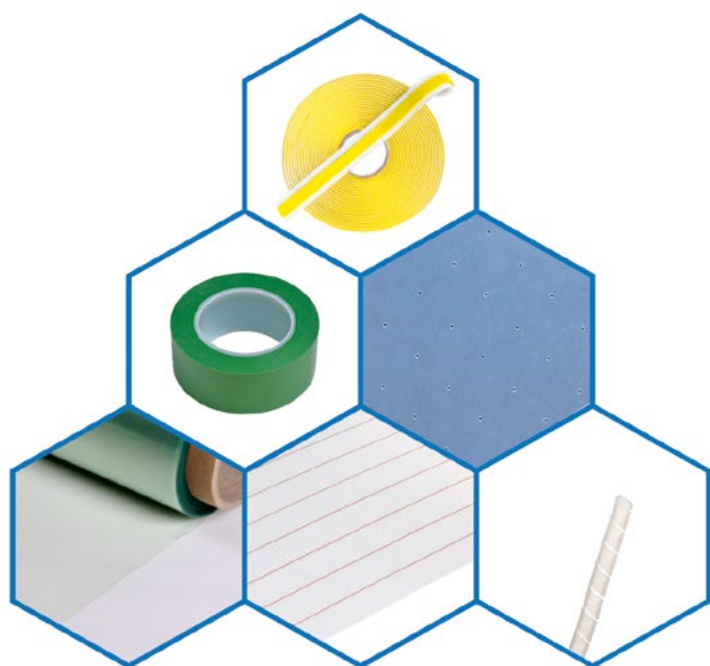
ИНТЕГРИРОВАННАЯ МАШИНА ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ВЫКЛАДКИ И НАМОТКИ

Новолачные эпоксивинилэфирные смолы для теплостойких композиционных материалов следующего поколения	44
Гелькоуты ATTGUARD ST как решение задачи защитного покрытия композитных изделий	52
Из чего производят непрерывное базальтовое волокно (НБВ)	54
ОБОРУДОВАНИЕ	
Неразрушающий контроль композитных материалов	60
Мобильные станции для вакуумных процессов формования	62
ПРИМЕНЕНИЕ	
Углекомпозитный «Грифон» — петербургский стиль	66
Превосходя ожидания. Смола Derakane 470НТ для высокотемпературных применений	72
Анализ эксплуатационных характеристик катамаранов проекта 23290 «Грифон» и СПК проекта 342Э «Метеор»	76
«Композитный» звук	82
НАУКА	
О применении распределения Вейбулла для исследования прочности арамидных, полиимидных и базальтовых волокон	88



**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) 404-10-48



info@compositeproducts-vm.ru



СКИДКА 5%

при вводе промо-кода CCMIR
на сайте COMPOSITETRAINING.RU



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

Цитаты. Из первых уст

Александр Тюнин, генеральный директор UMATEX Group

К 2025 году ожидается рост мирового рынка потребления углеродного волокна более чем в 2,5 раза — с 65 тыс. тонн в этом году до порядка 160–170 тысяч тонн в 2025 году.

Возможности роста российского рынка углеволокна ожидаются на уровне 3 тыс тонн к 2025 году, при том что на сегодня потребление в России составляет всего 300 тонн — то есть в России рост будет десятикратным. Сегодня наша страна по потреблению занимает 0,5% от мирового рынка, а в 2025 году российский рынок составит 2% от мирового.

Сергей Цыб, заместитель министра промышленности и торговли

В России есть отдельная подпрограмма по развитию композитной отрасли в рамках госпрограммы по развитию промышленности и конкурентоспособности. Мы ведем масштабную работу с точки зрения поддержки конкретных проектов в этой области. Большое внимание уделяется проблеме стандартизации. В частности, из более чем 413 стандартов и сводов правил уже разработано и утверждено 363 новых стандарта, 25 сводов правил, 4 классификатора, 16 сметных нормативов и 5 профессиональных программ подготовки, чтобы новые, в том числе композитные материалы нашли активное применение в различных сферах промышленности.

Андрей Ветлужских, член комитета Государственной думы по экономической политике, промышленности, инновационному развитию и предпринимательству

Без сомнения, для того, чтобы применение композитов и изделий из них было массовым, в России необходимо развивать рынок, привлекать малый и средний бизнес, вести широкую информационную кампанию по продвижению преимуществ композитных материалов. И в этом роль таких технологических лидеров, как, например, Росатом, очень важна. Уже сейчас потребители признают, что отечественный продукт — углеволокно, произведенное на предприятии «Алабуга-Волокно», — лучше и дешевле зарубежных аналогов. В данной ситуации не менее необходимы и усилия государства в области регулирования, направленные на то, чтобы производители новых материалов концентрировались на совершенствовании своего продукта, а не тратили годы на получение необходимых разрешений.

Андрей Дутов, генеральный директор
НИЦ «Институт имени Н. Е. Жуковского»

Сейчас много говорится о композитных материалах, но на самом деле они не товар. Товар — это конструкция из композитных материалов. В принципе, конечному потребителю все равно, из чего сделан самолет, но прочность должна быть такая, чтобы он мог безопасно летать.

Фундаментальная наука может придумать новое химическое соединение, но дальше нужно определить, можно ли его использовать в авиастроении, сделать конструкционный композитный материал, который будет иметь соответствующие прочностные характеристики. Потом создается конструкция, допустим, крыло. Прежде чем ставить его на самолет, надо посмотреть, как оно разрушается, спрогнозировать ресурс, определить методы диагностики. Для этого крыло привозят на прочностные стенды, обвешивают датчиками — дали нагрузку, сломали, записали. Выводятся тренды, создается теория разрушения и выдаются рекомендации промышленности. Нахождение этой цепочки уходят годы. Это и есть основная задача прикладной науки.

Русский композитный электробус

Тысячу километров по маршруту М2 «Фили — метро Китай-город» прошел за неделю электрический автобус с кузовом из стеклопластика.

Таковы были испытания первого в стране электробуса с кузовом из композитных материалов по сообщению в пресс-релизе Нанотехнологического Центра Композитов (НЦК).

Модель Modulo C68E разработали на совместном предприятии НЦК и венгерского холдинга Evopro Group. В линейку электрических автобусов включены модели от 6,5 до 9,5 м, вместимостью от 40 до 90 пассажиров.

Кузов из стеклопластика дает возможность серьезно понизить массу аппарата и уменьшить его габариты на 2–3 м по сравнению со стандартными аналогами. Поэтому электробусы имеют значительно меньший градус поворота, что дает им доступ к маршрутам, недоступным обычным автобусам.



Автобусы НЦК и Evopro с запасом хода в 200 км снабжены электромоторами Siemens мощностью 160 кВт (218 л.с.). Зарядить батареи можно примерно за 4 часа, а также с помощью пантографа или троллейбусной контактной сети.

www.transler.ru

Шведская компания MSL International AB рассматривает возможность локализации производства инновационного материала для фонарных столбов в Подмосковье

Это обсудили на встрече Губернатора Московской области Андрея Воробьева с Чрезвычайным и Полномочным Послом Королевства Швеции в России Петером Эриксоном и представителями бизнес-сообщества Швеции.

«У нас есть уникальный, инновационный материал для фонарей, конструкций, которого не существует на рынке. Это не бетон, а композитный материал, он долго не будет портиться. И хорошо будет для использования на детских площадках и площадках для собак, —

рассказал представитель компании MSL International AB Бу Вейфельдт по итогу встречи с Губернатором. — Мы планируем в этом году начать производство в России наших столбов. Первое производство — в Смоленской области, второе — ищем место в Подмосковье».

Бу Вейфельдт отметил, что в ходе мероприятия были представлены объекты для использования инновационного материала.

www.inserprud.ru

Завод Даниса Зарипова начнет поставки хоккейных клюшек в Евросоюз

Единственный в РФ завод по производству клюшек из композитных материалов «Заряд» подписал контракт на продукции в Германию. Завод открыт легендарным хоккеистом «Ак Барса» Данисом Зариповым в ТОСЭР «Набережные Челны»

О заключении первого международного контракта РБК-Татарстан сообщили в пресс-службе мэрии Набережных Челнов. «Генеральный директор «Заряда» Иван Савин подписал контракт с крупным дистрибьютером хоккейной экипировки из Германии. Таким образом, в ближайшее время компания начнет экспортировать клюшки в Европу», — сказали в пресс-службе мэрии.

По словам гендиректора завода, подписанию контракта предшествовала большая работа. «Присылали тестовые образцы, обговаривали цены, определяли таможенное оформление и логистику. Уверен, что российские клюшки теперь будут пользоваться популярностью и в Германии. Для нас это означает, что компания растет, развивается и уже готова работать не только на страны ближнего зарубежья. Приятно, что качество наших клюшек оценили уже и



в хоккейных странах Евросоюза. Сейчас мы ведем переговоры с рядом представителей других государств. Германия — это только начало», — сказал Савин.

Завод спортивного инвентаря «Заряд» открыт в ТОСЭР «Набережные Челны» в августе 2016 года. Хоккейные клюшки здесь производят из углепластика (карбона), проектная мощность предприятия составляет 40 тыс единиц в год.

www.rt.rbc.ru

КАМАЗ оснастит спецтехнику композитными цистернами

КАМАЗ, дочернее предприятие автогиганта «Нефаз» и российская компания «Биопласт» подписали трехстороннее соглашение о разработке, изготовлении и продвижении совместного продукта из композитных материалов, предназначенного для перевозки нефтепродуктов. Документ подписан на Международной выставке коммерческого транспорта Comtrans 2017.

Партнером крупнейшего российского производителя грузовой техники стала компания «Биопласт», специализирующаяся на производстве емкостей специального назначения.

Применение инновационных технологий при изготовлении корпусов автоцистерн из композитных

материалов позволит снизить массу техники КАМАЗ, которая изготавливается на производственных площадях ПАО «Нефаз» — дочернего предприятия автогиганта в Башкирии. В результате увеличится масса и объем перевозимых темных и светлых нефтепродуктов, а также повысится топливная эффективность перевозок, отмечается в пресс-сообщении КАМАЗа.

«Нефтяная отрасль является одной из важнейших отраслей промышленности России и перспективным рынком сбыта. КАМАЗ постоянно работает над улучшением технических и потребительских характеристик продукции, и сегодня сделан еще один шаг на пути повышения конкурентоспособности автотехники и ее привлекательности на рынке», — прокомментировал подписание соглашения глава Торгово-финансовой компании «КАМАЗ» Андрей Игнатьев.

Он также отметил, что совместная с партнером работа по разработке новых продуктов из композитных материалов и их применение в производстве камазовской спецтехники позволит повысить ее эффективность. В частности, использование современных композитных материалов обеспечит новые преимущества цистерн на шасси КАМАЗ — больший эксплуатационный ресурс и меньшие затраты при перевозке груза.

www.arms-expo.ru



Иваново должно стать центром «умного» текстиля

Депутат Государственной думы РФ Алексей Хохлов провел рабочее совещание по развитию новых направлений в текстильной отрасли.

В частности — тканей с заданными свойствами, в том числе материалов военного и двойного назначения. Встреча с учеными и представителями промышленности состоялась в стенах Ивановского химико-технологического университета, в котором на протяжении десятилетий идут научные разработки для текстильной отрасли. Вуз может стать базой для создания инжинирингового центра, объединяющего разработчиков новых материалов и промышленников. Но для создания подобной структуры необходима существенная государственная поддержка. Вуз уже готовит документы для участия в конкурсе Министерства образования РФ. И на совещании с депутатом обсуждались дальнейшие шаги по созданию в Иваново подобного центра компетенций.

Ректор ИГХТУ Михаил Бутман и ученые вуза рассказали об инновационных разработках ивановских химиков. Совместно с одним из текстильных предприятий из города Шуи освоено производство уникальных тканей на основе химических волокон, устойчивых к низким и высоким температурам, радиоактивному излучению. Ноу-хау ивановцев и шуян — ткани с антибактериальными и акарицидными свойствами. Применяемая ими технология микрокапсулирования позволяет также «внедрять»

в волокна ткани лекарственные препараты и витамины. При этом используются отечественные компоненты, которые сохраняют активность и после нескольких стирок. Тандем химиков и текстильщиков уже получал грантовую поддержку на внедрение своих разработок.

Алексей Хохлов отметил, что в Иваново уже несколько предприятий освоили технологии производства «умного» текстиля, имеют своих заказчиков и расширяющийся рынок сбыта. Но потребность в тканях с заданными свойствами в России остается высокой. Такие материалы необходимы для оборонной промышленности, космической и авиационной отрасли и других сфер. И эту «нишу» Иваново должно освоить и занять. «Сегодня Ивановская область — логистический центр по продаже текстильной продукции российского масштаба. Мы занимаем лидирующие позиции по производству «домашнего» текстиля, активно начали осваивать сектор fashion-индустрии. Направление высокотехнологичных тканей, композитных материалов также имеет широкие перспективы развития. А в Иваново есть и промышленная база, и научные наработки, и, самое главное, уникальные кадры, которые могут эти ноу-хау превращать в технологические процессы», — подчеркнул Алексей Хохлов.

www.rk37.ru

Интеллектуальное крыло



На форуме «Крылья будущего» вице-президент по маркетингу и продажам корпорации «Иркут» Кирилл Будаев впервые показал широкой публике элемент конструкции интеллектуального крыла из композитных материалов. Благодаря встроенным в структуру крыла датчикам можно будет предсказывать будущие деформации конструкции. Разработкой новой технологии занимается Объединенная авиастроительная корпорация (ОАК) совместно с Фондом перспективных исследований, Научно-инновационным центром «Институт развития исследований, разработок и трансфера технологий» и учеными из Московского государственного университета (МГУ).

«Дело в том, что у композитного крыла большая проблема — это поиск дефектов. Композит очень боится скрытых дефектов. Поэтому для осмотров используется либо рентгеновское, либо ультразвуковое оборудование, а это большая трудоемкость. И основной вопрос — как эту трудоемкость снизить. Поэтому было придумано и разработано такое устройство, которое называется «нервная система крыла». В композитное крыло встроены оптические датчики, которые через оптоволокно 24 ч в сутки в любом режиме считывают информацию о состоянии крыла и дают информацию о давлении, температуре, возможных дефектах. Данная система даже может предсказывать будущие деформации. Это наша следующая разработка в части интеллектуального самолета», — рассказал Будаев. Преимуществом системы также является то, что она позволяет точно определить место повреждения.

По словам топ-менеджера, на сегодня уже создан опытный образец интеллектуальной системы диагностики композитного крыла, который сейчас проходит испытания, в том числе и летные. Будаев подчеркнул, что пока такой технологии у конкурентов нет.

Планируется, что интеллектуальное крыло будет использоваться в том числе и на перспективном российском узкофюзеляжном самолете МС-21. Первый прототип этого воздушного судна отправился на сертификационные испытания в Жуковский в октябре этого года. Вице-президент рассказал, что полеты прототипа в Жуковском должны начаться в ближайшие дни в зависимости от погодных условий. Ожидается, что второй летный экземпляр МС-21 прилетит в Подмоскovie для прохождения сертификационных испытаний в середине 2018 г. (на летные испытания ВС отправят в декабре 2017 г.).

www.ato.ru

bigHead®

Надежный крепеж для Композитов

Крепеж bighead приклеенный или приформованный экономит время.



Теперь доступен в России!

Больше информации вы найдете здесь:
www.bighead.co.uk

Сайт
доступен
на русском
языке

Официальный дистрибьютор в России:



BANG & BONSONOMER

Тел: + 7 495 258 4040

Факс: +7 495 258 4039

rus-composites@bangbonsomer.com

В 2018 году в Тольятти заработает новый завод

В особой экономической зоне «Тольятти» продолжается строительство завода «ПМ-Композит».

На сегодняшний день подрядной организацией выполнено более 70% от общего объема всех работ. Возведен каркас производственно-складского комплекса, сделаны стены, началась работа по укладке кровли, ведется прокладка внутренних коммуникаций. Планируется, что уже в феврале основные строительные работы будут завершены, и подрядчик приступит к внутренней отделке помещений.

Строительство завода «ПМ-Композит» ведется на участке 2,14 га, расположенном на территории первого этапа. Производственно-складской комплекс будет включать в себя административно-бытовые и складские помещения, производственные здания. Их общая площадь составит 9,5 тысяч м².

Уже в первом квартале 2018 года планируется ввоз оборудования на участок резидента. На заводе будут установлены гидравлические прессы и машины для производства полимербетонной продукции. Запуск завода в ОЭЗ ожидается во втором квартале 2018 года.



Напомним, что предприятие ООО «ПМ-Композит» — это российская компания, которая создаст в ОЭЗ производство изделий из композиционных материалов. В частности, здесь будут производить мебель для комплектации кухонь и ванных комнат, столешницы и подоконники, элементы отделки и декора, а также дорожные знаки, пешеходные ограждения, возвратную тару и другие изделия.

www.samru.ru

Лучшие композитчики мира сразятся на батле в Китае

С 21 по 24 ноября в Сиане (Китай) пройдет Composite Battle World Cup 2017 — форум, объединяющий весь мир для создания и обмена опытом использования композитов. Это инновационная площадка в области композиционных материалов.

В этом году, в течение 4 дней, лучшие университеты и компании со всего мира поделятся своими навыками производства изделий из композиционных материалов и примут участие в 4-х этапной программе соревнований. Среди них: расчетный конкурс, включающий в себя моделирование и структурный анализ, технологический конкурс: производство изделий в соответствии с установленными параметрами, конкурс бизнес-кейсов и интеллектуальное сражение.

3 российские команды, во главе с МИЦ «Композиты России» МГТУ им. Н. Э. Баумана, и 12 иностранных команд докажут, что композиционная индустрия — одна из лидирующих, инновационных и технологически прорывных отраслей промышленности.

«Мы заинтересованы в том, чтобы международная платформа для обмена опытом в области композиционных материалов существовала, — говорит Владимир Нелюб, директор «Композиты России». — Composite Battle World Cup помогает это реализовать, привлекая представителей государственных структур, лучшие технические вузы мира, лучших ученых и коммерческие предприятия».

Каждый год уровень заинтересованности к Composite Battle растет: в 2014 году было всего 100 участников, в 2015 — 200, в 2016 — 300. В этом году планируется участие около пятисот специалистов и пяти тысяч зрителей.



Масштабная программа, включающая в себя международную конференцию, бизнес-выставку, семинары и соревнования по композитам.

Мероприятие проводится на площадке Северо-западного политехнического университета (г.Сиань, Китай) при поддержке Ассоциации технических университетов России и Китая, Департамента науки, промышленной политики и предпринимательства, Минпромторга, Ростех, Фонда содействия инновациям, РБК, Росмолодежь, WorldSkills и другие. Межотраслевой инжиниринговый центр «Композиты России» МГТУ им. Н. Э. Баумана выступает в качестве организатора.

Основной партнёр Composite Battle 2017: Аэрокосмическая инновационная ассоциация «Один пояс, один путь» (BRAIA).

www.cb.emtc.ru

Робот от Lufthansa Technik ускорит ремонт композитных элементов



Мобильный робот на присосках может проинспектировать компоненты в любом месте самолета без использования дополнительных стоек или подъемных устройств.

Немецкий провайдер услуг по ТОиР Lufthansa Technik изобрел робота, который ускорит процедуры ремонта конструкций из армированных волокном композитов. Компания сообщила, что она подала заявку на патент разработки.

Как поясняют в Lufthansa Technik, классический процесс диагностики и ремонта повреждений элементов фюзеляжа и крыла, выполненных из армированных волокном композитов, отнимает много времени и усилий. Предложенный немецкой компанией автоматизированный способ улучшит качество обслуживания. Специально разработанное программное обеспечение устройства сканирует и диагностирует повреждение, а также рассчитывает наилучший путь для устранения дефектов поверхности и фрезерования. Затем робот вышлифовывает поврежденный материал и производит восстановленный слой, который клеивается вручную.

Кроме того, робот имеет особый способ установки на ВС — присоски. В результате он может провести инспекцию компонентов в любом месте самолета без использования дополнительных стоек или подъемных устройств. При этом точность работы нового робота, как обещают в Lufthansa Technik, превышает возможности любых других аналогичных роботов.

Важно, что мобильное устройство удобно использовать не только в цехах, но и при работах на выезде. Благодаря разработке немецкой компании мобильные службы получают возможность диагностировать и восстанавливать большие площади повреждений на крыльях и фюзеляже даже на крыле.

Разработка с современным программным обеспечением должна сэкономить не только время на диагностику, но и расходы на ТОиР. Робот, созданный в рамках проекта CAIRE (Composite Adaptable Inspection and Repair), уже прошел все испытания и успешно осуществил проверку как отдельных компонентов, так и всего самолета. Ввод устройства в эксплуатацию запланирован на осень следующего года.

CAIRE — не единственный шаг Lufthansa Technik, направленный на автоматизацию, ускорение и улучшение процессов ТОиР. В частности, ранее предприятие внедрило проекты AutoInspect и AutoRep, которые упрощают ремонт и диагностику двигателей.

www.arms-expo.ru

Поставка авиационных материалов

Совместно с компанией **AIRTECH** мы предлагаем нашим клиентам:



- Вакуумные пленки
- Разделительные пленки
- Липкие ленты
- Разделительные жидкости

- Разделительные/жертвенные ткани
- Дренажные и впитывающие материалы
- Герметизирующие жгуты



- Вакуумные штуцеры и шланги
- Резина
- Материалы для изготовления оснастки

- Материалы для вакуумной инфузии
- Вспомогательное оборудование и инструменты (ножницы, детекторы утечек, вакуумные станции, ловушки и т.д.)



Компания Larchfield Technic сертифицирована по стандартам ISO 9001/EN 9120 и является официальным дистрибьютором на территории Российской Федерации компаний Airtech, PPG, Henkel, 3M, Jehier, AIM Composites.

Larchfield Technic специализируется на поставках со своего склада в Москве основных и вспомогательных материалов для автоклавного формования и инфузии, лакокрасочных материалов для композитных и металлических конструкций (порозаполнители, шпаклевки, грунты, краски, лаки), герметиков, авиационных стекол, лент, пленок и адгезивов.

Larchfield Technic является признанным лидером на рынке поставщиков для ТОиР ВС, удовлетворяя любые потребности клиентов в материалах по минимальным ценам.



115054, г. Москва, ул. Валуевская, д. 2-4/44, стр. 1
тел.: +7 (495) 951-70-28, 959-43-21, 959-40-98
e-mail: sales@larchfield.ru

Создан велосипед на подводных крыльях



В Новой Зеландии компанией Manta5 создан велосипед для «езды» по воде. Устройство под названием Hydrofoiler XE-1 оснащено педалями, которые можно крутить как на обычном велосипеде. Дополнительно новинка оборудована электромотором мощностью 400 Вт.

Рама велосипеда изготовлена из алюминия, а подводные крылья — из углепластика. Велосипед имеет модули для поддержания плавучести при его остановке. Hydrofoiler XE-1 легко разбирается. Его можно перевозить в автомобиле. Весит велосипед около 20 кг. Hydrofoiler XE-1 спроектирован для людей весом до 100 кг.

Велосипед подходит для использования как в пресной воде, так и соленой. В настоящий момент от сменного аккумулятора устройство работает в течение часа. Максимальная скорость — до 20 км/ч.

www.zele.ru

Airtech Advanced Materials Group представляет новый Filmcote® 1524



Filmcote® 1524 — это модифицированная пленка, разработанная в качестве замены жидкого разделителя на поверхности пресс-форм. Filmcote® 1524 остается на поверхности детали после демонтажа, обеспечивая защиту от повреждений или загрязнения во время последующих операций.

Преимущества:

- Отсутствие повреждений (дефектов) на поверхности деталей, которые могут возникнуть вследствие некачественного использования жидких разделителей.
- Отличная поверхность, которая не требует очистки или шлифовки.
- Пленка защищает детали во время обрезки и механической обработки (сверлении).

Позиция в каталоге: Разделители для матриц (нежидкостные).

www.airtechonline.com

В Японии создали дирижабль для открытого космоса

Уникальный дирижабль, который можно будет отправить в космос, создали японские конструкторы. Работали над проектом три человека и они сами надеются испытать свою разработку в открытом космосе.

Причем испытатели уверены в том, что в космосе они смогут продержаться не менее трех дней.

Главный элемент этого комического корабля, по словам разработчиков — композиционный материал, который обеспечивает дирижабль необходимой жёсткостью, прочностью и надёжностью. Кроме того, применение этого материала значительно снижает расходы на последующее изготовление.

Построили дирижабль японские инженеры два года назад. Прежде чем пускать аппарат в полет, Японцы хотят полностью убедиться в его надёжности, поэтому все это время разработка проходила самые разные испытания и тесты. Отправиться в



первый полет в космос конструкторы надеются уже в этом году.

www.pravda.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



BANG & BONSOMER

CYTEC.COM



Андрей Никитин, «Союзбазальт»: Наша задача — сделать так, чтобы достижение каждого работало в интересах всей композитной отрасли

В интервью порталу Basalt.Today президент Союза развития базальтовой индустрии «Союзбазальт» Андрей Владиславович Никитин рассказал об основных направлениях деятельности Союза, о причинах, по которым необходима консолидация производителей базальтового волокна и базальтокомпозитов для решения задач по расширению их применения в глобальных масштабах и мерах поддержки, которые реализуются Союзом.

Почему и как возникла идея создания «Союзбазальта»?

«Союзбазальт» — это объединение независимых предприятий. Идея создания Союза возникла у нескольких производителей базальтового волокна и композитных материалов на его основе. Мы исходили из того, что среди огромного числа всевозможных союзов и объединений композитных материалов нет ни одной общественной организации, которая бы продвигала, пропагандировала и развивала идею расширения производства и применения базальтоволокна в изделиях для различных отраслей мировой экономики.

Как союз, мы не ограничиваемся только продвижением базальтоволокна и непрерывного базальтоволокна, а подчеркиваем тот факт, что стремимся объединить любые предприятия, производящие и применяющие базальтовые волокна или заинтересованные в их производстве, применении. Это могут быть не только композиты, но и любой другой продукт, в котором использовано базальтоволокно. Члены нашего Союза получают от объединения мощнейшую информационную, научную и административную поддержку, а также новые возможности по освоению новых рынков сбыта как внутри России, так и за ее пределами.

Ваше объединение заявляет стандартизацию как одно из направлений своей деятельности. Чем вызван такой интерес к этому вопросу?

«Союзбазальт» считает вопрос стандартизации технологии производства базальтоволокна и выпускаемой на его основе продукции первоочередной задачей. Отсутствие стандартов сильно тормозит применение базальтокомпозитных материалов в различных областях экономики, поэтому проблема нуждается в нашем пристальном внимании, и мы стараемся максимально способствовать подготовке и выработке стандартов на различную продукцию на основе базальтоволокна.

Производители считают, что еще одна проблема

отрасли — отсутствие достаточных мощностей по производству непрерывного базальтового волокна, а также готовых пакетных решений по строительству новых производств. Что в этом направлении делает «Союзбазальт»?

Среди компаний-партнеров «Союзбазальта» есть те, которые как раз специализируются на инжиниринге, связанном с разработкой и строительством новых заводов по производству непрерывного базальтового волокна. Сейчас рассматривается несколько новых площадок для строительства таких заводов на территории Российской Федерации и за рубежом. При проектировании этих заводов применяются самые последние технологии, наработки научных коллективов в области переработки непрерывного базальтового волокна и практический опыт, полученный действующими предприятиями вроде «Русского Базальта» и «Каменного Века».

Надо сказать, в последние годы много проектов по НБВ громко стартовали, но потом затухали, а кто-то откровенно сливался. Насколько такие случаи могут негативно сказываться на отрасли и на желании инвесторов идти сюда с деньгами?

Это действительно проблема с точки зрения отрицательной рекламы. Дело в том, что достаточно много проектов, которые зарождались в 2011-2016 годы, ни технологически, ни материально не были подготовлены к запуску. Команды, которые втягивались в эти проекты, не осознавали до конца все трудности создания такого непростого с технологической точки зрения производства как НБВ. В результате сегодня мы видим большое количество неудачных проектов.

Но это никоим образом не остужает интерес инвесторов. По-прежнему очень много людей и за рубежом, и в России видят серьезные перспективы развития производства и применения НБВ в различных отраслях экономики. И сегодня, как я уже говорил, идет проработка нескольких проектов по строительству заводов, которым «Союзбазальт» уделяет серьезное внимание.

В ноябре в Москве при участии «Союзбазальта» пройдет II Международный базальтовый форум. Проведенный в 2016 году I Международный базальтовый форум вызвал неподдельный интерес как у представителей российского, так и международного композитного и коммерческого сообщества. Что ожидаете от этого мероприятия, и насколько большой интерес к нему у непосредственных участников рынка?

Да, в этом году с 15 по 17 ноября будет проходить II Международный базальтовый форум, в котором мы принимаем активное участие в качестве соорганизаторов. Ожидается около 500 гостей, в том числе 25 иностранных делегаций и отдельных представителей компаний, которые интересуются и уже осуществляют научные изыскания или производство изделий из базальтоволокна. Прошлого годний форум собрал около 250 делегатов, так что количество участников в этом году подтверждает растущую заинтересованность в базальтоволокне. Отслеживая научные издания и доклады на композитных конференциях и форумах, мы отмечаем в последнее время заметный рост объема новой информации, связанной с возможностью применения НБВ в различных отраслях экономики.

Можете уточнить, из каких стран ожидаете гостей?

На предстоящий форум планируется приезд делегаций из стран Латинской Америки, Персидского залива, Китая, стран Европы и СНГ.

У «Союзбазальта» есть рабочая группа по разработке стратегии отрасли до 2035 года. Как вы оцениваете перспективы отрасли?

Впервые непрерывное базальтовое волокно получили в конце 70-х годов XX века. Но в основном это были работы еще советских ученых. В 90-х многие работы по развитию технологий, связанных с НБВ и его применением, были законсервированы.

Промышленное производство возникло только в начале нулевых. До этого были небольшие локальные научно-производственные исследования, которые не носили массового характера. С появлением первых предприятий по производству НБВ, в частности, «Каменного Века», появился новый импульс.

Сегодня в разных странах ведутся полномасштабные исследования, разработки материалов и изделий на базе базальтоволокна. На рубеже 2010-2012 годов произошел тот самый переломный момент, когда количество лабораторных испытаний и исследований превратилось в качество. Появилось много новых, перспективных, готовых к промышленному применению материалов и изделий. Но проблемой становится отсутствие массового производства НБВ. Поэтому «Союзбазальт» ведет активную работу по реализации НИОКР и строительству новых предприятий, производящих НБВ не только в России, но и за рубежом.

Много зарубежных делегаций приезжают и с боль-

шим интересом знакомятся с технологиями производства НБВ, предлагаемыми нашими специалистами. В ближайшие 3-4 года мы надеемся увидеть конкретные проекты по строительству заводов, которые будут реализовываться в различных странах мира.

Массовое производство — это не только заводы, но и обслуживающий персонал, даже если эти заводы будут на 99% автоматизированы. В настоящий момент в отрасли есть серьезные проблемы с квалифицированными кадрами не только в научной сфере, но и в производстве. Вы как-то собираетесь влиять на эту ситуацию?

Вопрос кадров стоит очень остро не только в базальтокомпозитной отрасли, но и в других секторах экономики. Сейчас мы ведем переговоры с несколькими крупнейшими вузами России о расширении учебных планов по подготовке кадров для композитного производства и для производства НБВ. При участии «Союзбазальта» сформировано несколько студенческих конкурсов, посвященных применению базальтоволокна. Мы понимаем, что сдвиги в этом вопросе невозможны без широкомасштабной подготовки кадров и переквалификации, переподготовки тех специалистов, которые уже есть в различных отраслях промышленности и которым проще адаптироваться к новым условиям. С этой целью мы проводим активную работу и подготавливаем совместные программы по подготовке специалистов с несколькими столичными и региональными университетами и ВУЗами.

Проводимый нами Международный базальтовый форум вызвал неподдельный интерес у студентов московских вузов.

Исторически сложилось так, что композитная отрасль в России развивалась на базе научно-производственных кадров, которые занимались этим направлением еще в советское время. В 90-х годах, когда не было ни централизованного финансирования, ни заинтересованности в технологиях, эти люди на свой страх и риск, на свои деньги поддерживали и развивали производство, проводили научные испытания. Каждый из них, достигнув сегодня каких-то результатов, в которые вложены душа и личные финансы, не в состоянии ни финансово, ни административно реализовать достигнутые результаты в конечную продукцию.

Поэтому одна из задач, которые стоят сегодня перед нами, это максимальное объединение таких людей. Мы хотим заразить их единой идеей и сделать так, чтобы достижение каждого могло работать в интересах всей композитной отрасли. Централизованной программы по поиску кадров для отрасли сегодня нет. Но мы планируем получать заявки от членов нашего союза на тех специалистов, которые им нужны, и содействовать поиску кадров на различных уровнях, начиная от учебных заведений и заканчивая различными ярмарками вакансий по регионам России. **КМ**

компания INVENTRA (группа CREON)

Пост-релиз

www.creonenergy.ru

конференция «Композиты и компаунды 2017»

Высокую эффективность, а также коммерческую выгоду при эксплуатации композитов по достоинству оценили специалисты строительной, авиационной, судостроительной и других отраслей по всему миру. Однако уровень потребления композиционных материалов в России еще далек от мировых значений, и нам ещё предстоит искать эффективные механизмы их внедрения.

Компания INVENTRA (в составе группы CREON) провела Шестую международную конференцию «Композиты и компаунды 2017» 13 сентября в Москве. Мероприятие прошло при поддержке CREON Capital и международной специализированной выставки «Интерпластика 2018». Партнёром выступила компания «Коммуникации», информационным спонсором стал журнал «Полимерные материалы».

В приветственном слове генеральный директор INVENTRA Рафаэль Григорян отметил ряд положительных тенденций, которые наблюдаются на российском рынке композиционных материалов. В их числе — первый полет самолета МС-21, рост применения композитов в области судостроения, перспектива отечественного производства ПАН-прекурсора, наращивание темпов выпуска смол. Тем не менее, объемы внутреннего потребления по-прежнему далеки от мирового уровня, и задача отраслевого сообщества выработать эффективные и работоспособные механизмы по внедрению композиционных материалов в РФ.

Первый доклад конференции был посвящен теме применения углеродного волокна в России. «Сегодня емкость отечественного рынка УВ составляет порядка 300 тонн, однако уже в ближайшей перспективе существует потенциал ее кратного увеличения», — рассказал в своем выступлении директор по продажам Umatex Group Андрей Игнатьев. В 2015 году компания запустила крупнейший в РФ завод «Алабуга-волокно», способный выпускать 1.4 тыс тонн углеволокна в год. Хотя на сегодняшний день предприятие пока не вышло на полную мощность, на период после 2020 года уже существуют планы по модернизации и расширению линий. К 2030 году российский завод планирует войти в топ-5 мировых производителей углеродного волокна.

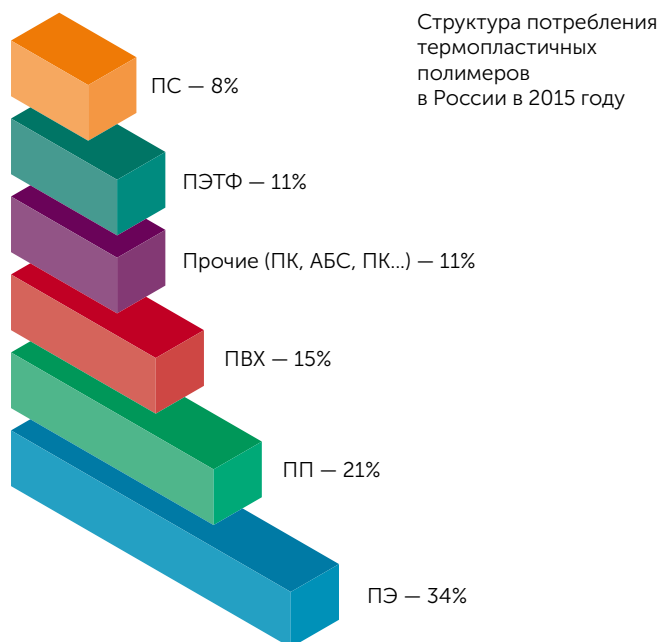
При этом г-н Игнатьев подчеркнул, что задача компании «быть не только производителем сырья, но и создавать продукцию различных переделов». Так, в

2017 году на площадке UMATEX Group стартовало производство однонаправленных тканей и нетканых материалов, в 2018 году начнется выпуск лопастей для ветрогенераторов, в 2019 году — баллонов высокого давления, а также будет запущено собственное производство ПАН-прекурсора. Помимо этого, компания участвует в производстве корпусов для военных и гражданских судов на основе полимерно-композиционных материалов. Наиболее активно, по мнению докладчика, в ближайшие годы будет расти применение композитов в строительной сфере. В основном в системах внешнего армирования, над которыми также работают специалисты UMATEX Group.

«Основными преимуществами использования композиций на основе углеродных лент в системах внешнего армирования является их высокая прочность и долговечность по сравнению с традиционными материалами», — отметил генеральный директор «ИННОВА» Сергей Проскурников. Анализ пределов прочности на растяжение показывает, что углеволокно обладает показателем 3 900 МПа, тогда как арматурная сталь (А500С) всего 500 МПа. По результатам последних исследований долговечность композитных конструкций приближается к нормативным срокам службы, что составляет не менее 50 лет, а для отдельных конструкций и более 65 лет.

В России при проектировании объектов строительства с композитными системами внешнего армирования в 45% случаев применяются импортные материалы. По мнению эксперта, локализация производства композитных составляющих и систем внешнего армирования помогла бы иностранным компаниям не только сократить сроки поставок, но и снизить стоимость продукции на 7–12%.

«На сегодняшний день настоящий бум применения композитов наблюдается в авиационной отрасли», — считает кандидат технических наук, руководитель направления «Объединенной авиастроительной



корпорации» Валерий Кривонос. Конструкции из полимерных композитов на основе углеродных армирующих наполнителей обеспечивают снижение массы и расхода топлива, улучшают аэродинамические характеристики воздушного судна. Другими словами, повышают экономическую эффективность эксплуатации самолета.

Впервые композиты на основе углеродных, борных, стеклянных и других волокон начали применяться в конструкциях боевой авиации с начала 70-х годов 20 века. Позже композитные материалы пришли на замену алюминиевых сплавов некоторых конструкций воздушных судов гражданской и транспортной авиации. Первыми в СССР в значительных объемах полимерные композиты начали применять в ОКБ «Антонов». Например, в средненагруженных конструкциях транспортного самолета Ан-124 «Руслан» было применено около 5,5 тонн композитных материалов. Композитные детали и агрегаты изготавливались из препрегов по вакуум-автоклавной технологии.

Говоря о современных достижениях отечественного авиастроения в области применения композитных материалов, спикер отметил состоявшийся 28 мая 2017 года первый полет ближне-среднемагистрального пассажирского самолета МС-21, в конструкции которого около 35% массы планера занимают композиты. Композитные составляющие — это высоконагруженные конструкции кессона крыла и хвостового оперения, а также агрегаты и элементы механизации. С 2019 года воздушное судно планируется запустить в серийное производство. Помимо этого, г-н Кривонос рассказал о технологии вакуумной инфузии, которая позволяет изготавливать интегральные конструкции за один цикл формования. Данная технология освоена компанией «АэроКомпозит».

Своим мнением, какой сегмент способен стать главным драйвером роста потребления композитов в РФ в ближайшем будущем, поделились все участники конференции. Согласно результатам интерактивного опроса, лидером голосования стал автомобильный сектор (32%), далее строительная (28%) и авиационная (24%) отрасли.

На сегмент судостроения возложили надежды 12% опрошенных участников. При этом в настоящее время применение композиционных материалов в российском судостроении находится на уровне менее 1% от объема мирового потребления. Такие данные озвучил начальник лаборатории НИО-З Крыловского государственного научного центра Николай Федюнюк. Имеющееся положение дел эксперт связывает с отсутствием в нашей стране масштабного гражданского судостроения, производства рыболовных судов, крупнотоннажных моторных яхт, различных спасательных средств.

Наиболее активно композиционные материалы в судостроительной отрасли использует Китай, на него приходится более 28% общемирового потребления. На втором месте находится США — 22%, на третьем месте с показателем — 14% страны Евро-

пейского союза. Крупная доля потребления обеспечивается за счет не только государственного участия, но и интереса частного бизнеса. В России на сегодняшний день условия для создания устойчивого развития государственно-частного партнерства отсутствуют.

Весьма скромное место — на уровне 2% от мирового рынка, Россия занимает и по производству термопластичных композиций. Об этом в своем докладе рассказал заместитель начальника отдела развития рынка научно-технического центра исследований «ПОЛИПЛАСТИК» Сергей Киселев. Объем отечественного рынка составляет порядка 5,6 млн тонн.

При ограниченности российских реалий выгодным направлением могли бы стать экспортные поставки, но таможенные пошлины создают определенные барьеры. В сложившихся обстоятельствах одну из возможностей расширения «ПОЛИПЛАСТИК» видит в создании собственных производственных площадок за рубежом. В 2018 году компания планирует начать предметный поиск партнеров для выпуска своей продукции в Европе.

Помимо этого, г-н Киселев сообщил, что доля импорта во внутреннем потреблении термопластичных полимерных материалов, которая существенно сократилась в 2015 году, по итогам текущего года может достигнуть 30%. Российская экономика вышла из рецессии, и большинство аналитиков ожидают рост в пределах 2% до 2023 года включительно. «В связи с выравниванием экономической ситуации тенденция по сокращению импортных поставок переломлена, и у российского рынка есть все шансы в ближайшее время вернуться к докризисным показателям импортных поставок», — полагает эксперт.

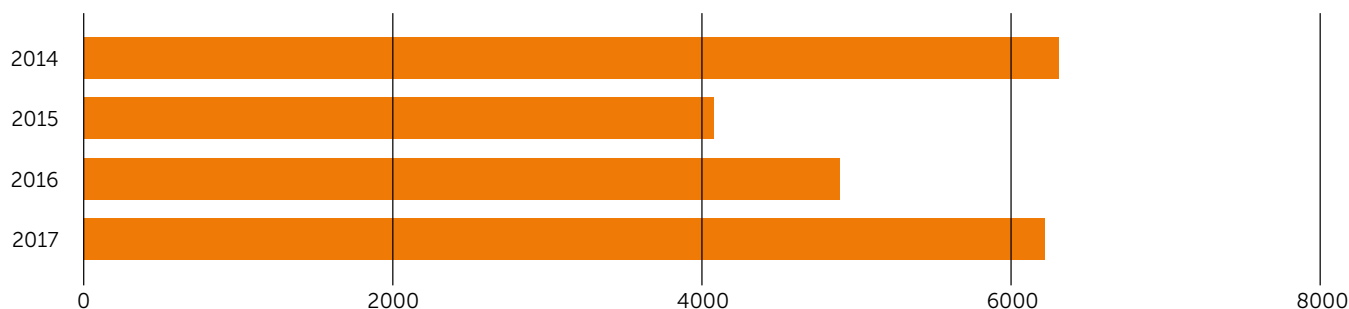
Далее обзор рынка смол для производства композитов представил учредитель компании «Дугалак» Зоран Павлович. По его словам, в течение ближайших 6–8 лет термореактивные смолы останутся главным связующим веществом при производстве композитных материалов, и емкость мирового рынка будет расти не менее 6% ежегодно.

Темпы роста потребления в разрезе по странам будут развиваться неравномерно. Максимальный спрос на уровне 7–8% в год будет наблюдаться в Азиатском регионе, в США потребление составит порядка 3%, в Европе — около 2%.

Относительно России, потребление ненасыщенных полиэфирных смол после стагнации в 2015 году показало значительный рост в прошлом году, особенно это коснулось смол отечественного производства. По прогнозу эксперта спрос продолжит расти. И в 2017 году потребление ненасыщенных полиэфирных смол составит 45 тыс тонн, из которых 33 тыс будут выпущены российскими предприятиями. По данным первой половины текущего года импорт увеличился на 20%, а отечественное производство — на 7%.

В сегменте эпоксидных смол потребление на протяжении последних трех лет находилось на стабильном уровне 40–42 тыс тонн, из которых 2–3 тыс тонны занимали смолы отечественного производ-

Импорт полиэфирных смол за шестимесячный период, тыс тонн



ства. При этом доля импорта достигла 90% от общего объема потребления. Место отечественной продукции заняли азиатские товары — 40% всего импорта эпоксидных смол и более чем 70% импорта эпоксидных смол для композитов, продолжил эксперт. Иностранные компании реализовали на российском рынке 25.37 тыс тонн смолы в чистом виде и 14.2 тыс тонн компаундов и изделий на ее основе (порошковые краски, краски, грунты, клеи, наливные полы и так далее). Существует также неофициальная информация, что отечественные предприятия занимаются фактически не производством эпоксидных смол, а фасовкой зарубежной продукции.

После анализа рыночной ситуации участники мероприятия перешли к рассмотрению эффективных технологий и инновационных разработок в области композитов. Кроме того, практическим опытом внедрения в жизнь новых решений поделились представители отечественных предприятий и зарубежных компаний.

Полимерные композиционные материалы нового поколения для электротехники и строительства, разработанные государственным научным центром «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов», представил заместитель начальника лаборатории по науке Александр Колобков. В числе пилотных проектов института — арочный мост, возведённый в сельском поселении Языково Карсунского района Ульяновской области в 2016 году. Длина пролета моста 11.98 м, изделие выдерживает нагрузку до 100 тонн, в нем установлено 19 арочных углепластиковых элемента, заполненных безусадочным бетоном, и стеклопластиковые профилированные настилы. Данный мост не потребует капитальных вложений долгое время, к тому же он постоянно контролируется системой мониторинга с применением оптоволоконных датчиков.

Об использовании процессинговых добавок для улучшения технологичности и качества компаундов и суперконцентратов рассказал ведущий инженер «ЗМ» Тимофей Макаров. Использование процессинговой добавки DynamarFX-5911 в концентрации от 500 ppm при компаундировании суперконцентратов технического углерода позволяет нарастить производительность компаундирующей линии, снизить температуру переработки, а также улучшить качество распределения сажи в матрице полимера. Добавки марки Dynamar эффективны в устранении нагарообразования и снижении давления экструзии при переработке аппретированных

минерально-наполненных компаундов.

С совместным докладом на тему современного технологического обеспечения процессов производства изделий из полимерно-композиционных материалов выступили представители Neva Technology — начальник технологического отдела Роман Шевченко и начальник отдела неразрушающего контроля Павел Тундыков. Отдельное внимание докладчики уделили вопросам повышения эффективности и структуризации процесса производства при ручной выкладке изделий из ПКМ, а также различным способам проверки качества композитных объектов с использованием систем контроля геометрических параметров, систем неразрушающего контроля и систем интерактивного мониторинга состояния объектов.

Мартин Буш — менеджер по развитию бизнеса немецкой компании Coatema, рассказал о высокоэффективной технологии и опыте предприятия в производстве перспективных препрегов на основе углеволокна.

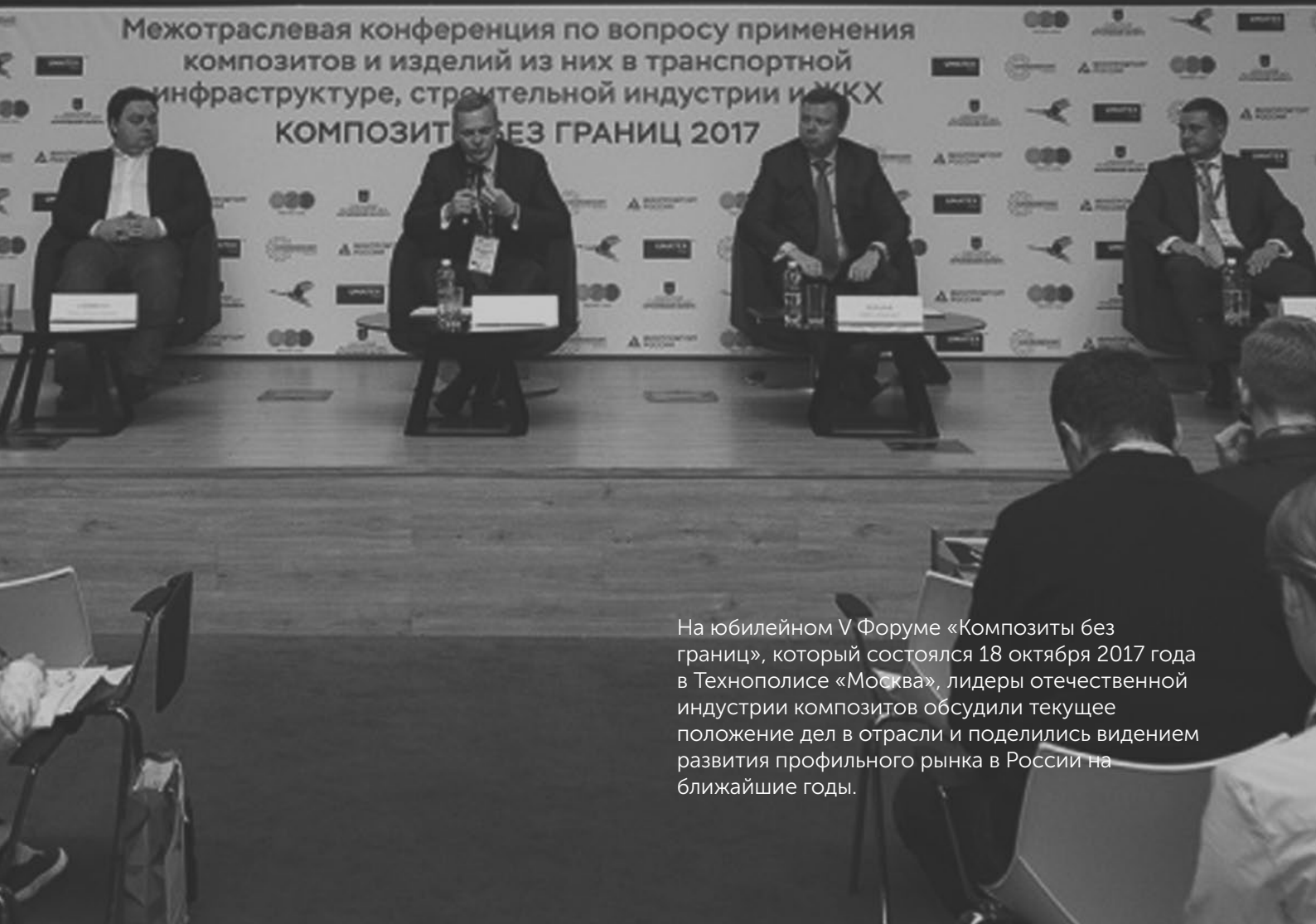
Опытном внедрения перспективных изделий из композиционных материалов в железнодорожную и автодорожную инфраструктуру поделился генеральный директор НПП АпАТЭК Андрей Ушаков. Хотя за время работы организация разработала более 150 нормативных документов (методик, стандартов, дополнений в действующие нормы и правила), тем не менее, по словам эксперта, наличие сертификации не является гарантом защиты от некачественной продукции. Кроме того, стандарты далеко не всегда решают возложенные на них задачи, а зачастую просто создают льготные условия для узкого круга компаний, блокируя сторонние конкурирующие предложения.

Рынку нужна новая парадигма сертификации в симбиозе с применением передовых производственных технологий. Это позволит получать продукцию нового качества по оптимальной цене не за счет использования дешевой рабочей силы, а за счет низкой первоначальной стоимости, а так же сокращения затрат на обеспечение безопасности на протяжении всего жизненного цикла изделия. «Композиционные материалы — это сфера малого и среднего бизнеса», — считает г-н Ушаков. И чтобы этот бизнес был выгодным, нужно способствовать уменьшению себестоимости продукции, в том числе за счет сокращения затрат на сертификацию, а также на обслуживание на всех этапах жизненного цикла товара, включая осмотры и ремонты. **KM**



www.umatex.com

На V Форуме «Композиты без границ» обсудили основные направления развития отрасли



На юбилейном V Форуме «Композиты без границ», который состоялся 18 октября 2017 года в Технополисе «Москва», лидеры отечественной индустрии композитов обсудили текущее положение дел в отрасли и поделились видением развития профильного рынка в России на ближайшие годы.

Оператором форума выступила компания UMATEX Group (Росатом) при поддержке Союза производителей композитов. Генеральный спонсор — «ФБГУ «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт». Официальный спонсор — АО «Препрег-СКМ». Компания партнер — Автономная некоммерческая организация «Комплекс инжиниринговых технологий Курчатовского института». Мероприятие проводилось под эгидой Министерства промышленности и торговли Российской Федерации.

Представители крупнейших российских и иностранных компаний обсудили на форуме перспективы применения композитных материалов в приоритетных секторах экономики: судостроении, авиации, энергетике, автомобилестроении, строительстве, транспортной инфраструктуре и ЖКХ. В церемонии открытия V Форума «Композиты без границ» принял участие заместитель Министра промышленности и торговли Российской Федерации Сергей Цыб.

На пленарном заседании под названием «Композиты России — прорывные технологии и материалы: сегодня и завтра» Кирилл Комаров, первый заместитель генерального директора — директор Блока по развитию и международному бизнесу Госкорпорации «Росатом», рассказал о стратегии Росатома по развитию новых направлений бизнеса, в том числе композиционных материалов. Росатом традиционно обеспечивает производство углеродного волокна в стране. Старейшее предприятие «Аргон» было основано еще в конце 70-х годов прошлого столетия. В 2015 году в промышленную эксплуатацию был введен новый завод «АЛАБУГА-ВОЛОКНО», мощностью свыше 1400 тонн углеродного волокна в год. Объем производства в состоянии удовлетворить российский рынок, емкость которого составляет всего 300 тонн в год. Продукция предприятия отвечает мировым стандартам и поставляется на экспорт.

Кирилл Комаров назвал два новых направления для использования композиционных материалов в атомной отрасли. Первое, Росатом рассматривает возможности использования композитных изделий для строительства АЭС. В их числе мобильные дорожные покрытия из композитов, композитные опоры освещения, быстровозводимые композитные мосты, фибра для упрочнения бетона, гибридная композитная арматура для производства и монтажа бетонных конструкций, композитные ограждения, сосуды высокого давления и композитные трубопроводы. Второе, использование композитов в создании ветроустановок. В планах Росатома локализация производства композитных лопастей с углеродным ребром жесткости и применение композитов в кожухах гондолы.

Отдельно Кирилл Комаров остановился на проблемах длительной квалификации и сертификации новых материалов в стратегические отрасли промышленности. В настоящее время этот процесс занимает более трех лет. Он рассказал, что Росатом совместно с Союзом производителей композитов и игроками рынка разработал ряд мер с целью со-



кращения сроков квалификации и сертификации новых материалов.

Александр Тюнин, генеральный директор UMATEX Group (Госкорпорация «Росатом») поделился своим видением, как масштабировать рынок углеродного волокна с 300т в 2017 году до 3000т в 2025 году. Он назвал четыре приоритетных направления, которые будут содействовать увеличению рынка в 10 раз. Так, реализация проектов производства композитных ветролопастей обеспечит потребление 500 тонн углеродного волокна в год. Локализация производства композитных сосудов высокого давления четвертого поколения увеличит потребление углеродного волокна на 700 тонн. Развитие производства спортивного инвентаря в состоянии увеличить рынок еще на 400 тонн в год. Потенциал применения композитов в строительстве составляет порядка 500 тонн. Также, на его взгляд, действенная мера для развития рынка — это поддержка кооперации между отечественными производителями композитов. С этой целью по инициативе UMATEX Group создается композитный промышленный кластер «Композиты без границ» на территории Республики Татарстан, Московской и Саратовской областей.

Сергей Ветохин, исполнительный директор Объединения юридических лиц «Союз производителей композитов» уточнил, что вопрос отсутствия необходимой нормативной технической документации для применения изделий из композитов будет полностью закрыт в 2017–2018 годах: «Это произойдет после утверждения и введения в действие всех разработанных в рамках государственной подпрограммы «Развитие производства композиционных материалов (композитов) и изделий из них» сводов правил и стандартов, регламентирующих требования к изделиям из полимерных композитов, предназначенных для приоритетных секторов экономики». Сергей Ветохин также коснулся проблемы подготовки кадров в отрасли композитов: «Для решения проблем, связанных с уровнем компетентности кадров необходима комплексная работа по созданию системы профессиональной подготовки,



переподготовки, повышения и оценки квалификации кадров композитной отрасли и отраслей-потребителей, включая разработку и последующее внедрение профессиональных и образовательных стандартов, а также наличие демонстрационных площадок для подтверждения специалистами всех уровней их компетенций».

Алексей Рахманов, президент АО «Объединенная судостроительная корпорация», привел примеры успешного внедрения инноваций и новых материалов в судостроении, а также обозначил «узкие места», требующие дополнительной проработки: «В судостроении композитные материалы давно и прочно вошли в жизнь. Мы используем многие преимущества композитов при создании кораблей. В ближайшее время выйдет в свой первый рейс гражданский катамаран проекта 23290, корпус которого изготовлен из композитных материалов. Я убежден, что судостроение будущего без композитов невозможно, как убежден и в том, что новые материалы должны применяться более масштабно» — подчеркнул глава корпорации.



Алексей Алтынбаев, заместитель директора ФГБУ «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», в ходе дискуссии отметил, что сегодня композитные материалы имеют стратегическую важность для промышленного развития и экономического роста: «Когда мы говорим о развитии рынка композитных материалов, мы должны понимать важность научной составляющей и исследовательской инфраструктуры для разработки и применения отечественных материалов и изделий. Только в полной мере используя научный потенциал, мы сможем сделать качественный рывок и использовать экспортные возможности». Анатолий Гайданский, генеральный директор АО «АэроКомпозит», поделился опытом работ над проектом создания композитного крыла нового пассажирского лайнера МС-21-300. Накануне форума первый опытный самолет совершил перелет с аэродрома Иркутского авиазавода в аэропорт «Раменское», г. Жуковский Московской области, для продолжения летных испытаний. Спикер напомнил, что в конструкции крыла доля композиционных материалов составляет порядка 75%. В планере — меньше. Из композитов изготовлена часть центроплана и хвостовое оперение. «Мы довольны результатами летных испытаний МС-21. По первым оценкам, машина подтверждает заявленные характеристики во весу и топливной эффективности. Системы ведут себя штатно, конструкция не вызывает опасений с точки зрения развития трещин и повреждений. Аэродинамические параметры композитного крыла значительно выше, чем изготовленного из классических алюминиевых материалов», — отметил спикер.

Денис Гращенков, заместитель генерального директора ФГУП «ВИАМ» ГНЦ Российской Федерации, рассказал о перспективах применения композитов в городском хозяйстве — в создании мостов и других инженерных объектов. По его словам, при поддержке Минпромторга РФ был создан первый в России автомобильный мост, где в несущих конструкциях были заложены композитные материалы. Проект был реализован в Ульяновской области.

Дмитрий Коган, генеральный директор «Препрег-СКМ», выразил мнение, что российские материалы имеют экспортный потенциал. Но для того, чтобы быть успешными на мировом рынке необходимо понимать тенденции развития: «Мировой рынок растет в тоннаже, но становится более зрелым. Он начинает делиться на два сегмента. Первый — кастомизированный сегмент, который включает хай-энд материалы. Например, в авиации килограмм материала может стоить 150 долларов. Второй — масс-маркет. Увеличивая объемы производства автомобилей, ветроустановок, производители начинают оказывать давление на производителей композиционных материалов с точки зрения снижения их стоимости. Пять лет назад углеродное волокно стоило 20–25 € за кг, а сейчас 15 евро». Он также отметил, что основной тренд развития отрасли — это увеличение влияния доли полимерной матрицы: «В части углеродных волокон мы уже по-

лучаем достаточные характеристики по жесткости и по прочности, а что касается технологичности, экономичности, пожаробезопасности, скорости переработки материалов — все это ставит дополнительные задачи перед разработчиками и производителями полимерных матриц».

В рамках форума прошла Межотраслевая конференция по применению композитов и изделий из них в транспортной инфраструктуре, строительной индустрии и ЖКХ. На секциях: «Применение композитов и изделий из них в транспортной инфраструктуре» и «Применение композитов в строительной индустрии и ЖКХ» выступили представители ведущих производителей композиционных материалов и изделий из них для строительной индустрии.

Отраслевые секции были посвящены следующим темам: «Перспективные материалы», «Применение композитов в транспортном машиностроении», «Инжиниринг и материалы». На форуме также состоялся круглый стол «Проблемы и перспективы развития профессионального образования в области композиционных материалов» с участием представителей сферы образования.

Участники форума посетили мастер-класс по формированию багажника автомобиля из углеродных тканей производства UMATEX Group методом вакуумной инфузии и экскурсии в R&D центр UMATEX Group, а также научно-исследовательский центр и цех по производству мультиаксиальных тканей «Препрег-СКМ».

В выставочной зоне форума работал «Салон композиционных материалов», где были представлены: карбоновый чемодан и дипломат, карбоновое крыло беспилотника, карбоновый автомобиль команды МГТУ им. Баумана, изготовленный в рамках проекта «Формула Студента», винная подставка, настенные часы и даже стул, выполненные из углеродных тканей, кузовные детали автомобиля, образец балки, усиленной углеродными лентами производства компании «Препрег-СКМ» и многие другие уникальные изделия. Самым популярным экспонатом стал карбоновый автомобиль Audi R8. Компания Carbon Factory изготовила с применением углеродных тканей все элементы кузова автомобиля методом вакуумной инфузии. В данном проекте использовался уникальный метод укладки углеволокна в стык на протяжении всего корпуса автомобиля. Капот, крылья и другие элементы кузова изготовлены с лицевой и обратной сторон полностью идентично оригинальным деталям. Панели интерьера автомобиля изготовлены методом ламинации углеродной тканью плотностью 240гр/м².

Участниками форума стали более 500 человек. В их числе представители компаний производителей композитов и оборудования для производства композитов — российские и международные, строительные организации, авиационные предприятия, судостроительные предприятия, компании по созданию спортивного инвентаря, научно-исследовательские институты, технические университеты, федеральные и региональные органы власти. **КМ**



www.composites-cis.com

Композиты СНГ 2017

Седьмая ежегодная международная конференция «Композиты СНГ» прошла в Сочи с 26-27 сентября 2017 года. Организатором конференции выступила компания Musthaveevents Ивент Группа, спонсорскую поддержку оказала компания Evonik, журнал «Композитный мир», как генеральный медиапартнер, оказал информационную поддержку.

Почему же уже столько лет подряд эта конференция привлекает такое количество участников и вызывает стабильно высокий интерес? Следует отметить, что в последние годы, несмотря на сложную экономическую ситуацию, количество участников не уменьшается, а, напротив, растет и расширяется их география. В связи с этим, конференция приобрела международный статус и призвание. И секрет этого успеха не только в удачном формате мероприятия, позволяющем сочетать работу и отдых, и не столько в уникальном месте и времени проведения конференции, сколько в невероятной атмосфере, созданной организаторами конференции и подхваченной всеми участниками. Тема конференции 2017 года — Композитные изделия в транспортном потоке восток-запад.

«Одной из базовых ценностей компании Эвоник является повышение эффективности процессов. Именно поэтому мы уделяем особое внимание отрасли композиционных материалов, поскольку их применение существенно улучшает физико-механические свойства и энергоэффективность изделий», — отметил в своем докладе Константин Юрьевич Дорогов, Бизнес-менеджер направления Evonik. Подробно он остановился на следующих решениях для композитов:

- силаны DYNASYLAN®, применяемые в качестве замасливателей для стеклянных и базальтовых волокон;
- вспененный жесткий пластик ROHACELL® — активно применяемый в авиации, электронике, спортивных изделиях;

- диамин VESTAMIN® для отверждения эпоксидных смол и препреги на основе полиуретана VESTAMIN® PP;
- адгезивы для композиционных изделий на основе полиолполиэфиров DYNACOLL®.

Радик Минниканефович Янабаев, заместитель генерального директора по развитию бизнеса ОСВ Стекловолокно, вынес на обсуждение вопросы, касающиеся перспектив роста и динамики потребления стекловолокна по отраслям. Отдельным тезисом прозвучала тема применения стекловолокна в агрессивных средах и производстве труб для нефтяной отрасли.

Несколько докладов было посвящено применению композитов в конструкциях и сооружениях автомобильных дорог и путевого хозяйства. Так Андрей Владимирович Шаронов, заместитель директора по коммерции компании Рекстром-М продемонстрировал металлокомпозитную опору линий электропередач и освещения. «Основная проблема опор освещения полностью выполненных из ПКМ связана с низким модулем упругости стеклопластика или базальтопластика и относительно высокой стоимостью компонентов ПКМ по сравнению с металлами», — подчеркнул Андрей Владимирович. Оптимальным решением была бы гибридная металлокомпозитная конструкция с интегрированным стыковым фланцем. Стержни из стальной арматуры — придают высокую жесткость и прочность опоре, а тонкая стеклопластиковая оболочка обеспечивает совместную работу всех стержней и защиту арматуры от воздействия климатических факторов — до 15% от массы опоры.

Сергей Владимирович Ильин, заместитель директора Департамента проектирования, технической политики и инновационных технологий Государственной компании АВТОДОР рассказал о технической политике в области внедрения композитных материалов, а также сложностях с которыми стал-



Основные дефекты при эксплуатации композитных материалов и конструкций из них (срок эксплуатации не более 5 лет, с 2012 года).

живается компания при эксплуатации изделий из композитных материалов, в частности об основных дефектах конструкций.

Опытом внедрение инновационных композитных материалов в дорожном строительстве на территории Евросоюза, на примере продукции ООО «Знаменский композитный завод» поделился генеральный директор компании, Дмитрий Андреевич Христов. Применение композитных стоек для шумозащитных экранов на окружной дороге в Варшаве, Польша; композитных сигнальных столбиков и стоек для дорожных знаков в Польше и РФ; композитных и ПВХ шпунтов на территории Германии, Англии, Румынии, Польши; применение композитной арматуры и сетки на территории Германии, Польши, Швеции.

Производство крупногабаритных изделий сложной формы методом ручного напыления гелькоута и смолы с рубленым стеклоровингом имеет ряд недостатков, которые являются следствием применения в технологии ручного труда — то есть человеческого фактора: нестабильное качество изделий, нестабильный и неконтролируемый расход сырья, экологический фактор. Зайнуллин Равиль Наилевич, заместитель директора по развитию компании КОРА показал участникам конференции ноу-хау — роботизированную технологическую ячейку для производства изделий из композиционных материалов, которая включает в себя: камеру нанесения, робота-манипулятора Fanuc, установку для напыления гелькоутов на 5 цветов, установку напыления смолы с рубленым ровингом.

«Развитие масштабного транспортного потока «Восток-Запад» требует коренного переоснащения транспортных средств и магистралей. Современный железнодорожный и автомобильный транспорт с точки зрения применения современных материалов демонстрирует техническую отсталость. В настоящее время для перехода с металлических конструкций на композитные существуют вполне обоснованные условия. Разработанные нами эпоксидные связующие с отвердителями аминного типа, позволяют получить стеклопластики, превосходящие по прочностным свойствам широко применяемые марки стали», — рассказала Татьяна Валентиновна Лапицкая, генеральный директор ЭНПЦ Эпитал.

Иван Николаевич Воробьев, ведущий технический специалист Сервисной Компании ИНТРА в своем выступлении рассмотрел вопрос ремонта и восстановления несущей способности трубопроводов композитными материалами. Представил методы выполнения ремонта сквозных и несквозных дефектов. Описал типы применяемых композитных материалов, их основные характеристики и представил некоторые примеры из практики. Отдельно рассмотрел вопрос нормативного обеспечения ремонтов композитными материалами, международные и российские стандарты.

Оказалась ли конференция полезной? Безусловно. В следующих номерах журнала «Композитный мир» мы опубликуем наиболее интересные материалы из представленных на конференции докладов. **КМ**



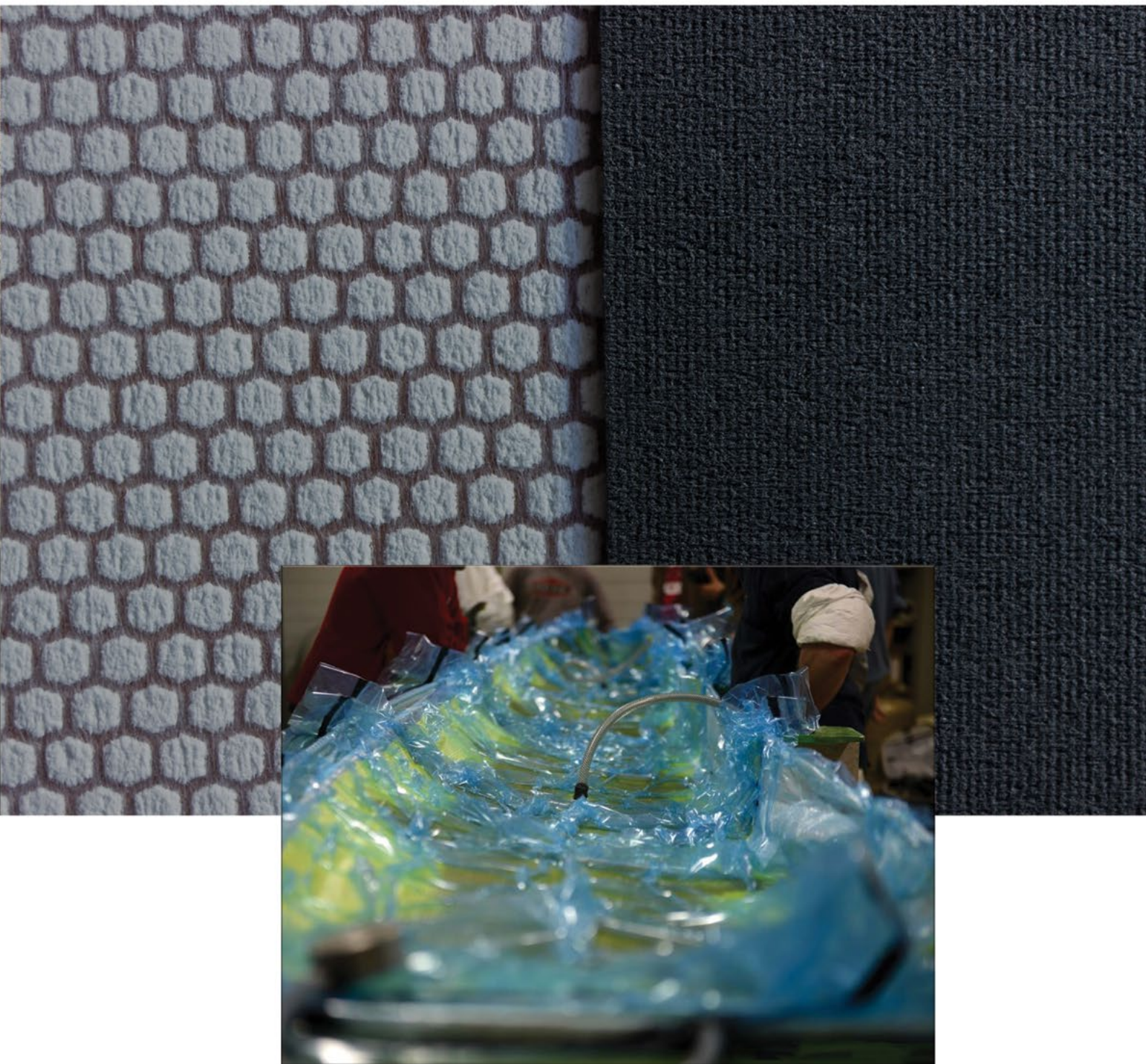
*ПРЕВОСХОДСТВО ДОСТИГАЕТСЯ
БЛАГОДАРЯ ИННОВАЦИЯМ*



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

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

*Экономичное решение для технологий закрытого формования;
Полиэфирный нетканый материал, устойчивый к сжатию и
совместимый со всеми стандартными типами смол, включая
эпоксидную, полиэфирную, винилэфирную, фенолоальдегидную;
Подходит для всех процессов закрытого формования, включая
инфузию, RTM Light, RTM Heavy.*



Холодников Ю. В.
ООО СКБ «Мысль» г. Екатеринбург

Инновации, инвестиции, интенсификация, импортозамещение, изобретательство

Развитие данного научно-технического направления нельзя рассматривать в отрыве от общего состояния производственного сектора экономики страны, поскольку конечный продукт предназначен, прежде всего, для реального сектора. Экономика страны, за рассматриваемый промежуток времени, пережила не лучшие времена. Однако, как нас убеждает Правительство, достойно справившись с трудностями, страна вступила в стадию устойчивого развития. Со времени принятия основополагающих документов по композитной тематике прошло почти пять лет. Можно подвести промежуточные итоги и оценить соотношение намеченного плана и достигнутого.



Для оценки эффективности мероприятий по развитию инновационной деятельности в композитной отрасли в масштабах страны нужно отметить несколько ключевых моментов:

1. определение направлений инновационных работ, соответствующих стратегическим планам развития экономики, по принципу «нельзя объять необъятное»;
2. источники, объемы и доступность средств на разработку и внедрение (НИОКР) новых разработок, поскольку постановка нового вида продукции на производство сопряжена со значительными капитальными вложениями, большим объемом организационной работы и нормативно-технической документации;
3. формирование рынка потребления инновационных разработок;
4. защита результатов интеллектуальной деятельности, являющейся важнейшим спутником инноваций.

Итак, во-первых, в «дорожной карте» развития отрасли производства композитных материалов указаны направления и контрольные показатели развития отрасли, сроки реализации и ответственные исполнители. К сожалению, я не нашел информации от «ответственных» исполнителей о проделанной работе и достигнутых при этом результатов. Как оценить уровень исполнительской дисциплины и состояние отрасли на данный момент? Только по косвенным показателям и собственному мироощущению, сформированному на основе общения с участниками композитной тематики.

Второй аспект — это вопрос терминологии. Он не имеет прямого отношения к развитию отрасли, однако является основополагающим в плане создания общей базы взаимопонимания и единообразия создаваемой нормативно-технической документации. Обратите внимание, в постановлениях Правительства речь идет о композиционных материалах, композитных материалах и о композитах. Компетентные «товарищи», которые готовили эти документы, должны понимать, что композиционные материалы и композиты — это разные понятия. Поясню: «Композиционные материалы» — это предметы труда, а «композиты» — это изделия из композиционных материалов». В этом плане большие надежды я связывал с разработкой и принятием нового ГОСТа по базовой терминологии в области композитостроения. Однако вышедший ГОСТ 32794-2014 «Композиты полимерные. Термины и определения» откровенно разочаровал. «Творческая» переработка ИСО 472:1990 привела к тому, что выпущенный ГОСТ включил в себя сведения о клеях, пластмассах, пенопластах, не относящихся к композитам. Кроме того, выход государственного стандарта должен стимулировать развитие отрасли. Но в новом ГОСТе нет сведений о новых композиционных материалах: о винилэфирных, фумаровых, органосиликатных смолах, об армирующих материалах, например, поликорматах и мультиаксиальных тканях. Наполнители

как инструмент модификации композитов упомянуты вскользь. Нет упоминания о новых способах изготовления изделий из композитов, о дефектах композитных изделий. Не упоминается о целых направлениях развития композитной отрасли таких как: полимербетоны, ремонтные технологии, защита технологического оборудования с помощью композитов и другие. Вряд ли подобный стандарт способен консолидировать отрасль и обеспечить взаимопонимание участников рассматриваемого направления научно-технической деятельности. Не тема этой статьи, но некоторые ГОСТы, принятые по композитной теме в последнее время, требуют пересмотра и корректировки. Нельзя механически «руссифицировать» иностранные аналоги, выдавая их за собственные разработки, из-за различных трактовок технических терминов и определений, методик расчетов и исследований, наконец, принятой в стране системой исчислений.

Третий момент, который необходимо отметить в плане развития инновационной составляющей отрасли, связанной с производством изделий из композиционных материалов — это правовая защита самой «инновационности». В связи с этим, разрешите небольшое лирическое отступление. Известно, что резину в ее нынешнем виде изобрел американец Чарльз Гудиер. Меня поразило в его биографии то факт, что дошедший до крайнего уровня нищеты, он на следующий день после получения патента на изобретение, стал миллионером, поскольку к нему «...выстроилась очередь из желающих купить у него лицензию на производство резиновых изделий». Это недостижимый пока для нас уровень уважения к чужой интеллектуальной собственности. А как с этим «уважением» у нас? Из собственной практики — когда я на тендерном совете указал председателю совета на факт того, что конкуренты нарушают мои права, как разработчика технологии производства работ, мне было заявлено, что «нарушений в по-





рядке подачи конкурсной документации не выявлено». Причем здесь порядок подачи документов мне не ясно до сих пор. Из юридической практики можно констатировать, что суды крайне неохотно рассматривают дела, связанные с защитой интеллектуальной собственности, поэтому — «лучше не связываться». Сэкономить время и нервы! Подводя итог размышлений по этому пункту развития композитной отрасли, можно констатировать, что защиты интеллектуальной собственности у нас в стране нет. И говорить об инновационности можно лишь условно, ввиду отсутствия моральных и материальных стимулов к подобному роду деятельности. Изобретатели у нас, конечно, есть. Народ у нас талантлив. Но это скорее деятельность, направленная на самоутверждение и получение ВАКовских баллов, чем целенаправленная работа по созданию инновационных видов продукции. Рыночный характер экономики не предполагает альтруизма и избыточной самоотверженности в деловом общении. На мой взгляд, проблема защиты инноваций должна стать одним из основных направлений работы различных творческих союзов и объединений, поскольку носит общественный, а не частный характер. Мне «повезло» поучаствовать в работе многих таких союзов и везде я ставил этот вопрос, но «воз и ныне там». Гораздо приятнее «пилить» бюджет.

Следующий аспект — инвестиционная составляющая развития композитной отрасли. Это очень обширная и важная тема, о которую сломано немало копий и разбито в прах множество начинаний. Можно бесконечно обсуждать варианты получения средств на развитие проектов, говорить о профессионализме участников инвестиционного процесса

и так далее. Но есть несколько вопросов, на которые я, в течение более чем двадцатилетней производственной деятельности, так и не нашел ответа. Это следующее:

1. А судьи (эксперты) кто? Кто эти «бескорыстные» и высококвалифицированные рыцари, стоящие на страже финансовых интересов различных фондов, банков, грантов? Те «эксперты», с которыми мне неоднократно «повезло» общаться, к сожалению, не произвели впечатления специалистов в области композитостроения. Как можно дать оценку проекта не понимая сути проблемы и качества предложенного решения — не понятно. Какую ответственность они несут за свои решения?

2. Получение субсидий и любой другой финансовой поддержки для развития инновационного вида деятельности связано с составлением огромного количества документации, предоставления справок и расчетов. Это важный и необходимый момент работы, однако, по-моему, здесь явные перегибы. Если я, как «на рентгене», выложил все исходные данные и программы развития перед финансовым учреждением, и последний подтвердил их правильность, то логично было бы в процессе реализации проекта разделить риски и ответственность за этот проект, поскольку во многом экономика проекта подогнана под требования инвестора. Если фонд на это не идет, то нужно ограничить объем запрашиваемой информации в рамках разграничения уровня ответственности сторон. В конце концов, какой бы объем информации не был предоставлен, как бы мы не «жонглировали» цифрами, ответственность

за реализацию проекта несет заемщик, вне зависимости от внешних и внутренних факторов, включая форс-мажорные обстоятельства. Опять пример из собственной практики. Мы год оформляли документы на получение средств из областного инвестиционного фонда в соответствии с «европейскими» стандартами. Прошли обучение управления проектами, составили «правильный» бизнес-план, оценили риски и перспективы, составили график развития. За год изменилась ситуация в стране и мире, и все планы надо корректировать, упущено время, изменились цены и насыщенность рынка. В конце работы мы получили положительное заключение по проекту, но к тому времени деньги в фонде закончились.

Я не понимаю, почему наши банки легко раздают копеечные не обеспеченные потребительские кредиты, а потом плачутся в правительстве на многомиллиардные невозвраты, требуя реструктуризации и санации, но от них невозможно добиться кредитования реального производства? Кому выгодна такая «кровеносная система» экономики, не стимулирующая развитие производственных сил в стране? Почему финансирование инновационной деятельности малых предприятий сопряжено с искусственными трудностями? Есть мнение, что распределение денег среди малых предприятий приведет к «разворовыванию» страны. Однако всем понятно, что средства из страны выводят далеко не малые производственные предприятия.

3. Экономический сектор правительства реализует планы развития страны, ориентируясь на «ключевых игроков», другими словами — крупные производственные структуры, оставляя крохи бюджета на развитие малого и среднего бизнеса и то не напрямую, а через различные фонды (см. пункт 2). Во-первых, под «малым бизнесом» подразумевается все: от похоронных бюро, до инновационных центров. И подход к ним одинаковый. Но организация работы бутика и создание производства продукции требуют абсолютно разного подхода как по объему

финансовых затрат и трудоемкости процесса запуска работы, так и по срокам и графику окупаемости заемных средств. Эти особенности в расчет не принимаются. Во-вторых, подтвержденная статистика говорит о том, что в развитых странах основной объем производства приходится на малый и средний бизнес. Мировые лидеры типа Аэрбас, Боинг, Сименс и другие, в основном, занимаются «отверточной» сборкой готовой продукции, прикрывая своим брендом многочисленных поставщиков комплектующих изделий из разряда малых и средних предприятий. Мы, как всегда, идем своим путем. У нас «сливки» снимают гиганты типа Газпром, Норникель, Русал и прочие, которые стремятся сосредоточить в себе максимум производственных мощностей, чтобы деньги компании крутились среди дочерних и аффилированных структур.

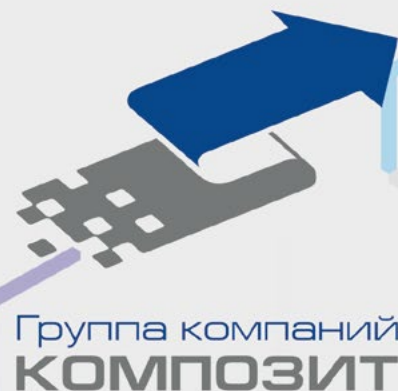
Развитие композитного производства — это зона ответственности малого и среднего бизнеса, поскольку требует гибкости производства, быстрого внедрения инновационных решений, характеризуется большим разнообразием ассортимента продукции, способов производства и видов применяемых материалов. К сожалению, формализм, некомпетентность, безответственность и нежелание вникать в мелочные (в масштабах страны) проблемы малого производственного бизнеса создают множество искусственных преград на пути его становления.

И наконец, последний риторический вопрос по теме. Если в нашей богатейшей стране, наделенной несметными природными ресурсами, есть отличная научная школа и ученые с мировым именем, преданный и талантливый народ, заинтересованный в процветании Родины, неплохая производственная база, грамотные и квалифицированные специалисты, почему мы живем в состоянии пред-дефолта и пост-санкционного синдрома? Очевидно, что что-то не так с организацией нашей жизнедеятельности и квалификацией «эффективных менеджеров», принимающих ключевые производственные решения. **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



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

www.composite.ru



Росизолит — многопрофильная компания на рынке композитных материалов



www.rosizolit.ru

Компания Росизолит работает на российском рынке с 1998 года. Правильно выбранная концепция развития компании вывела её на лидирующие позиции в своем сегменте.

20 лет назад основным видом деятельности было снабжение предприятий-производителей электро-технического оборудования — электроизоляционными материалами. На данный момент, кроме того, РОСИЗОЛИТ — многопрофильная производственная компания, которая предлагает широкий спектр композитных материалов и стеклопластиков собственного производства для применения в различных отраслях (транспортное машиностроение, промышленное строительство, электротехника, химическая промышленность). Предприятие обладает собственными производственными мощностями для обработки композитных материалов по различным технологиям, включая механообработку, намотку и метод инъекции (RTM).

Заслужив доверие своих постоянных заказчиков и имея обширную клиентскую базу, компания Росизолит предлагает своим заказчикам новые материалы и технологии, что, в конечном итоге, приводит к укреплению кооперационных связей и взаимовыгодному сотрудничеству.

Если разбить основные сферы деятельности компании на сегменты, то среди них наиболее значимыми можно выделить:

Дистрибуция и поставка электроизоляционных материалов и стеклонаполненных пластиков и композитных материалов

За многие годы работы накоплен огромный объем знаний и используется зарубежный опыт в области применения электроизоляционных материалов, стеклопластиков и композитных материалов для использования в электротехнике, металлургии, химической промышленности, атомной промышленности и строительстве. Для многих материалов импортного производства подобраны отечественные аналоги или производятся материалы по собственным техническим условиям. Осуществляются консультации по применению и подбору новых современных композитных материалов отечественного и импортного производства.

Механическая обработка композитных материалов и стеклопластиков

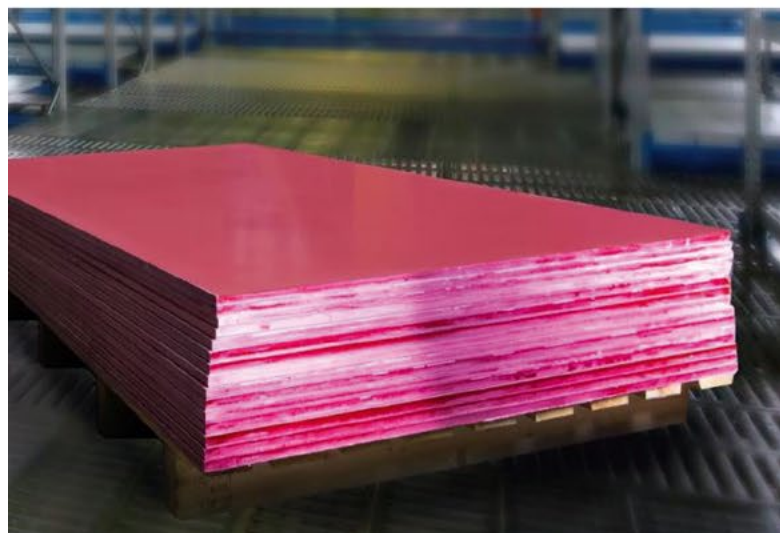
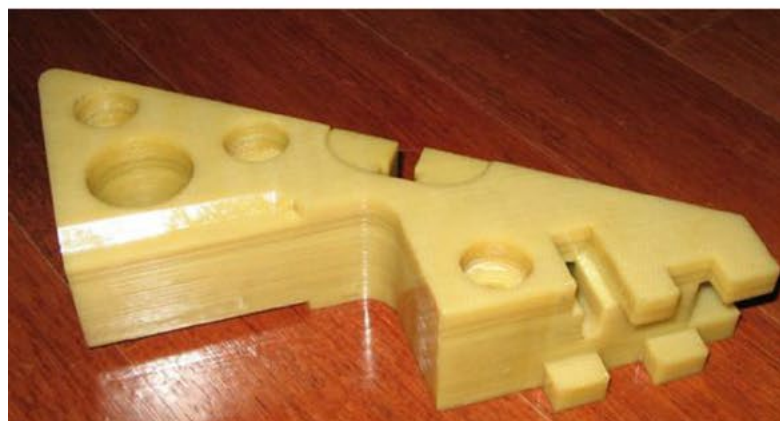
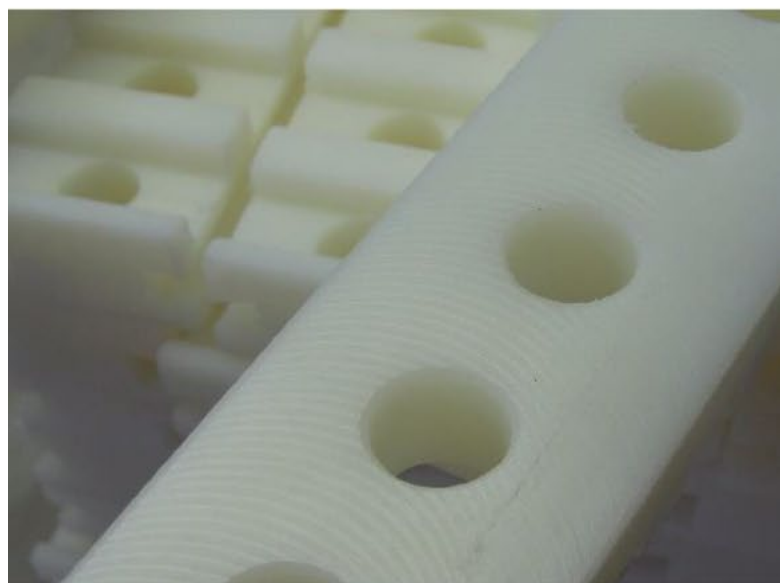
С развитием сегмента композитных материалов на базе стекловолокна, углеволокна, композитов с применением минеральных наполнителей, все более остро стоит проблема профессионального подхода к переработке таких материалов в конечные изделия (в виде комплектующих или конструктивных элементов).

Компания Росизолит оказывает услуги по изготовлению комплектующих, деталей, конструктивных элементов по чертежам заказчиков из различных пластиков и композиционных материалов (в том числе стекло- и углепластиков) на собственном производстве в Санкт-Петербурге. Имеющийся современный парк оборудования, основу которого составляют обрабатывающие центры с ЧПУ, установки гидроабразивной резки, позволяет работать со всеми видами композитов. Знания в области современных технологий и инструментов для обработки композитов позволяют эффективно обрабатывать с высокой производительностью материалы от дерева до минеральных композитов и керамики, с размерами от нескольких сантиметров до трех метров. Применяемые на производстве технологии механической обработки позволяют осуществлять сложные трехмерные работы при производстве изделий сложной формы фрезерованием или токарной обработкой.

Изготовление изделий и листов из трудногорючего полиэфирного стеклопластика методом инъекции (РТМ)

В компании Росизолит разработана новая усовершенствованная технология производства стеклопластика высокопроизводительным способом, взамен препреговой технологии. За основу взят широко применяемый эпоксидный листовой стеклопластик и освоен способ изготовления полиэфирного листового стеклопластика обладающего такими свойствами, как: трудногорючесть и малотоксичность. Стеклопластик предназначен для применения в качестве электроизоляционного материала, а также в качестве трудногорючего конструкционного и отделочного материала для промышленного строительства и транспортного машиностроения. В стеклопластике применяется связующее на основе ненасыщенной полиэфирной смолы и безгалогеновые добавки и он может использоваться как трудногорючий конструкционный и отделочный материал при строительстве промышленных сооружений и конструкций, в качестве отделочного материала в электротранспорте (вагонах метро, трамваев и железнодорожных подвижных составов). В настоящий момент ведется разработка производственной линии для изготовления формованных и листовых изделий из стеклопластика аналогичного состава для конструктивных элементов. Компания Росизолит по данному направлению стала победителем конкурса на привлечение государственного гранта по линии «Фонда Содействия Инвестициям» и получила финансирование для осуществления этого крупного проекта.

Приглашаем Вас посетить стенд компании Росизолит на выставке К-Экспо с 13 по 17 ноября в 4 павильоне выставочного комплекса ЛЕНЭКСПО. Наши специалисты с готовностью ответят на ваши вопросы и проконсультируют о новых материалах и технологиях в применении и обработке композиционных материалов. **КМ**



Черных М. А., генеральный директор АО «Базальтовые проекты»
Сидоренко П. Д., руководитель направления КМ АО «Базальтовые проекты»
Муравьев К. С., главный инженер АО «Базальтовые проекты»

Проблематика применения базальтокомпозитной продукции в ГОСТируемых решениях

Рынок композитных материалов и технологий в последние годы демонстрирует уверенный рост как во всем мире, так и в нашей стране, причем темпы роста объема отечественного композитного рынка значительно превышают мировой. Основными секторами мировой экономики, потребляющими композитные материалы, являются строительная индустрия (более 3,5 миллионов тонн ежегодно), транспортное машиностроение (около 3 миллионов тонн/год), энергетика и электроника (около 1,7 миллионов тонн/год), причем мировые тенденции полностью совпадают с тенденциями российскими.

Широкое применение композитов в строительной и прочих индустриях обусловлено многими факторами, в числе которых высокие прочностные и удельные характеристики в сочетании со стойкостью к коррозии и специальными свойствами, а также удобство транспортировки и монтажа готовых изделий ввиду их сравнительно малого веса. Технологический прогресс и новые решения для производства композитных материалов позволяют сделать вывод о продолжении тенденции к расширению их применения в различных приложениях. Строительство, представленное главным образом в виде транспортной инфраструктуры, объектов малой этажности гражданского и промышленного назначения, жилищно-коммунального комплекса и мобильных сооружений, является драйвером развития композитов в странах-лидерах рынка — США, Китае, странах Европейского союза.

Несмотря на значительные перспективы применения, доля российской отрасли композитов по отношению к глобальной до сих пор едва превышает 1%. Несущественная доля рынка российских композитов обусловлена рядом сдерживающих факторов, особенно заметных на примере строительства, составляющего значительную часть российского рынка потребления. К числу проблем, тормозящих

развитие отрасли, относится очевидное несовершенство системы нормативно-технической документации по применению композитных материалов для строительных приложений.

Значимость этой проблемы была отмечена Президентом и Председателем Правительства РФ в 2012 году при формировании перечня поручений по модернизации экономики и инновационному развитию России. Исходя из этих документов, композитное направление было признано приоритетным направлением развития промышленности, в частности, в рамках строительного сектора. Приказ «Об утверждении отраслевой программы внедрения композиционных материалов, конструкций и изделий из них в строительном комплексе Российской Федерации», опубликованный в 2013 году, и «Подпрограмма 14. Развитие производства композиционных материалов (композитов) и изделий из них» от 2014 года, обозначают важность проблемы отсутствия должной нормативно-технической базы, что ограничивает применение композитов в строительной отрасли и ЖКХ, и предлагают план мероприятий по ее устранению.

Стоит отметить, что работа по реализации намеченных в программах мероприятий действительно ведется: по данным в период с 2013 по 2016 годы включительно было разработано 413 нормативных

документа (стандартов, сводов правил, классификаторов, сметных нормативов и профпрограмм) по применению полимерных композитов, среди которых документы, регламентирующие применение ПКМ в строительной отрасли. Прделанная работа значительна, однако стоит отметить тот факт, что на середину 2017 года в действие были введены только 10 стандартов и ни одного свода правил. Кроме того, организации композитной отрасли отмечают недостаточный уровень проработки проектов нормативных документов, связанных, главным образом, с попыткой адаптировать привычные стандарты для традиционных материалов и методики их испытаний под изделия из композитов.

С учетом высокой стоимости углеволокна и связанной с этим специфичности применения, использование композитов на его основе в строительных приложениях менее распространено, чем применение стекло- и базальтопластиков. И если в случае со стеклопластиковыми существует нормативная база в виде ГОСТов, устанавливающих требования к исходному материалу — стеклянному ровингу, то в случае с базальтопластиком, являющимся более чем интересным материалом для строительной индустрии, опорной нормативной базы нет. Действующие ТУ различных производителей в большей степени определяются их производственными возможностями, чем требованиями к конечному продукту, а также сильно отличаются друг от друга, что неизбежно сказывается на свойствах изделий последующего передела и не соответствует требованиям массового производства.

Создание ГОСТов на непрерывное базальтовое волокно, ровинг и ткани, а также доработка существующих стандартов на применение полимерных композитов с учетом созданных ГОСТов позволит расширить применение ПКМ во многих секторах, в том числе в строительстве. Актуальность этой задачи обусловлена не только совокупностью полезных свойств базальтового волокна, востребованными в строительных приложениях, но и принадлежностью ресурсной базы нашей стране и независимостью от компонентов зарубежного производства.

Развитие отечественных производств по выпуску базальтовых волокон в современных экономических условиях приобретают особую актуальность и значимость для экономики страны. Но, как следствие, наращивание мощностей базальтовой индустрии ожидаемо столкнется с жесткой конкурентной ситуацией между производителями других волокон, которая определяется рядом факторов, лежащих, прежде всего, в плоскости различного рыночного позиционирования этих волокон. В применении к НБВ — это производство массовых композитов и продуктов, используемых в экстремальных условиях: повышенных/пониженных температурах, агрессивных средах, при повышенной вибрации и др. В этих условиях свойств рядового стекловолокна недостаточно, а специальные волокна слишком дороги для массового производства.

Такое разделение в позиционировании волокон

важно соблюдать уже в настоящее время. И именно здесь должен включаться и работать нормативный регулятор применения композитных материалов. Например, производители композитных труб не используют НБВ в производстве труб для ЖКХ по причине избыточности применения на данном сегменте труб с повышенными эксплуатационными характеристиками. В то же время, трубы и емкости для нефтегазовой, химической промышленности и других специфических секторов производятся из стекловолокна не только из-за отсутствия на рынке нужных объемов НБВ, но и по причине регламентируемой ценовой конкуренции. На снижение конкурентности в сфере армирующих волокон уже влияет неизбежное расширение использования гибридных композитов, в производстве которых используются разные виды волокон: базальт + стекловолокно, базальт + карбон и так далее, где волокна не соперничают, а «сотрудничают», обогащая совокупные свойства конечной композиции. Учитывая реалии новых экономических условий, в проектной и рабочей документации необходимо закладывать жесткие требования использования композитов с определенными свойствами, что наши нынешние ГОСТы не позволяют сделать.

Текущая же ситуация говорит о том, что использование конкретного композита не зависит от уникальности его свойств и заложенных проектно-конструкторских решений. К сожалению, как показывает практика, решения принимают на местах тогда, когда накладывают нормативы, прописанные в рабочей документации, на существующие рыночные предложения — и в выигрыше оказывается самый дешевый продукт, проходящий по композитному ГОСТу. В данный момент разрабатываемая документация содержит общие данные, в равной степени применимые к композитам на основе базальтового, стеклянного и углеродного волокна, без учета свойств и возможностей каждого из них, которые в достаточной мере отличаются. Например, свод правил «Конструкции из бетона с композитной неметаллической арматурой» содержит требования к расчету и проектированию конструкций с неметаллической композитной арматурой на основе углеродных, арамидных, базальтовых или стеклянных волокон, не регламентируя применение конкретного волокна в определенных условиях эксплуатации.

Создание достаточной нормативной базы на композитные материалы в целом и базальтокомпозиты в частности — условие, необходимое для развития композитного рынка в России, но недостаточное. Достижение поставленных задач и реализация государственных программ возможны только в одном случае: необходима кооперация производителей углеродного, базальтового, стеклянного волокна и изделий на их основе с проектными организациями, научно-производственными центрами, строительными и техническими институтами. Совместная деятельность данных организаций при поддержке правительства в лице Минстроя РФ и Минпромторга РФ позволят вывести композитную отрасль в России на новый уровень и заложить основы для ее дальнейшего развития. **КМ**

Сидоренко П. Д.
руководитель направления
КМ АО «Базальтовые проекты»

Инжиниринг базальтового волокна. Технология 2.0

Непрерывное базальтовое волокно (НБВ) — армирующий материал, привлекающий внимание специалистов композитной отрасли по всему миру. С каждым годом оно становится все более серьезным конкурентом как для традиционных конструктивных материалов, так и для уже привычных композитов на основе стекло — и углеволокон. Интерес потребителей обусловлен особенными характеристиками базальтокомпозитов, в частности, сочетанием высокой прочности при малом весе со специальными свойствами: полной экологичностью, гигроскопичностью, долговечностью, огнестойкостью, высокой температурной и химической стойкостью — при относительно низкой цене и высокой технологичности. Комплексные характеристики НБВ могут удовлетворить технологическим запросам потребителей. Если взять только одну характеристику, например, устойчивость к высоким температурам, или химическую стойкость в кислотах, или химическую стойкость к щелочам, всегда найдется тип волокна, который будет гораздо лучше НБВ. Можно найти волокно, которое превзойдет базальтовое по совокупности двух параметров, но оно обойдется дороже. Комбинация же из трех свойств почти всегда лучше у НБВ.

Эти и многие другие полезные свойства базальтового волокна способствуют повышению его востребованности в строительной отрасли и конструктивных приложениях.

Первые исследования возможностей промышленного производства базальтовых волокон были начаты в 60-х годах предыдущего столетия специалистами из Соединенных Штатов Америки и Советского Союза. Однако в те годы уровень развития технологий не позволял достичь требуемой стабильности свойств производимого волокна. В 70-х годах американцы сделали выбор в пользу разработки более перспективных на тот момент высоко-модульных стекол специального назначения, тогда как СССР продолжил работы по созданию производства НБВ с приемлемыми свойствами.

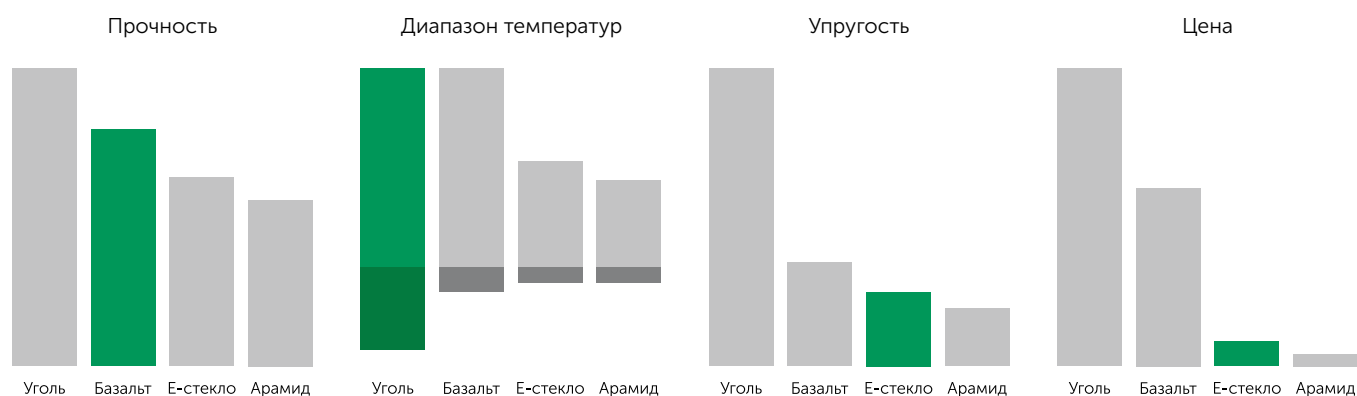
К 1985 году на территории нынешней Украины была запущена первая промышленная установка для производства НБВ, в основе которой лежала камне-плавильная печь с двумя фидерными установками, оснащенными платинородиевыми фильерными пи-

тателями. Технология характеризовалась значительной долей нестандартного оборудования, его сравнительно низкой производительностью, зависимостью от высококвалифицированных инженерных кадров и обслуживающего персонала. При этом получить волокно стабильного качества по сопоставимой со стекловолокном цене не представлялось возможным по причине отсутствия передовых технологий и инвестиций в эту тематику. До недавнего времени производство волокна осуществлялось по той же самой технологии в количествах, не превышающих 10 тысяч тонн по всему миру, что исключало возможность развития базальтовой индустрии в ключе композитов.

На сегодняшний день стала очевидной потребность в базальтовом волокне для многих приложений. Текущий уровень развития технологий позволяет производить НБВ с лучшими свойствами и стабильным качеством. Однако по-прежнему широкое применение сдерживается двумя взаимосвязанными факторами: высокой стоимостью волокна и сравнительно небольшим объемом его производства. С учетом тенденции к росту спроса на НБВ, актуальной задачей является увеличение производственных мощностей как на территории нашей страны, так и за рубежом. Только это позволит уменьшить долю производственных издержек и обеспечить покрытие нужд конечного потребителя в высококачественном волокне стабильного качества по цене, сопоставимой с рядовым стекловолокном.

Исходя из вышесказанного, наращивание производственной базы является первостепенной задачей на пути к насыщению рынка базальтовой продукции, его развитию и укреплению. Кроме того, целесообразным является создание производств по усовершенствованной, в сравнении с советской, технологии — так называемой Технологии 2.0, позволяющей производить НБВ стабильно высокого качества с целевой рыночной позицией. Принципиальные отличия вышеописанных технологий приведены в таблице 1.

Базальтовая продукция, полученная на предприятии по Технологии 2.0, обладает высокими конкурентными преимуществами, в том числе оптимальным соотношением цены и качества. Понижение цены на волокно неизменно приведет к увеличению востребованности на рынке композитной продук-



ции материала, физико-механические характеристики которого превышают аналогичные параметры стекловолокна, и откроет двери в массовое производство изделий для ряда отраслей промышленности и строительства.

Непрерывное базальтовое волокно уже сейчас, при условии относительно высокой цены, успешно используется для строительства объектов с высокими требованиями к пожарной безопасности, применяется в объектах морских и гидротехнических сооружений, для решения задач тепло- и звукоизоляции зданий, в автомобильной и судостроительной отрасли. Стоит отметить, что базальтовое волокно изготавливается из одной из самых распространенных вулканических пород без дорогостоящих импортных добавок, катализаторов и компонентов. Это позволяет не зависеть от зарубежных поставок и создавать экологически чистый продукт

из местного сырья, что особенно актуально как для нашей страны в условиях нестабильной политической ситуации, так и для стран с развивающейся экономикой: Латинской Америки, стран Карибского бассейна и прочих.

В качестве типового решения специалистами АО «Базальтовые проекты» разработана схема строительства производства непрерывного базальтового волокна по Технологии 2.0 мощностью 5000 тонн/год. По расчетам, именно такая мощность производства характеризуется наиболее быстрой окупаемостью при сравнительно небольших капиталовложениях. Примечательно, что типовое решение включает в себя не только проектные работы, но и собственные методики по оценке сырьевых базальтовых карьеров на пригодность для производства волокна, что позволяет с минимальными рисками организовать эффективное производство. **КМ**

Таблица 1. Сравнительная характеристика технологий производства НБВ.

Параметр сравнения		Технология 1.0	Технология 2.0
Тип производства		Опытно-промышленное производство НБВ	Крупнотоннажное промышленное производство НБВ
Цель		Промышленное производство НБВ	Промышленное производство НБВ с целевой рыночной позицией
Подготовка сырья		Практически отсутствует	Система подготовки улучшения сырья и подшихтовки для получения волокна с требуемыми свойствами
Процесс плавления базальтового щебня	Печи	Печные модули низкой производительности (до 100 тонн/год)	Многопостовые печные агрегаты высокой производительности (от 600 до 1500 тонн/год)
	Огнеупоры	Срок эксплуатации – 6 месяцев.	Срок эксплуатации – 24 месяца.
	Автоматизация процесса	Нет	Есть
Формирование ровинга	Вытяжка нити	200-платинородиевые фильерные питатели	1200-платинородиевые фильерные питатели
	Замасливатель	Аналогичен для стекловолокна	Адаптирован под базальтовое волокно для достижения лучших характеристик
Основные характеристики технологий	Оборудование	85 единиц оборудования на 1000 тонн мощности	6–10 единиц оборудования на 1000 тонн мощности
	Обслуживание	140 человек на 1000 тонн мощности	65 человек на 1000 тонн мощности
	Производственная площадь	3500 м² на 1000 тонн мощности	2000 м² на 1000 тонн мощности
	Удельные инвестиции	15 000 \$ на 1 тонну мощности	6000 \$ на 1 тонну мощности
	Квалификация	Зависимость от высокой квалификации персонала	Незначительная зависимость от квалификации персонала
	Себестоимость	Около 4,0 \$/кг	До 1,1 \$/кг

basalt.today

Базальтокомпозиты — универсальный материал для инновационных решений



Садовая мебель на основе базальтового волокна от латышского дизайнера Raimonds Cirulis.



Непрерывное развитие науки и техники, возникновение новых технологий, продвижение исследований вглубь океанов и космоса влекут за собой разработку современных материалов, позволяющих повышать эффективность и надёжность конструкций. Традиционные конструкционные материалы достигли максимальных пределов своих механических и химических характеристик. Они отстают под натиском более совершенных композиционных материалов, разработке которых придаётся огромное значение во всем мире. Улучшение свойств современных композитов — это снижение потребления энергетических ресурсов, минимизация влияния на экологию, действенный метод борьбы с коррозией, рост конструкторского и технологического потенциала.

Подбирая материал матричного и наполняющего компонентов, специалисты создают уникальные композиции, способные удовлетворить определённым, зачастую специфическим требованиям конкретного применения. И свойства, которые привнесёт каждое из составляющих композита, имеют решающее значение для характеристик конечного продукта.

Волокна из базальта

Первое базальтовое волокно получили достаточно давно, но интерес специалистов к нему сдерживался несовершенством технологий производства, которые не гарантировали стабильности характеристик полученного материала, что крайне важно для эксплуатации изделий, и достаточно высокой стоимостью полученного волокна. Но набор универсальных физико-механических и химических качеств, присущих базальтовому волокну, подталкивал к решению существующих проблем и разработке передовых методов его получения. Естественно, изначально такие разработки проводились в интересах стратегических и оборонных государственных секторов. Однако базальтокомпозиты уже давно покинули стены закрытых лабораторий и активно применяются во всех отраслях, где необходимы их особые свойства, даже если условия эксплуатации нельзя назвать экстремальными.

Сырьём для производства волокна служит продукт вулканической деятельности — его база доступна и практически неограниченна. Первичное плавление базальтовых пород и их гомогенизация уже произведены самой природой. Это ощутимо снижает стоимость получаемого продукта. Доля в мировом потреблении базальтового волокна пока уступает стекло- и углеволокну, но эта ниша постоянно расширяется, формируя новые рынки и конкурируя за счёт невысокой стоимости при достойных характеристиках, которые позволяют успешно входить в различные сферы применения.

Компания Zion Market Reserch на основе проведённого исследования прогнозирует, что к 2021 году объём рынка непрерывного базальтового волокна достигнет 121,9 млн \$. Среднегодовой темп роста превысит 1,7%. Основными потребителями продукции на основе НБВ будут строительная, авто-



Лента конвейера ContiFlex Vulkan от компании Continental на основе базальтового волокна, для транспортировки высокотемпературных материалов.

мобильная, судостроительная отрасли, а также предприятия из областей электроники и ветроэнергетики. Заметим, что уже в 2012 году строительная отрасль потребляла более 37% мирового рынка НБВ.

Производство базальтовых штапельных волокон: тонкого (БТВ) и супертонкого волокна (БСТВ) — отработаны производителями несколько лучше, чем НБВ. Глобальный рынок отражает это. По данным экспертов из Zion Market Research в 2016 году рынок минваты оценивался в 9,85 млрд \$, а по прогнозу до 2022 года вырастет в полтора раза, с совокупными темпами ежегодного роста 6,8%. Основная заслуга здесь — строительной и автомобильной индустрии, являющихся активными потребителями базальтовой ваты в качестве тепло- и звукоизолятора, а также огнезащитного материала.

В настоящее время практически ни одна из солидных международных выставок не проходит без присутствия решений для базальтокомпозитов: Techtextil, JEC World, «Композит Экспо», CAMX, ACCE. Экспоненты демонстрируют оборудование для изготовления базальтокомпозитов, базальтовое волокно и фибру, готовые изделия и решения для автоматизации процессов проектирования и производства композитов на основе базальтового волокна. Премией Inova Textil Award были отмечены огнеупорная базальтовая ткань от Olbo&Mehler (в 2015 году) и плетёная конструкция на основе базальтового волокна для изоляции конструкций в водной среде, представленная компанией Peterseim Strickwaren в 2017 году. Тем не менее, теоретические разработки и выставочные стенды — лишь стартовая площадка в реальную жизнь, в которую базальтовое волокно вошло прочно и уверенно. На практике его применяют для дисперсного армирования, для создания волокнистых и слоистых композиций.

Композиты на основе БСТВ

Высокая термостойкость базальтового волокна, открывающая широкие перспективы для применения в условиях критически высоких температур,

успешно используется известными производителями. Компания Continental предлагает модульную систему с использованием базальтового волокна для линейки ленточных конвейеров ContiFlex Vulkan для транспортировки материалов, температура которых превышает 500°C. В металлургическом цехе завода «АрселорМиттал Кривой Рог» введён в эксплуатацию пратцен-кран, кабина которого сделана из шести слоев базальтового картона, что позволило изолировать оператора от действия высоких температур. Особые требования к негорючести теплоизоляционных материалов позволили базальтовой вате занять и удерживать лидирующие позиции на рынке, вытеснив стекловолокно. Этот материал применяют на современных морских судах военного и гражданского назначения, цилиндры из минеральной ваты служат изоляцией технологических трубопроводов и газопроводов.

Компания Mid-Mountain использует базальтовую вату как компонент продуктов из линейки CERMEX — теплоизоляционных покрытий, матов и бумаги с температурным режимом работы от 538 до 1260°C. Продукция компании широко используется в штампованных прокладках, изоляционных слоях печей и промышленных термокамер, изоляции в съемных экранах и щитках, теплоизоляции трубопроводов и решениях для автомобилей. Сейчас при поддержке JPLM/NASA специалисты Mid-Mountain разрабатывают улучшенные ткани с защитным покрытием, которые смогут выдерживать очень высокие температуры и будут использоваться в системах тепловой защиты в аэрокосмических приложениях.

Армянские учёные из Национальной научной лаборатории имени Алиханяна (город Ереван) совместно с коллегами с Армянской АЭС разработали высокоэффективную фильтрующую систему для АЭС на основе супертонкого базальтового волокна. Опытные образцы с разной модификацией были созданы из местного сырья и испытаны в реальном режиме на пилотной экспериментальной установке параллельно с действующими фильтрами Петрянова. Результаты испытаний показали высокую эффективность (99,72%) новой фильтрующей системы для очистки радиоактивных аэрозольных газов. Полученные результаты полностью отвечают требованиям МАГАТЭ.

Коррозионная устойчивость в агрессивных средах

Стойкость к агрессивным средам, в том числе морской, при растущих масштабных проектах в сфере офшорной ветроэнергетики, заставляет проектировщиков обращаться к базальтовому волокну как компоненту долговечных конструкций с повышенными требованиями к прочности материалов. Один из примеров плавающей платформы с потенциально низкой ценой и большим сроком службы приведен на сайте Windpower Engineering. Шведская компания SF Pontona занимается строительством бе-



Бетонный причал, армированный базальтовым волокном от шведской компании SF Pontona.

тонных причалов и волнорезов с 20-х годов XX века. В партнерстве с компанией ReforceTech она разработала и внедрила серию понтонов Prodock из армобетона с базальтоволокном, которые стали устойчивой к коррозии, легкой, долговечной и более дешевой альтернативой бетонным понтонам повышенной прочности.

Проект технологического института Аахенского университета (ITA) по армированию бетона базальтовым волокном BasFlair стал частью немецкой климатической инициативы. Авторы проекта заменили базальтовым волокном более дорогое и энергоёмкое углеволокно в текстильном бетоне — альтернативе обычному бетону, который разрабатывается в Аахене с 1990-х годов. Введение в бетонный раствор углеволокна и стекловолокна повышает предел прочности хрупкого бетона подобно стальному армированию. Однако за счет того, что волокно для текстильного бетона на 75% тоньше, готовая конструкция имеет меньший вес при той же прочности, что и армированная металлом и, соответственно, снижаются транспортные расходы и производственные выбросы углекислого газа.

Все методы хороши

Немаловажной характеристикой базальтового волокна является его прекрасная совместимость со всевозможными матричными материалами: полимерными, керамическими, металлическими, цементными, углеродными — и различными волокнами для получения гибридных композиционных материалов. Для изготовления базальтокомпозитов применимы практически все известные методы: намотка, пултрузия, формование, напыление,

Бетонный «цветок» проекта BasFlair.



Многослойная труба Fiber Basalt OXY от чешской компании Wavin Ekoplastik.

литьё и прессование. Ведущие производители оборудования для создания композиционных материалов включились в разработку мощных промышленных машин и комплексов, позволяющих выпускать высококачественную продукцию в промышленных масштабах, чтобы удовлетворить растущий спрос целого ряда индустрий. Композиционные материалы на основе базальтового волокна используются для производства профильных стержней и арматуры, пултрузионных профилей, труб и ёмкостей (методом намотки), фильтровальных тканей, армирующих ровинговых тканей для производства базальтопластиков, геотекстильных материалов в виде сетки и полотна, кровельных и облицовочных материалов, спортивного инвентаря.

Технология, которую компания Automated Dynamics разработала в сотрудничестве с Bartell Machinery, позволяет изготавливать из непрерывного базальтового волокна трубы длиной в несколько километров. Для этого применяется лента из однонаправленных волокон с высокой анизотропностью, из которой с помощью вращающегося оборудования Bartell Machinery производятся бесшовные трубы.

Wavin Ekoplastik (Чехия) продолжает работу над развитием успешного проекта инновационных многослойных труб Fiber Basalt OXY, который финансируется совместно с Европейским Союзом по программе Европейского фонда регионального развития. Fiber Basalt OXY состоит из четырёх слоёв, включая внутренний слой из армированного базальтоволокном PP-RCT и кислородного барьера. Такая конструкция не дает проникать внутрь трубы кислороду, отличается высокими гидравлическими и эксплуатационными характеристиками и рекомендуется для систем высокотемпературного отопления.

Американская Infinite Composites Technologies занимается развитием технологии производства криогенных композитных многослойных баллонов из базальтового волокна для хранения и транспортировки сжиженного топлива при низких температурах. Глава и сооснователь компании Мэтт Вилларил утверждает, что потенциальные покупатели начали проявлять огромный интерес к их продукции, как только был представлен первый образец баллона под названием MagmaCel. Некоторые клиенты были готовы приобрести сразу 10 000 подобных емкостей для перевозок.

Универсальность базальтокомпозитов востребована

Базальтокомпозиты — универсальный материал, который находит применение в сегментах, далёких от тяжёлой промышленности, но играющих немаловажную роль в жизни человека. Так, американская протезно-ортопедическая компания Coyote Design использует базальтовую ткань в качестве основного армирующего материала при изготовлении протезов. Coyote Design разработала свой собственный базальтовый композит под названием Coyote Composite. Он отлично работает с обычными смолами, применяемыми при изготовлении протезных гильз, но пропитывается намного лучше, чем карбон. Обладает большей гибкостью и упругостью, не вызывает такого раздражения кожи, как углеволокно, и значительно дешевле. Из Coyote Composite компания производит плетеную ленту, ткань и канат — все эти материалы используют для армирования различных частей изделий.

Компания Soulspin поставляет на рынок ракетки для настольного тенниса из базальтоволокна, а PACIFIC обеспечивает ракетками с непрерывным базальтовым волокном элиту большого тенниса. Одними из первых игроков, взявших в руки инновационные ракетки Pacific BX2, стали победители Большого Шлема Михаэль Штих и Евгений Кафельников.

Инновационная куртка Atelier Course Jkt от французской компании Rossignol, армированная тканью из карбоновых и базальтовых волокон, стала победителем ISPO Award 2017 в категории «Товары для лыжного спорта».

Известные производители снаряжения для зимних видов спорта: Fischer и Rossignol — создают для энтузиастов горнолыжного спорта модели лыж с базальтоволокном. Изготовитель экологических сноубордов — молодая инновационная компания Niche создала первый в мире полностью утилизируемый сноуборд на основе базальтового волокна.

Канадская компания Nova Craft разработала и испытала каноэ из композитного материала с использованием базальтовой ткани и специальных пластификов. Новый суперэластичный материал получил название TuffStuff, а видео с испытаниями каноэ из этого материала мгновенно стало вирусным.

Для судостроительной отрасли базальтовое волокно представляет особый интерес, и постепенно появляется все больше разработок, которые делают ставку на преимущества базальтокомпозитов.



Лента из базальтового волокна от компании Coyote Composite.



Теннисная ракетка Pacific BX2.

На страницах портала Basalt.Today рассказывали о яхте Open 16 Firorix, которая дважды пересекла Атлантический океан, и про тримаран от французской верфи Sardine Run, в конструкциях которых использовано базальтовое волокно.

Итальянская компания GS4C srl в настоящее время строит парусную экаяхту Loop 650 из обогащенного базальтового волокна производства компании Isomateх и продолжает работу над запатентованной технологией производства волоконно-металлического слоистого материала (Fiber Metal Laminate) на основе базальтоволокна. FML широко используется в авиакосмической индустрии, но считается слишком дорогим для других секторов промышленности, и команда компании разработала решение, которое позволит значительно уменьшить производственные затраты и обеспечить большую свободу при конструировании. Сама же Isomateх недавно передала заказчикам свой первый дрон Vulcano One, полностью изготовленный из базальтокомпозита на основе обогащенного базальтоволокна. Рабочий образец был изготовлен при участии партнеров — компании Ant-Arctic-Lab.

И в заключение: всё только начинается

Технологические решения, позволившие снизить затраты на производство базальтового волокна, открыли путь к его применению в широкой гамме самых разных приложений. Его свойства столь необычны, что разработчики инновационных решений каждый раз удивляют своими проектами, подбирая гибридные композиции и варианты матриц. Даже для случаев, когда неуместна его диэлектричность, находится решение. Например, исследовательская группа из Синьцзянского технического института физики и химии Китайской академии наук провела работы по осаждению наночастиц на основе углерода на поверхность базальтового волокна, добившись прогресса в разработке проводящего базальтового волокна, предназначенного для сенсоров.

Во всем мире сейчас полным ходом идёт разработка новых композиций с базальтовым волокном и ключевых технологий их получения, взят вектор на крупномасштабное производство и широкое применение базальтокомпозитов, использование в аддитивных технологиях. В свете активного интереса к экологичным и перерабатываемым, а также лёгким конструкционным материалам можно резюмировать, что для базальтокомпозитной индустрии период роста только начинается. **КМ**

Прозрачные полиуретаны ALCHEMIE.



Высококачественные литьевые полиуретаны ALCHEMIE
это:

- Высокая детализация
- Отличная оптическая прозрачность
- Толщина возможной заливки варьируется от 1 до 100 мм
- Во всей линейке присутствует УФ фильтр.
Материалы не желтеют со временем
- Для работы с материалом
не требуется дополнительного оборудования



«ИНТРЕЙ Полимерные Системы»

Тел.: +7 (495) 380-23-00

Тел.: +7 (812) 319-73-84

WWW.INTREY.RU

info@intrey.ru

Наша группа Вконтакте: vk.com/intreyllc



Джон Э. Макэлвин, Закари С. Дауд, Лусиана Ф. Киннин, Дэвид М. Маккарти
Майкл К. Сигел, Дэниел Родригес и Райан Т. Спидл
АОС, LLC, Шоссе 57 Ист, д. 950, Колльервилль, шт. Теннесси, 38017, США
www.aoc-resins.com

Технический редактор:

Райхлин Леонид

Ведущий менеджер по продажам
полиэфирных и эпоксивинилэфирных смол
ГК «ЕТС»

моб. тел.: +7 (921) 302-54-08

Новолачные эпоксивинилэфирные смолы для теплостойких композиционных материалов следующего поколения

Модифицированные новолачные эпоксивинилэфирные смолы используются для изготовления композитных материалов, при эксплуатации которых требуется высокая теплостойкость. При комнатной температуре эти смолы находятся в жидком состоянии, пригодны для длительного хранения и при этом быстро отверждаются, а также подходят для широкого спектра методов изготовления изделий из композитных материалов. На основе данных высокоэффективных смол, для проведения испытаний на механические и тепловые свойства были изготовлены композитные материалы, армированные стекловолокном и углеродными волокнами. Показатели сохранения прочностных свойств и модуля упругости при повышенной температуре у данных смол следующего поколения превышают наивысшие показатели имеющихся в продаже винилэфирных смол.

1. Введение

Винилэфирные смолы имеют долгую историю применения в жестких атмосферных условиях, так как в них сочетаются прекрасные показатели механических и тепловых свойств с очень хорошей коррозионной стойкостью, частично благодаря их внутренней структуре в отвержденном состоянии. Винилэфирные смолы (ВЭ) часто являются предпочтительными смолами, когда требуется использовать методы изготовления, совместимые с ненасыщенными полиэфирными смолами (НПС), но при которых свойства НПС недостаточны. Эпоксидные новолачные винилэфирные смолы (НВЭ) обладают повышенными тепловыми характеристиками по сравнению с традиционными ВЭ на основе Бисфенола А или по сравнению с НПС. Будучи аналогичными ненасыщенным полиэфиром и эпоксидным винилэфиром на основе Бисфенола А, НВЭ также отверждаются в процессе изготовления изделия из композитных материалов посредством механизма свободно-радикальной полимеризации. После начала и продолжения свободнорадикальной реакции метакрилатные группы легко сополимеризуются со стиролом. Получаемая в результате высокая плотность сшивания в готовой детали из композитного материала — непосредственное следствие действия полимерного каркаса метакрилата (рисунок 1), который способствует первосортным тепловым характеристикам.

Некоторые варианты применения НВЭ включают изготовление из них коррозионно-стойких покрытий, теплозащитных экранов, дымовых труб, инструментов из композитных материалов и прочих конструктивных компонентов из композитных материалов, где требуется высокая теплостойкость. Целью настоящего исследования была разработка новолачных винилэфирных смол с повышенными тепловыми характеристиками. Данные смолы могут быть переработаны стандартными методами для полиэфирных смол, такие как намотка, ручное формование, напыление, пултрузия, RTM, вакуумная инфузия и горячее прессование. Конечное назначение этих новых теплостойких смол включает ва-

Таблица 1. Описание модифицированных эпоксидных новолачных виниловых эфиров (МНВЭ), прошедших испытания по настоящему отчету.

Смола	Описание
F086	Промышленное изделие, традиционный НВЭ
XR 2227	НВЭ с повышенной плотностью сшивания
XR 4140	НВЭ с повышенной плотностью сшивания, модифицированные для сохранения хороших показателей растяжимости
XR 4198	НВЭ с наивысшей плотностью сшивания, модифицированные для первоклассной теплостойкости

рианты применения, перечисленные выше, а также другие сегменты рынка с трудными атмосферными условиями, в которых не используются существующие технологии ВЭ, такие как скважинная добыча нефти и газа, электростанции, детали двигателя автомобиля и авиационно-космическая отрасль.

В настоящем отчете приводятся подробные сведения о нескольких новых перспективных высокотемпературных вариантах смол из модифицированных новолачных виниловых эфиров (МНВЭ). Они сравниваются с наилучшими новолачными виниловыми эфирами (F086), имеющимися в продаже на сегодняшний день. Общее описание каждого НВЭ приведено в таблице 1. Перспективные варианты разработаны для чрезвычайной теплостойкости и варьируются от вариантов с очень высокой плотностью сшивки до пластифицированных аналогов с повышенной растяжимостью. Один перспективный вариант сочетает в себе бромированный полимерный каркас с высокой плотностью сшивки новолачного винилового эфира для обеспечения высокой теплостойкости с трудногорючестью (XR-4501). В каждом случае перспективные варианты анализировались и сравнивались с эталоном F086.

В жидком состоянии оцениваются такие свойства, как вязкость и время гелеобразования, а также проводится исследование для определения пригодности новых смол при высокой рабочей температуре и в жестких атмосферных условиях. Выполняется оценка сохранения механических свойств как литого образца, так и слоистых материалов. Для дополнительного исследования термоустойчивости изучена потеря массы, как функция изменения температуры в ходе термического гравиметрического анализа (TGA).

2. Испытания

2.1. Материалы

Все испытанные смолы по настоящему отчету являлись эпоксидными новолачными винилэфирными

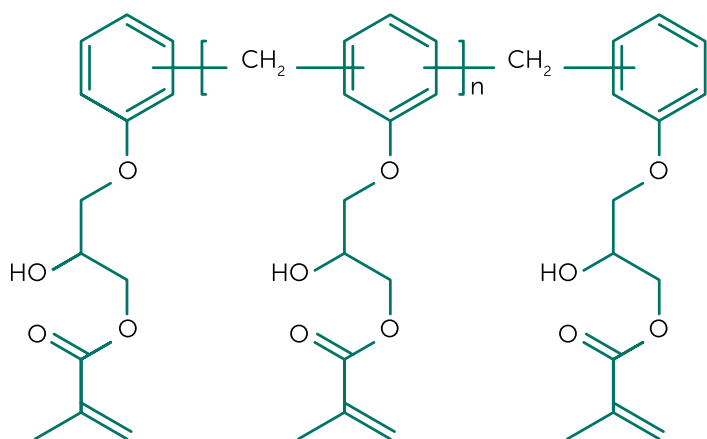


Рисунок 1. Эпоксидный новолачный винилэфир

ми смолами (НВЭ), изготовленными компанией АОС, LLC по методам и формулам собственной разработки. Соли металлов были приобретены у компании OMG, диметиланилин — у компании Sigma-Aldrich, пероксиды — у AkzoNobel и United Initiators, а стекломатериалы — у компании Owens Corning. Использовались стекломатериалы на основе ровинговой стеклоткани WR24/3010 (830 гр/м²) и мата из рубленых комплексных нитей M723 (450 гр/м²). Слоистые материалы из углеродного волокна были получены на основе однонаправленной ленты 403 гр/м² плетения 0/90 производства Saertex USA.

2.2. Оценка свойств в жидком состоянии

Оценка вязкости была проведена с помощью вискозиметра Brookfield LV DV-II+. Образцы весом 340 г были помещены в химический стакан на 400 мл, термостатированы и выдержаны при 25°C с измерением показателей вязкости в течение 60 секунд, при вращении шпинделя RV № 2 со скоростью 20 об/мин. Время гелеобразования было измерено с помощью измерителя гелеобразования модели 22-B от компании Sunshine с использованием 100 г катализированной смолы при 25°C. Максимальные показатели температуры были измерены с помощью быстроразъемной термопары с резистивным датчиком температуры от компании Omega.

2.3. Подготовка литого образца

Литой образец является неармированной отвержденной смолой. Литые образцы смолы подготавливались по одному из двух методов, и они указаны в разделе с результатами. 400 г смолы были иницированы (катализированы) либо (1) 1% по весу Trigonox C, третбутилпероксибензоата (ТБПБ); либо (2) 0,05% диметиланилина, 0,15% раствора 12% кобальта бис (2-этилгексаноата) в уайт-спирите, и 2% Trigonox K-90, гидропероксида кумола (ГПК). Иницированные смолы были влиты в облицованные майларом стеклянные пластины 305 × 305 мм с проставками 3 мм. Образцы были помещены в печь и выдержаны с линейным повышением температуры от 25 до 205°C в течение 30 часов. Полученные литые образцы были нарезаны на заготовки для механических испытаний, термического гравиметрического анализа и коррозионных испытаний. В разделе 3.3 «Инициатор и постотверждение» были изучены другие пероксиды и варианты постотверждения согласно подробному описанию в этом пункте.

2.4. Схема изготовления образцов

Слоистые материалы типа II по ASME были подготовлены с использованием смолы F086 и модифицированных новолачных винилэфиров с повышенными тепловыми характеристиками (МНВЭ). Смолы были ускорены по формуле с использованием 0,05% диметиланилина, 0,15% раствора 12 кобальта бис (2-этилгексаноата) в уайт-спирите, иницированного с помощью 2% Trigonox K-90, гидропероксида кумола, и отверждены при комнатной температуре. Слоистые материалы были обработаны одинаковым

образом и включали включали перемежающиеся 7 слоев стекломата M723 и ровинговой стеклоткани WR24/3010 (мат, стеклоткань, мат, стеклоткань, мат, стеклоткань, мат). Слоистые материалы на 44% по весу состояли из стекломатериалов и имели толщину 7 мм. После отверждения слоистых материалов в течение 16 часов при температуре 25°C, они были дополнительно отверждены при 205°C в течение 5 часов. Слоистые материалы из углеродного волокна были подготовлены из 6 слоев однонаправленной углеродной ленты производства Saertex. Слои были нарезаны на заготовки размером 406 × 508 мм и сформованы методом инфузии в продольной плоскости (0–508 мм). Инфузия также выполнялась поперек направления волокон, и отверждение проводилось при комнатной температуре с долей углеродного волокна 54% по весу.

2.5. Механическое испытание

Слоистые материалы и заготовки литых образцов различных смол были подвержены механическому испытанию на универсальной испытательной системе компании Instron серии 5984, согласно ASTM D638 (испытание на растяжение), используя экстензометр компании Epsilon Tech [3542-0200-025-HT2], ASTM D790 (трехточечный изгиб), а также экстензометр компании Instron. Испытания при повышенной температуре проводились с помощью данных методов ASTM и камеры искусственного климата компании Instron [3119-410] для проверки способности сохранения свойств.

Скорость испытания на растяжение была установлена на 5 мм/мин. Скорости испытания на изгиб и расстояние между опорами устанавливались на основании толщины образца относительно ASTM D638. Литые образцы были подвержены испытанию на изгиб при 1,2 мм/мин и расстоянии между опорами 51 мм. Образцы из стеклопластика были испытаны на изгиб при скорости нагружения при 2,9 мм/мин и расстоянию между зажимом и местом приложения нагрузки 112 мм. Число заготовок на один образец равнялось пяти в соответствии с ASTM D638.

На литых образцах были проведены дополнительные механические испытания, соответствующие ASTM D648 (температура тепловой деформации/HDT). Во время испытаний, соответствующих ASTM D648 использовалось испытательное устройство Dynisco HDV 3 (деформационная теплостойкость/теплостойкость по Вика), оборудованное датчиком перемещения Mahr Federal Maxum III. Максимальная рабочая температура испытательного устройства Dynisco HDV 3 равнялась 280°C благодаря теплоносителю, силиконовой жидкости Dow 710R. Заготовки были испытаны в поперечном направлении статической изгибающей нагрузкой в 1,82 МПа с расстоянием от захватов до места приложения нагрузки 100 мм. В ходе испытания температура росла со скоростью 2°C/мин до тех пор, пока не произошел изгиб образца на 0,25 мм. Для сообщения о локальной температуре при наблюдении этого прогиба использовались термопары.

Таблица 2. Свойства традиционного НВЭ и модифицированный НВЭ в жидком виде.

Смола	Вязкость ¹ (сР)	Время гелеобразования ² (мин)	Общее время ² (мин)	Экзотермический пик ² (°C)	Удельный вес ³
F086	400	25	40	199	1,08
XR 2227	460	26	39	210	1,09
XR 4140	220	24	32	206	1,08
XR 4198	300	19	25	196	1,09
XR 4501	400	20	24	213	1,20

1. Шпиндель Brookfield RV-2, 20 оборотов в минуту при 25°C

2. Время гелеобразования при 25°C со 100 г смолы с 0,15 % раствора 12% кобальта бис (этигексаноата), 0,05% диметиланилина и 2% Trigopox K-90

3. Удельный вес при 25°C

2.6. Термический гравиметрический анализ

Порошкообразные пробы литых смол в диапазоне 6–8 мг были изучены при температурах от 25°C до 700°C, при повышении температуры 20°C в минуту, используя термогравиметрический анализатор PerkinElmer TGA 7.

Использовался поток продувочного газа или азота (в начале) со скоростью 20 л/мин. Каждый образец был тарирован до 100% веса и выдерживался на протяжении 5 минут при 25°C. Для каждого образца производился отдельный замер, и составлялась кривая нагрева. Данный метод испытания при помощи термического гравиметрического анализа в целом соответствует требованиям, предъявляемым ASTM E1131 для измерения термического распада. Данные испытания также были повторно проведены с использованием печи для TGA и при контакте с воздухом.

2.7. Анализ предельного кислородного индекса

Не армированные литые образцы размером 76 или 102 мм были размечены каждые 10 мм ($\pm 0,25$ мм) и последняя отметка была на расстоянии 50 мм от вершины образца. Предельный кислородный индекс (ПКИ) литых образцов был измерен при помощи модуля для измерения предельного кислородного индекса GOVMARK, в соответствии с ASTM D2863.

Таблица 3. Свойства при изгибе (ASTM D790) при 25°C HDT (ASTM D648) 1/8 дюймов неармированных чистых литых образцов для традиционного НВЭ и модифицированных НВЭ с повышенными тепловыми характеристиками. Было произведено отверждение смол с 1% ТБПБ и дополнительное отверждение в соответствии с графиком, указанным в разделе с экспериментами.

Смола	Прочность на изгиб	Модуль на изгиб	HDT
	МПа	ГПа	°C
F086	155	4,2	166
XR 2227	137	4,2	215
XR 4140	137	4,2	259
XR 4198	99	4,6	> 280
XR 4501	126	4,2	200

3. Результаты

3.1. Свойства жидкости

Смолы МНВЭ были подвержены испытанию в соответствии со стандартными испытаниями свойств смол для определения гелеобразования и вязкости в качестве первого шага к обеспечению их совместимости с традиционными методами изготовления, которые используются для композитных материалов НПС и ВЭ. В таблице 2 приведены свойства смол, изготовленных по имеющейся технологии и перспективных вариантов МНВЭ с повышенной теплостойкостью. Значения вязкости и времени гелеобразования находятся в нормальном диапазоне для традиционных методов изготовления, и при необходимости могут быть изменены с учетом варьирующегося содержания мономера или ингибитора/ускорителя.

3.2. Механические свойства литых образцов

Высококачественные механические свойства являются характерной особенностью виниловых эфиров, а высокая теплостойкость является ключевым отличием новолачных виниловых эфиров. Следовательно, испытание физических свойств необходимо в данном исследовании для оценки новолачных виниловых эфиров с повышенными

Таблица 4. Механические свойства неармированных литых образцов при растяжении (ASTM D638) при 25°C относительно традиционных и модифицированных НВЭ, разработанных для повышенных тепловых характеристик. Было произведено отверждение смол с 1% ТБПБ и дополнительное отверждение в соответствии с графиком, указанным в разделе с экспериментами.

Смола	Прочность на растяжение	Модуль на растяжение	Относительное удлинение при растяжении
	МПа	ГПа	%
F086	83	3,8	2,8
XR 2227	57	4,5	1,7
XR 4140	65	4,1	2,1
XR 4198	50	4,0	1,4
XR 4501	65	4,3	1,8

ми тепловыми характеристиками. Первым этапом проверки механических свойств данных перспективных вариантов является испытание заготовок неармированных литых образцов. Литые образцы были подготовлены путем отверждения смол с помощью 1% ТБПБ и дополнительного отверждения, как изложено в разделе с испытаниями. В таблицах 3 и 4 приводятся итоговые сведения о свойствах при изгибе: свойства теплостойкости при изгибе, HDT и свойства при растяжении. Повышенная HDT была достигнута у всех перспективных вариантов в ущерб прочности и растяжимости.

XR-2227 и XR-4140 была достигнута высокая прочность при изгибе со средней прочностью на растяжение. Результаты испытания литых образцов, полученных из XR-4198, на HDT являются выше величин, ожидаемых при испытании на устройстве Dynisco HDV 3 при температуре > 280°C. Результаты испытания смолы XR-4501 отображают хорошую прочность при изгибе, хороший модуль и улучшенную HDT (200°C) в сравнении с бромированным новолачным винилэфиром, имеющимся в продаже на сегодняшний день (143°C у Vipel K095). Это достигается с помощью повышения плотности сшивания при сохранении трудногорючих свойств, обеспечиваемых связью брома с основной цепью полимера.

Температуры стеклования (Tg) с помощью ДМА (динамический механический анализ) или ДСК (дифференциальная сканирующая калориметрия) не были достигнуты. Тепловые явления, близкие к Tg, во время ДСК не наблюдались.

3.3. Инициатор и постотверждение

В целом, метод достижения максимальной теплостойкости композитного материала или литого образца заключается в превышении температуры стеклования матричной смолы при дополнительном отверждении с одновременным максимальным увеличением степени отверждения. За исключением настоящего пункта, во всех исследованиях, представленных в настоящем отчете, заготовки подвергались дополнительному отверждению при температуре 205°C. Для достижения максимальной совместимости с методами, используемыми производителями в настоящее время, наряду с альтернативными пероксидами были рассмотрены более низкие температуры дополнительного отверждения. Дополнительное отверждение при 205°C в некоторых случаях может быть неприменимым для предприятий по причине использования отверждения при комнатной температуре и более низких температур дополнительного отверждения.

Используя смолу XR 4198 для данного исследования с 2% гидропероксида кумола (Trigopox K-90) с 0,05% диметиланилина и 0,15% раствора 12% кобальта (бис этигексаноата), а также отверждение при комнатной температуре, без постотверждения, была достигнута температура тепловой деформации 85°C. Тем не менее, данный параметр при постотверждении на протяжении всего одного часа и при 120°C существенно возрос до > 280°C. Это воз-

можно произошло, потому что образцы продолжили отверждаться в ходе испытания на температуру тепловой деформации. Однако в любом случае определенный уровень постотверждения является необходимым для достижения высокой температуры тепловой деформации, что доказывается ее значением при испытании неармированного литого образца XR 4198 с 2,0% гидропероксида кумола после проведения отверждения при комнатной температуре и без постотверждения. Альтернативные катализаторы также дают различные результаты. В образце XR 4198, произведенном с 1,25% MEKP-925H, 0,15% раствора 12% кобальта (бис этигексаноата), гелеобразованием при комнатной температуре, с пятичасовым постотверждением при 160°C, была достигнута HDT при > 280°C. Попытка отверждения XR 4198 и других перспективных вариантов с помощью 98% перекиси бензоила и нагрева привела к повреждению неармированных образцов, не смотря на плавную скорость нагрева.

3.4. Механические свойства при повышенной температуре

Варианты целевого применения композитных материалов для этих НВЭ осуществляются в условиях высокой температуры. В то время как механические свойства при комнатной температуре (25°C) позволяют получить относительные данные для других доступных технологий, а показатели температуры тепловой деформации указывают на возможную пригодность новых смол при повышенной температуре, требуется провести механическое испытание при повышенной температуре для проверки этого предположения. Заготовки для каждого НВЭ были подвержены механическому испытанию как слоистые материалы. Неармированные образцы были подготовлены, как указано в пункте 2.3. Механические свойства при растяжении и изгибе, то есть характеристики при повышенной температуре, были измерены как процент сохранения в сравнении с их испытательными значениями при 25°C используя уравнение:

$$\text{Процент сохранения} = \frac{[(\text{Значение свойств при } X^{\circ}\text{C}) \times 100]}{[\text{Значение свойств при } 25^{\circ}\text{C}]}$$

Винилэфирная смола часто армируется стекловолокном в большинстве вариантов применения композитных материалов, поэтому испытание слоистого стеклопластика при повышенной температуре является критически важным. Материалы из слоистого стеклопластика типа II со стекломатом и ровинговой стеклотканью были подготовлены с содержанием 44 мас % стекломатериалов с толщиной 7 мм. Были обрезаны заготовки для проведения испытаний на изгиб и растяжение. Результаты показаны в таблицах 5 и 6.

Слоистые материалы были подвержены испытанию при 200°C, что намного превышает температуру тепловой деформации F086. В этих результатах наиболее выраженным является заметное улучшение

Таблица 5. Свойства при изгибе (ASTM D790) слоистых материалов типа II, получаемых из стандартного НВЭ и модифицированного НВЭ с повышенными тепловыми характеристиками при 25°C и 200°C.

Смола	Прочность на изгиб, МПа			Модуль упругости при изгибе, ГПа		
	25°C	200°C	Процент сохранения	25°C	200°C	Процент сохранения
F086	237	36	15	10,1	3,7	36
XR 2227	239	101	43	10,6	8,4	79
XR 4140	267	121	45	11,1	8,1	73
XR 4198	214	112	53	9,4	8,6	91

Таблица 6. Свойства при растяжении (ASTM D638) слоистых материалов типа II, получаемых из стандартного НВЭ и модифицированного НВЭ с повышенными тепловыми характеристиками при 25°C и 200°C.

Смола	Прочность на растяжение, МПа			Модуль упругости при растяжении, ГПа		
	25°C МПа	200°C	Процент сохранения	25°C ГПа	200°C	Процент сохранения
F086	170	64	38	13,7	7,0	51
XR 2227	174	116	67	14,7	11,9	81
XR 4140	168	114	68	14,7	11,7	80
XR 4198	134	110	83	13,3	12,2	92

Таблица 7. Механические свойства при растяжении и изгибе слоистого материала, усиленного углеродным волокном методом инфузии, получаемого из XR 4140.

Слоистый материал, усиленный углеродным волокном методом инфузии, смола XR 4140	Прочность на изгиб, МПа			Модуль упругости при изгибе, ГПа		
	25°C	200°C	Процент сохранения	25°C	200°C	Процент сохранения
Без постотверждения	170	64	38	13,7	7,0	51
Постотверждение при 200°C	174	116	67	14,7	11,9	81
	Прочность на растяжение, МПа			Модуль упругости при растяжении, ГПа		
	25°C	200°C	Процент сохранения	25°C	200°C	Процент сохранения
Без постотверждения	648	121	37	92	76	83
Постотверждение при 200°C	527	240	42	92	76	82

ние новых МНВЭ по сравнению с F086. Механические свойства при растяжении хорошо сохранились для варианта XR 4198 с наивысшей температурой тепловой деформации, при этом этот вариант также продемонстрировал наилучшие характеристики при испытании на изгиб.

Винилэфирная смола иногда смешивается с углеродным волокном в самых требовательных вариантах применения композитных материалов для улучшенной прочности и модуля. XR 4140 выбран в качестве опытного образца для этого испытания из-за своей растяжимости. Аналогичным образом очень требовательные варианты применения могут включать высокую рабочую температуру, под воздействием которой будет осуществляться постотверждение слоистого материала НВЭ в работе. Слоистые материалы из углеродного волокна XR 4140 были подвержены испытанию при 25°C и при 200°C с воздействием стандартной температуры их дополнительного отверждения 205°C и без. Эти слоистые материалы состоят из 6 слоев однонаправленных углеродных волокон производства Saertex USA с 54% по весу и толщиной 4,8 мм. Были обрезаны заготовки для проведения испытаний на растяжение и изгиб. Результаты показаны в таблице 7. В этих результатах наблюдается выраженное улучшение по сравнению со слоистым стеклопластиком XR 4140 в абсолютных значениях во всех

асpekтах. Это улучшение возможно в результате использования углеродного волокна и его однонаправленного типа усиления. Испытание показало, что сохранение значений модуля и прочности на изгиб между стекловолокном и углеродным волокном на слоистых материалах после дополнительного отверждения является аналогичным.

Сохранение прочности на растяжение слоистого материала на основе XR 4140, армированного углеродным волокном, предположительно подвергается негативному воздействию вследствие сложности проведения испытания и обозначения высокого модуля однонаправленных слоистых материалов, особенно при повышенной температуре из-за возникновения дефектов на поверхности образца в зоне захвата его зажимом. В ходе механического испытания также выявлено, что главное отличие между этими слоистыми материалами из углеродного волокна со смолой XR 4140 с применением дополнительного отверждения и без него заключалось в улучшенном сохранении прочности вместо меньшей прочности при комнатной температуре.

3.5. Термический гравиметрический анализ

В то время как сохранение механических свойств при повышенной температуре всех перспективных вариантов улучшилось, снижение веса является другим фактором, который необходимо принимать

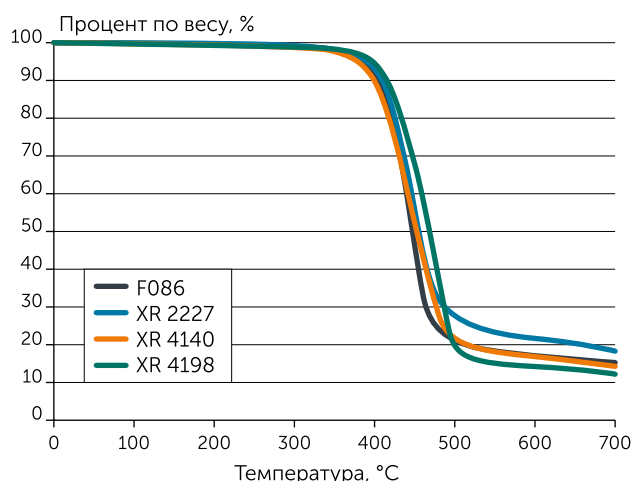


Рисунок 2. Термический гравиметрический анализ (ТГА) новолачных винилэфирных смол в атмосфере азота.

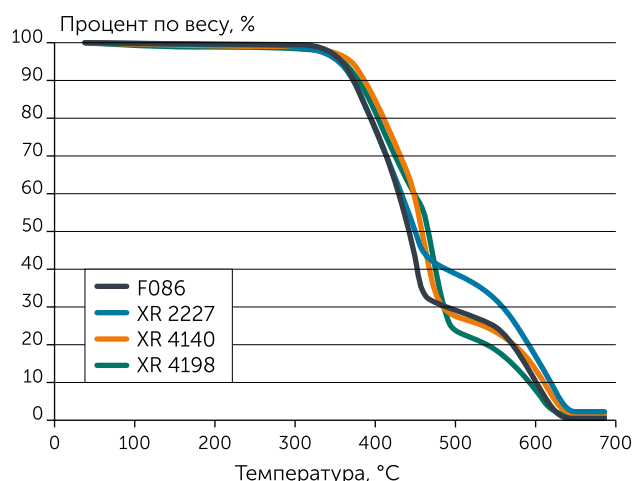


Рисунок 3. Термический гравиметрический анализ (ТГА) новолачных винилэфирных смол в воздушной атмосфере.

во внимание при аттестации материала для эксплуатации в условиях высокой температуры. Термический гравиметрический анализ (ТГА) проводился на неармированных литых перспективных вариантах, а также на смоле, имеющейся в продаже. Они все относились к одинаковым литым образцам, подготовленным для испытания в пункте 3.2. Для термического гравиметрического анализа требуется небольшой образец, измеряющийся обычно в миллиграммах, который подвергаются нагреванию, и масса которого фиксируется. Все смолы, прошедшие испытания продемонстрировали потерю массы менее 3% при 350°C и быстрое разложение при приблизительно 400°C. Дополнительный эксперимент планируется поставить с образцами не армированных отливок и с образцами стеклопластика, увеличенных размеров. Образцы будут нагреваться воздухом с выдерживанием при высокой температуре.

3.6. Испытание предельного кислородного индекса (ПКИ): XR 4501

Сравнение первоклассного огнезащитного новолачного винилового эфира, имеющегося в продаже на сегодняшний день, и аналогов с повышенной теплостойкостью (XR 4501) проводилось посредством испытания предельного кислородного индекса. Выходные данные этого испытания определяют минимальное содержание кислорода, требуемое для поддержания горения материала. Эталонный материал, используемый для сравнения с XR 4501 — первоклассный трудногорючий новолачный виниловый эфир, имеющийся в продаже, соответствует требованиям по распространению пламени ASTM E84, класс 1. XR 4501 с повышенной теплостойкостью превосходит промышленный трудногорючий новолачный виниловый эфир. Для поддержания горения требуется 33% кислорода по сравнению с промышленным новолачным виниловым эфиром Viprel K095, где требуется 29%. Оба типа смол содержат одинаковую концентрацию брома. По большей части это достигается благодаря наивысшей температуре тепловой деформации у XR 4501, которая проявляется при изгибе при 200°C, по срав-

нению с промышленной новолачной трудногорючей смолой — при 143°C. Дальнейшие стандартные испытания XR 4501 на распространение пламени и способность образования дыма (то есть ASTM E84 и другие) будут необходимы перед использованием в огнезащитных применениях.

4. Заключение

Были проанализированы и представлены модифицированные новолачные эпоксивинилэфирные смолы с повышенными тепловыми характеристиками. Свойства этих перспективных вариантов в жидком состоянии указали на возможность сопоставления с традиционными методами изготовления, которые используются для производства полимерных композитных материалов из ненасыщенного полиэфира и винилового эфира. Также может потребоваться подгонка значений вязкости и времени гелеобразования под конкретные применения, но эти незначительные модификации не должны влиять на контрольные испытания, представленные в данном исследовании. В дальнейшем будут изучены свойства устойчивости к коррозии этих перспективных вариантов в зависимости от применения композитных материалов. Все перспективные варианты показали улучшенные механические свойства по сравнению с трудногорючим новолачным виниловым эфиром, имеющимся в продаже, при испытаниях как слоистых материалов, так и литых образцов. Были представлены предварительные результаты для огнезащитного новолачного винилового эфира с повышенной температурой тепловой деформации. Улучшенные результаты предельного кислородного индекса и значительно повышенная теплостойкость при изгибе могут быть полезными в композитных материалах для огнезащиты оборудования. На сегодняшний день применение этих перспективных вариантов включают изготовление из них дымоходов, инструментов и труб из композитных материалов, а также использование в электрооборудовании при высокой температуре. Все данные виды применения МНВЭ находятся на испытательной стадии. **КМ**

В ассортименте Jost Chemicals представлены высокоглянцевые разделительные твердые и жидкие воска, полупостоянные водные и органические разделители, внутренние разделители для Solid Surface и для пултрузии.



ETC

ГРУППА КОМПАНИЙ

www.uts-composites.ru

Представленные на фотографиях маски локомотивов и интерьер вагонов реализованы компанией «Композит-Групп» на продуктах Jost Chemicals: порозаполнитель Mold Sealer S-31 и разделитель Treil Part 310

Санкт-Петербург +7 812 703 10 35
Москва +7 495 660 20 68

Екатеринбург +7 343 226 04 56
Новосибирск +7 383 215 38 03

Ростов-на-Дону +7 863 203 70 67
Киев +380 44 502 5000

Алматы +7 727 235 96 06
Минск +375 17 289 84 74



**Приглашаем вас
посетить
наш стенд № 119
на выставке К-Экспо
с 13 по 17 ноября**

www.attikarus.ru

Гелькоуты ATTGUARD ST как решение задачи защитного покрытия композитных изделий

Гелькоут — это материал, используемый для получения высококачественной отделки на видимой части композитного изделия, армированного волокном. Материал является отделочным слоем, призванным защищать стеклопластиковый корпус изделия от осмоса и старения под воздействием ультрафиолета. Кроме того, он обеспечивает блеск поверхностей, придавая изделиям надлежащий товарный вид.

ATTGUARD ST H/S — это высококачественный продукт от немецкого производителя, тиксотропное и предварительно ускоренное гелевое покрытие на основе изофталевой кислоты и неопентилгликоля. Состав соответствует группе 3 в соответствии с DIN 18820-1 и типа 1140 в соответствии с DIN 16946-2. Гелевое покрытие обладает рядом преимуществ: хорошая ударопрочность, атмосферостойкость, улучшенные адгезионные свойства, повышенная устойчивость к нагреванию, воздействию ультрафиолета, некоторых кислот и растворителей.

Широкая область применения гелькоута марки Attguard ST охватывает многие отрасли: от производства септиков до судостроения. По типу нанесения гелькоуты подразделяются на гелькоуты для нанесения напылением и под кисть.

Аттика предлагает широкий ассортимент цветов по каталогу RAL.

Как правило, качественный материал не терпит к себе небрежности, поэтому на каждом этапе работы с гелькоутами следует придерживаться определенных правил, начиная с подготовки рабочей поверхности и заканчивая грамотным контролем готово-

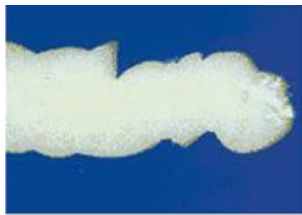
го покрытия. Компания Аттика всегда открыта для своих клиентов и готова оказать техническую поддержку по любым возникающим вопросам.

Разбавление гелькоута ацетоном влечет за собой следующие последствия:

- увеличение времени гелеобразования;
- нарушение экзотермической реакции как признак нарушения образования связей продуктов реакции, что объясняет увеличение времени гелеобразования и, как следствие, на выходе получаем продукт, не отвечающий заявленным производителем характеристикам. Учитывая назначение гелькоутного покрытия и дороговизну материала, по сравнению с обычными красками, разбавление гелькоута ацетоном является совершенно ненужным и бесполезным действием, ухудшающим свойства конечного продукта. И влечет за собой ряд неблагоприятных последствий, которые начинают преследовать с самого начала работы — с момента нанесения гелькоута до эксплуатации готового изделия. Ниже представлена информация о часто встречающихся дефектах готовых отделочных покрытий и причинах их появления. **КМ**

Материалы

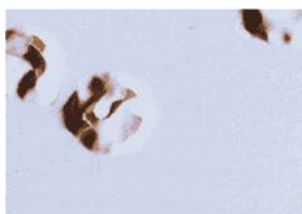
Возможные дефекты гелькоутного покрытия и причины их возникновения:



«Слабая адгезия к ламинату»: слишком позднее ламинирование (гелькоут высохал больше суток при температуре + 20°C), загрязнение пылью и влагой, загрязнение антиадгезивного агента, неправильное ламинирование (например, образование пузырьков в первом слое ламината).



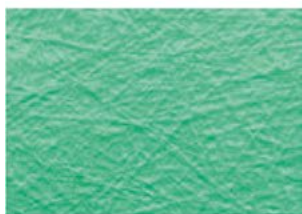
«Крокодиловая кожа»: недостаточное количество пероксида; слишком долгое время отверждения, либо неправильно подобранный отвердитель; высокое количество паров стирола.



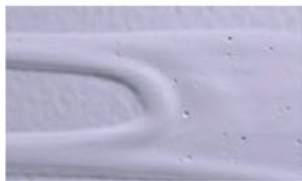
«Пузырьки» (образуются на солнце, при воздействии тепла): плохо укатан ламинирующий слой, наличие капелек пероксида на гелевом отделочном покрытии или в стекловолокне; в гелевом отделочном покрытии или в стекловолокне присутствует растворитель, вода или масло.



«Растрескивание»: нагрузка на поверхность гелевого отделочного покрытия в результате изгиба, удара или избыточной силы, приложенной к вынутой из формы части; слишком толстый слой гелевого покрытия; не выдержано время или процесс отверждения; слабое ламинирование, дефект формы.



«Волокнистый рисунок»: продукт недостаточно отвержден; рисунок перешел с поверхности формы; структура стекловолокна слишком грубая; слишком тонкий слой гелевого отделочного покрытия; неправильно выполнен процесс вынимания из формы.



«Наплыв»: слишком толстый слой гелевого отделочного покрытия; слишком низкая вязкость гелевого отделочного покрытия; неправильный выбор наконечника распылителя; слишком длительное время нанесения гелевого покрытия.



«Копир-эффект»: сквозь гелевое покрытие видна обработанная поверхность из-за неравномерного слоя нанесения или слишком тонкого слоя гелевого отделочного покрытия.



«Пыль в форме»: пыль и грязь на поверхности формы до нанесения гелевого отделочного покрытия, иногда из-за статического электричества.

СЫРЬЕ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ КОМПОЗИТНОЙ ОТРАСЛИ

Ненасыщенные полиэфирные смолы
SYNTHOPOL CHEME (Германия)
Для различных производственных процессов: формование, пултрузия, намотка, литье, RTM, SMC / BMC

Ненасыщенная полиэфирная смола
ATTSHIELD C105 (Корея)
для намотки, ручного формования и напыления

Эпоксивинилэфирные смолы
ATTSHIELD 41, ATTSHIELD 47 (Корея)

Гелькоуты прозрачные и цветные
SYNTHOPOL CHEME (Германия)

Инициаторы отверждения
пероксиды **PROMOX** (Италия)

Армирующие стекломатериалы
JUSHI (Китай)
ПОЛОЦК-СТЕКЛОВОЛОКНО
(Беларусь)
ОСВ-СТЕКЛОВОЛОКНО
(Россия, г. Гусь-Хрустальный)

Эпоксидные смолы
KUKDO (Корея) общего назначения, новолачные, бромированные, гидрогенизированные, огнестойкие, модифицированные

ЭФФЕКТИВНАЯ ЛОГИСТИКА

Продукция в наличии
на региональных складах:

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
МОСКВА
ЕКАТЕРИНБУРГ
НИЖНИЙ НОВГОРОД
МИНСК
РОСТОВ-НА-ДОНУ
НОВОСИБИРСК



ООО «Аттика»
187000, Россия
Ленинградская область
Тосненский район, д. Аннолово
Федоровское сельское поселение
2-й Вертикальный проезд, дом 9
Тел/факс: +7 (812) 441-21-80
Эл. почта: info@attikarus.ru
Веб-сайт: www.attikarus.ru

Н. Е. Аблесимов

д.х.н., советник по науке ГК «Базальтовые проекты»

Ablesimov1@yandex.ru



Из чего производят непрерывное базальтовое волокно (НБВ)

Употребление термина базальт в практике производства и маркетинга НБВ является не строгим, а, скорее, тривиальным, бытовым. Научным является термин — горные породы базальтового состава. Почему? Базальты — разновидность магматических пород, образовавшаяся из глубинного высокотемпературного алюмосиликатного раствора. Собственно базальтом называют эффузивные (излившиеся на поверхность) породы «кайнотипные» с неизменными минералами. Обычно по времени своего излияния, относящиеся к третичному и четвертичному периодам и реже — к юрскому и меловому. «Палеотипные» базальты, сильно разрушенные и измененные процессами хлоритизации, обычно являются более древними и выделяются под названием диабазов. Подобные палеобазальты характерны для Урала, Карелии и Кавказа. Известен также амфиболит, образующийся в результате изменения средних и основных магматических пород. Терминология по данной тематике исчерпывающе изложена в работе [1].

НБВ производят из горных пород андезито-базальтового состава с модулем кислотности $M_k = (SiO_2 + Al_2O_3)/(CaO + MgO) = 4 \div 6,5$. Это первый грубый критерий для выбора конкретного месторождения.

Месторождения пород андезито-базальтового состава России и мира [4]

Россия. Открыто порядка 300 месторождений горных пород базальтового состава. Их каталог опубликован в работах [2, 3]. По территории РФ они расположены крайне неравномерно. Например, в Центральном федеральном округе их нет совсем. Сорок два потенциально пригодны для НБВ. Остальные не подходят либо по модулю кислотности, либо из-за отсутствия сведений о химсоставе и составляющих минералах.

Ближнее зарубежье. В Украине из 56 месторождений горных пород базальтового состава 18 потенциально пригодны для НБВ. Подгорнянское месторождение андезито-базальтов в Закарпатской области и Берестовецкое месторождение базальтов на северной окраине с. Берестовец считаются образцовыми для производства НБВ.

В Абхазии имеется одно месторождение габ-

бро-диабаз. В Азербайджане из 4 месторождений только одно потенциально пригодно для НБВ. В Армении из 29 месторождений только два потенциально пригодны для НБВ. В Беларуси два потенциально пригодны для НБВ. В Грузии из 10 предварительно рекомендуется только одно — базальты Марнеульского месторождения. В Казахстане из 44 месторождений 19 потенциально пригодны для НБВ. В Киргизстане из 22 месторождений 7 потенциально пригодны для НБВ. В Молдове имеется одно месторождение габбро. В Таджикистане из 7 месторождений предварительно нельзя рекомендовать ни одного. В Туркменистане из 10 месторождений предварительно рекомендуется только одно. В Узбекистане из 37 месторождений 15 потенциально пригодны для НБВ. Но действующих карьеров только два.

Дальнее зарубежье. Есть породы для НБВ в Эфиопии. Собственно базальт от эфиопского basal (bselt, bsalt) — «кипящий», «железосодержащий камень», так как в рукописях Плиния Старшего упоминается, что первые базальты появились в Риме из Эфиопии. Разрабатываются залежи породы в Северной Америке, Австралии, Исландии, Гренландии, Тасмании, Бразилии и Японии. Наиболее богата породами базальтового состава из зарубежных стран — Индия. Диабазы добывают в Аргентине, Колумбии и Венесуэле (два месторождения).

Минералого-технологическое картирование, методика определения пригодности базальтовых пород к производству НБВ. Проблемы и решения

Горные породы как гетерогенная физико-химическая система состоят из компонентов и фаз различного состава, строения и состояния. Под компонентом понимается независимое, отличающееся по химическому составу вещество, входящее в систему. Оно способно при выделении из нее или при переходе из одной ее части в другую самостоятельно существовать, независимо от выделившегося его количества. Фаза — часть системы с определенным набором физических свойств, отделенная резкой поверхностью от другой части системы с иными

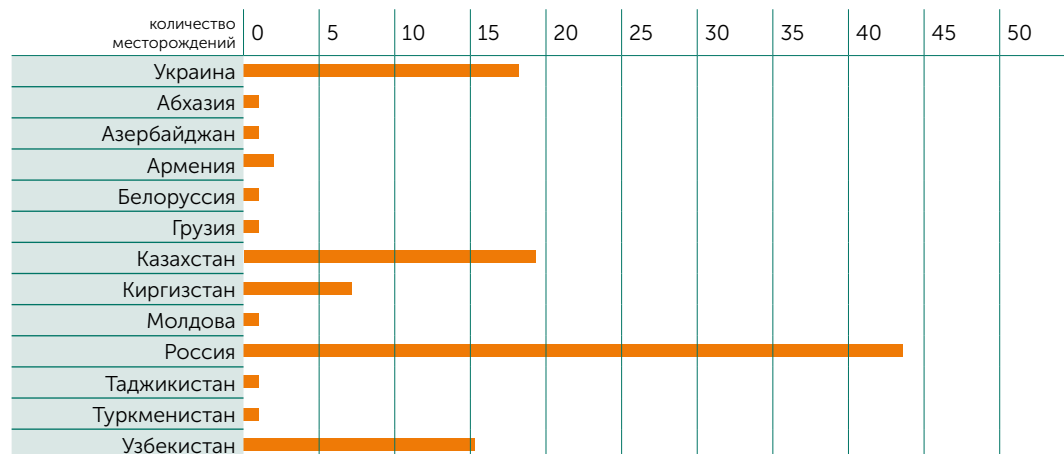


Рисунок 1.
Потенциальное сырье для НБВ на постсоветском пространстве.



Рисунок 2. Деканские траппы — мощные базальтовые отложения, распространенные в западной и центральной Индии.
Источник: www.geosociety.org

физическими свойствами, способная при нарушении равновесия обмениваться с другими частями своим веществом. Фаза является понятием более широким, чем вещество, химическое соединение, минерал. Одно и то же вещество может находиться в разных фазах (агрегатных состояниях): твердой, жидкой, газообразной — в зависимости от внешних параметров среды. Это фазовый переход первого рода. Одно и то же химическое соединение, минерал могут пребывать в разных фазах: надкритической, ферромагнитной, парамагнитной, аморфной и тому подобных. Это фазовые переходы второго порядка. Фаза — подвижный элемент. Из одного и того же набора химических элементов можно получить разные фазы в зависимости от условий релаксации объекта после воздействия.

Поэтому, имея в виду последующие преобразования пород в различных технологических процессах, необходимо анализировать фазовый состав образцов, а не только элементный или компонентный. В частности, отличия базальтов по фазово-элементному составу даже одного месторождения могут формироваться уже на стадии извержения. В настоящее время пригодность исходных систем для волоконного производства определяется по грубой оценке валового элементного состава (10 химических элементов). Входной контроль качества сырья следует дополнить фазовым анализом для определения содержания минералов, мешающих процессам гомотенизации высокотемпературного раствора.

Итак, ряд проблем переработки каменного сырья заключаются в различии фазового состава исходных горных пород. Это первопричина различных значений и вязкости, и поверхностного натяжения, и кристаллизации, и смачивания, и наличия летучих компонентов в шихте.

Модуль кислотности (M_k) от 4 до 6,5 отвечает составу андезито-базальтов и служит только отправной точкой для определения пригодности данной породы для производства НБВ. Практически для каждого месторождения необходимо проведение дополнительного минералого-технологического картирования для оценки его однородности. Такие целенаправленные исследования недавно проведены для пород Пермского края [5] и Ханты-Мансийского АО Тюменской области [6].

Для предварительной разбраковки месторождения необходимы элементный, рентгенофазовый (РФА), дифференциально-термический (ДТА) и мессбауэровский анализы, которые дают исчерпывающую картину степени измененности системы.

Железо является единственным порообразующим элементом с переменной валентностью, входящим в состав базальтовых систем. А мессбауэровская спектроскопия — единственный метод прямого неразрушающего образца определения соотношения $Fe^{+2} : Fe^{+3}$, которое различно в исходных породах и меняется в петругических процессах получения волокна.

Гистограмма температур кристаллизации минера-

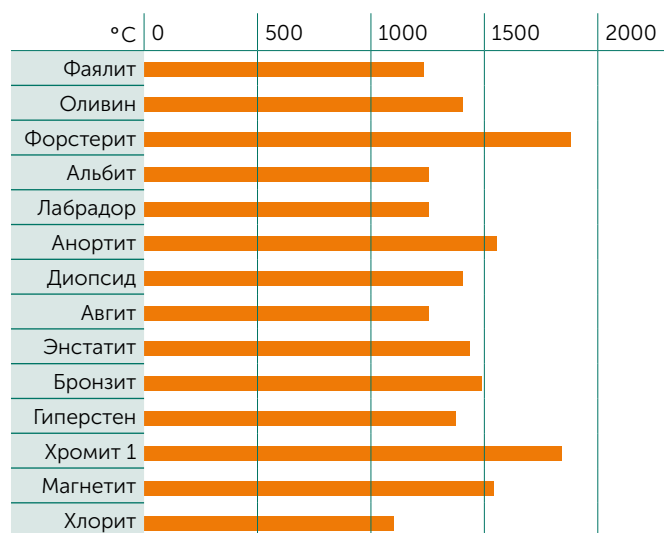


Рисунок 3. Гистограмма температур кристаллизации (плавления) минеральных фаз горных пород для производства каменного волокна (поперечная линия — температура формирования волокна в газовых печах).

лов пород базальтового состава показана на рисунке 3. Заметим, что в интервале температур раздува или вытяжки волокна (1300–1350°C) кристаллизуется половина из этих фаз. Таким образом, свойства каменных волокон и, следовательно, изделий из них зависят от фазового состава волокна как целого (свойство эмерджентности).

Кварц тоже не подарок для НБВ, так как его температура плавления 1600°C.

Мессбауэровские исследования Н. Е. Аблесимова [1, раздел 6.3.1] надежно обнаружили в базальтовых системах тугоплавкие фазы оливина и титаномагнетита. Оба минерала плавятся при температурах, превышающих температуру нагрева расплава в газовых плавильных агрегатах (1450–1500°C), а именно, магнезиальный оливин в зависимости от содержания магния в пределах 1600–1750°C и титаномагнетит — 1540°C. Таким образом, они могут быть ответственны за реликтовую кристалличность базальтовых волокон, что ухудшает их качество за счет нарушения однородности и способствует обрывности НБВ.

Какими же методами устанавливается пригодность данной горной породы для НБВ?

1. Определение элементарного химического состава осуществляется автоматизированным методом рентгенофлуоресцентного анализа (РФЛА).

Один из современных спектроскопических методов исследования вещества с целью изучения его элементного состава. С помощью него могут быть найдены различные элементы от бериллия (Be) до урана (U). Метод РФЛА основан на сборе и последующем анализе спектра, возникающего при облучении исследуемого материала рентгеновским излучением.

Не различает степень окисления элемента, в частности железа в горных породах, которая определяется отдельно либо методом мокрой химии, либо мессбауэровской спектроскопией.

Дает степень однородности карьера по химическому составу, уточняет Мк для различных частей месторождения.



2. Фазовый (минералогический состав) определяется рентгенофазовым анализом (РФА — не путать с предыдущим).

Идентификация различных кристаллических фаз и определение их относительных концентраций в смесях на основе анализа дифракционной картины, регистрируемой от исследуемых порошковых образцов. Осуществляется на приборах типа ДРОН (дифрактометр рентгеновский общего назначения).

Дает степень однородности карьера по фазовому (минералогическому) составу, определяет соотношение изверженных первичных и измененных минералов.

3. Соотношение атомов железа в разных степенях окисления — мессбауэровской спектроскопией.

На скорость охлаждения растворов базальтового состава влияет содержание железа. Его наличие способствует большему поглощению электромагнитного излучения в инфракрасном диапазоне по сравнению с безжелезистыми силикатными растворами. В результате скорость затвердевания базальтовых жидкостей в 1,5–2 раза ниже по сравнению с безжелезистыми растворами при прочих равных условиях.

Мессбауэровская спектроскопия на ядрах железа-57 является многопараметрическим методом физической химии, дающим наиболее полную информацию о зарядовых и структурных формах атомов железа в различных фазах в твердых телах. Экспериментальные результаты по таким системам, интерпретируемые без привлечения спектров Мессбауэра, не выдерживают критики.

Осуществляется высококвалифицированными специалистами (в данном случае Н.Е. Аблесимовым).

4. Термические эффекты при нагревании до 1500°C — дифференциальной сканирующей калориметрией (на приборах типа дериватограф).

Термический анализ (калориметрия) — метод исследования физико-химических процессов, осно-



ванный на регистрации тепловых эффектов, сопровождающих превращения веществ в условиях программирования температуры. Этот метод позволяет фиксировать так называемые кривые нагревания (или охлаждения) исследуемого образца, то есть изменение температуры последнего во времени. В случае какого-либо фазового превращения первого рода в веществе (или смеси веществ) происходит выделение или поглощение теплоты и на кривой (термограмме) появляются площадка или изломы.

5. Определение вязкости (вискозиметрия) и краевого угла смачивания производится соответствующими приборами. Условия получения НБВ напрямую зависят от вязкости и температуры верхнего предела кристаллизации. Интервал вязкости, в котором возможно получение непрерывных волокон, составляет $15 \div 63$ Па·с. Вязкость измеряют высокотемпературными вискозиметрами. А точку кристаллизации — на любой установке термического анализа (дериватографе, с помощью дифференциальной сканирующей калориметрии).

6. Координаты точки отбора пробы. Точность определения координат системой GPS — 6–8 метров; системой ГЛОНАСС — 5–10 метров. Грубовато, но все равно полезно, особенно если поле карьера составляет километры.

7. Необходима также опытно-промышленная вытяжка волокон.

Перспективы использования НБВ состоят не только в частичном вытеснении с рынка стекловолокна, как основы композитов, но и в комбинированном использовании стеклянных, базальтовых и углеродных волокон по конструктивным и экономическим соображениям.

Профессор Н.Е. Аблесимов отбирает образцы пород на месте, анализирует химический и минера-

логический состав, степень измененности пород в лабораториях Санкт-Петербурга, дает рекомендации по использованию сырья в определенных технологиях получения НБВ. **КМ**

Список литературы

1. Аблесимов Н. Е. Физико-химические свойства стекловолокон из алюмосиликатов базальтового состава. Глава 6. В монографии: Аблесимов Н. Е., Земцов А. Н. Релаксационные эффекты в неравновесных конденсированных системах. Базальты: от извержения до волокна. Хабаровск: ИТиГ им. Ю. А. Косыгина ДВО РАН, 2010. С. 261–351.
2. Аблесимов Н. Е., Малова Ю. Г. Горные породы базальтового состава: происхождение, элементный и фазовый состав, месторождения. Часть I // Базальтовые технологии. Июль–декабрь 2013. С. 31–37.
3. Аблесимов Н. Е., Малова Ю. Г. Горные породы базальтового состава: происхождение, элементный и фазовый состав, месторождения. Часть II // Базальтовые технологии. Январь–декабрь 2014. С. 26–34.
4. Аблесимов Н. Е., Черных М. А. Непрерывные базальтовые волокна: информация к действию М.: ЗАО «Базальтовые проекты», 2017. –158 с.
5. Минерально-сырьевая база Пермского края для производства базальтового волокна: справочник. Пермь, 2015. 269 с.
6. Кудрин К. Ю. Научно-технический отчет «Задуговые офиолиты в структуре приполярноуральского сегмента уральской складчатой области». Югорский госуниверситет. Ханты-Мансийск: 2016. 56 с.

ТЕХНОЛОГИЯ ДЕЙСТВИЯ

Производство

Ненасыщенных полиэфирных смол общего и специального назначения, гелькоутов, пигментных паст, гранул для искусственного камня, разделительных восков, ускорителей.

Снабжение

Материалы собственного производства и ведущих мировых производителей со всеми необходимыми свидетельствами и сертификатами.
Оборудование и роботизированные комплексы

Техподдержка и обучение

- Технологиям изготовления изделий из стеклопластика и искусственного камня.
- Особенности переработки материалов.
- Производству оснастки
- Работе на специальном оборудовании и его обслуживанию.

Организация производства

Организуем на площадях заказчика производство стеклопластиковых изделий «под ключ» с обеспечением: технологией, оснасткой, оборудованием, приспособлениями и материалами.
Разработаем и изготовим полимерную оснастку. Изготовим прототипы изделий.



Полипол

Серия Полиэфирных Смол



Поливоск

Серия Разделительных Восков



Полигель

Серия Гелькоутов



Полипигмент

Серия Пигментных Паст



Полигранул

Серия Гранул для Искусственного Камня




Полиактив

Серия Ускорителей

ООО «ПОЛИМЕРПРОМ»

603074, г. Нижний Новгород, ул. Нефтегазовская, 1А

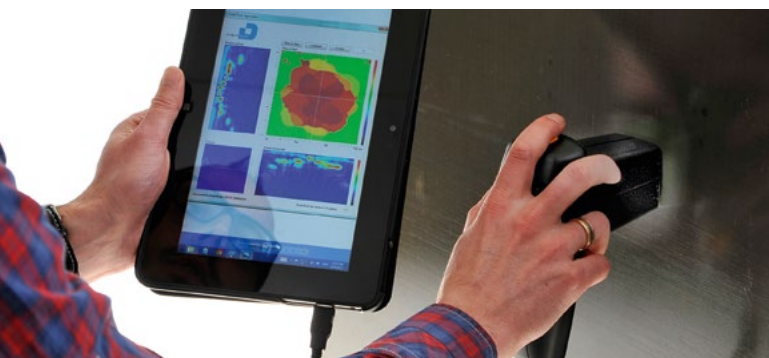
www.polymerprom-nn.ru  polymerprom@polymerprom-nn.ru

тел.: +7(831) 243-10-00

факс: +7(831) 243-23-03

Неразрушающий контроль

Ультразвуковой контроль с помощью DolphiCam

www.locus.spb.ru


Ультразвуковая портативная камера DolphiCam для контроля композитных материалов уже хорошо зарекомендовала себя как среди зарубежных заказчиков, так и среди российских специалистов в области неразрушающего контроля. Камера DolphiCam спроектирована специально для контроля композитов (углепластиков). В отличие от известной ультразвуковой технологии с фазированными решетками, здесь применяется уникальная разработка с 2D матричным преобразователем, который позволяет получать изображения областей с дефектами с более высоким

разрешением. В результате даже не эксперты в области неразрушающего контроля, могут проводить тестирование изделий из композиционных материалов. Возможность сухого контакта обеспечивает контроль различных деталей, в том числе в тех случаях, когда нельзя использовать контактную жидкость и смачивать композиционные материалы.

Недавно производитель (компания Dolphitech) объявила о выпуске на рынок новой линейки ультразвуковых приборов со съемными преобразователями для различных материалов и приложений. Новая система с кодовым названием Dolphicam 2 будет включать выбор преобразователей с различным диапазоном частоты, иметь функции для интеграции в роботизированную систему, общее подключение по сети и удаленный доступ оператора. Dolphitech также интегрирует в новый прибор 3D позиционирование. Новая камера должна появиться в конце 2017 г.

В настоящее время на камеру DolphiTech действует специальное ценовое предложение. По всем вопросам в РФ относительно данного оборудования вы можете обратиться в ООО «ЛОКУС».

Мобильная ультразвуковая камера DolphiCam



dolphitech
WWW.DOLPHITECH.COM

Обнаружение дефектов в углепластиках в производстве и эксплуатации
Камера DolphiCam (CF08 и CF16 мм)



- «Сухой» и «мокрый» способ ввода УЗ
- Анализ сигналов (A-scan) по амплитуде и по времени пролета импульса
- Возможность просматривать сечения вдоль и поперек (B-scan)
- Визуализация вида сверху (C-scan)
- Возможность 3D визуализации контроля в режиме on-line
- Определяемые условные размеры близки к реальным
- Высокая мобильность, компактность

DolphiCam2 с модулем для смены преобразователей. Новая версия поддерживает широкий диапазон частот



В РФ ООО «ЛОКУС»
ЛОКУС

Тел/факс: (812) 429-49-57
office@locus.spb.ru;
www.locus.spb.ru

КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Активная Термография NDTherm® для контроля композитов

www.locus.spb.ru

Технология активной термографии NDTherm производства компании Orgal является эффективным инструментом для контроля композитных материалов с многослойной структурой. Применение этого оборудования особенно актуально, если при контроле композитных изделий нельзя использовать жидкости, а также если требуется провести быстрый контроль изделий.

Термографическая система NDTherm® — безопасная и простая в применении технология, которая подходит для контроля больших поверхностей и сложных форм, включая изделия, где доступ возможен только с одной стороны. Применение термографической установки NDTherm® с использованием современного программного обеспечения для обработки изображений

позволяет быстро и бесконтактно определять дефекты в различных материалах и формах, таких как углепластики, стеклопластики, сэндвич и гибридные структуры, пористые материалы и металлы. Возможно проведение контроля материалов в процессе производства, при эксплуатации и ремонте.

Оборудование NDTherm® поставляется в различных конфигурациях: портативное, лабораторное и автоматизированное. Программный пакет, поставляемый с системой, включает различные математические алгоритмы обработки изображения и обнаружения дефектов, измерение размера и глубины залегания, дает возможность обрабатывать изображение оффлайн и создавать протоколы контроля.

NDTherm® выявляет следующие дефекты:

- Непроклей
- Коррозию
- Включения
- Трещины в структуре
- Расслоения
- Ориентацию волокон
- Повреждение от удара
- Дефекты точечной сварки
- Наличие термодиффузии
- Раковины
- Пористость
- Отслоение обшивки сотового наполнителя
- Толщину краски, стенок и покрытия
- Проникновение влаги

По вопросу проведения тестирования ваших образцов, вы можете обратиться в ООО «ЛОКУС».

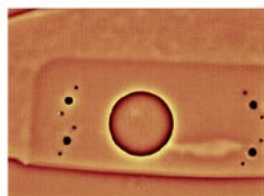
АКТИВНАЯ ТЕРМОГРАФИЯ NDTherm®

Бесконтактный, безопасный и быстрый метод выявления дефектов в композитных материалах

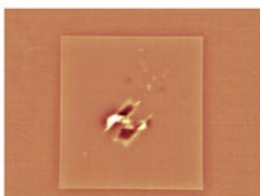
Контроль углепластиков, стеклопластиков, гибридных структур и пористых материалов

Зона контроля (за 1 тестирование)	400 × 500 мм макс
Мин. размер дефекта	> 2 мм

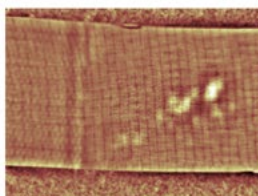
Обнаружение дефектов



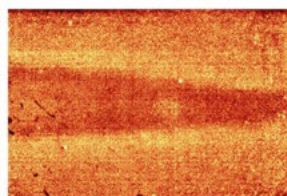
Расслоение



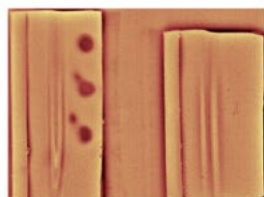
Повреждение от удара



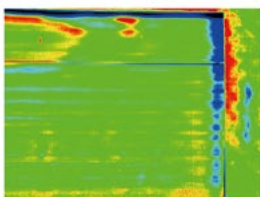
Ориентация волокон



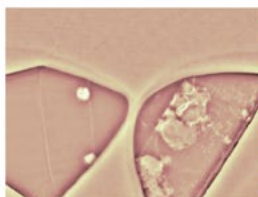
Отслоение металла



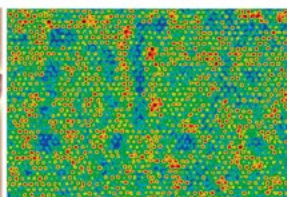
Точечная сварка



Проникновение влаги



Коррозия



Избыток клея

ORGAL²
Beyond the Visible



Портативная система в конфигурации NDTherm®LF/NT



Лабораторная установка



Автоматизированная система NDTherm®AU

192236, Санкт-Петербург,
ул. Софийская, д.8 к1
Тел.: +7 (812) 363-43-77
E-mail: carbon@carbonstudio.ru
www.carbonstudio.ru

Мобильные станции для вакуумных процессов формования

Компания «КарбонСтудио» разработала, произвела и успешно внедрила на рынок установку под собственной торговой маркой CompositeVac. За последний год на ведущие предприятия композитной отрасли было поставлено более 15 единиц оборудования. КарбонСтудио удалось совместить в одной установке собственный накопленный опыт, а также опыт ведущих зарубежных компаний, специализирующихся на подобном оборудовании. До последнего времени эта инновационная технология изготовления композитных изделий применялась в основном с использованием импортных машин.

Оборудование отвечает современным стандартам качества и способно конкурировать с зарубежными аналогами. Как было упомянуто ранее, установка получила название CompositeVac.

CompositeVac — это мобильная станция для вакуумных процессов формования композиционных материалов. КарбонСтудио наладила выпуск и начала продажу мобильных станций в массовом масштабе. Принимая во внимание нарастающий интерес к композитной отрасли, а именно вакуумной инфузии и формованию с применением вакуумных мешков, компания не ограничивается отечественным рынком, налажены поставки оборудования в страны СНГ.

Также отдельно производится независимая мобильная ловушка для смолы, которая используется для дегазации связующего.

Производство находится в Санкт-Петербург (Россия), отвечает всем отечественным и международным требованиям, предъявляемым к оборудованию подобного класса.

Основные преимущества CompositeVac

Надёжность. Смотровое стеклянное окно, защищённое с обеих сторон утилизируемыми прозрачными ПВХ экранами, для большей надёжности при инфузии или дегазации.

Беспрепятственное прохождение смолы. Сальники герметизируются на внешней стороне экструзионных вакуумных трубок для беспрепятственного прохождения смолы внутрь ловушки. Сальники можно снять и почистить.

Контроль вакуума Ловушка(и) для смолы — полностью с контролем вакуума. Датчик контроля уровня вакуума является встроенным и выявляет утечку с точностью выше 98%.

Мобильность и удобство. Ловушку(и) для смолы можно снять с мобильной платформы и, если требуется, установить удалённо. Соединение вакуумного насоса, вакуумметр и регулятор не подключены к крышке ловушки для смолы, при снятии крышки с ловушки нет необходимости их отключать. Установка компактна, легковесна и удобна в обслуживании.

Индивидуальный подход

Комплексный подход к каждому клиенту, производство оборудования с учётом индивидуальных нужд заказчика.

Примеры установок:

- а. 1 насос и 1 ловушка
- б. 2 насоса и 2 ловушки



CarbonStudio – поставка композитных материалов, оборудования и комплексное обучение



AlanHarperCompositesLtd
(Великобритания)
Силикон и оборудование для
создания многоразовых
мешков



DiatexSAS (Франция)
Вспомогательные материалы
для вакуумного формования,
инфузии, RTM-Light



CIT (Италия)
Углеродные, арамидные,
гибридные ткани,
стеклоткани



MelComposites (Испания)
Конструкционный ПВХ
пенопласт



CELComponents (Италия)
Сэндвич структуры



DD/COMPOUND
DD-Compound (Германия)
Фитинги и шланги

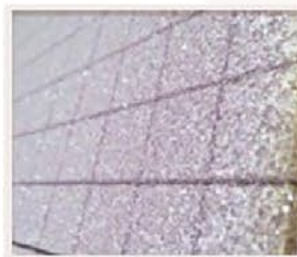


SICOMIN (Франция)
Эпоксидные смолы и связующие
для ручного/вакуумного
формования, инфузии, инъекции



CompositeVAC

CompositeVAC (Россия)
Оборудование для
вакуумной инфузии



Комплексное обучение:

- ✓ Технология вакуумная инфузия
- ✓ Производство технологической оснастки
- ✓ Создание многоразовых силиконовых мешков

Санкт-Петербург

Шоу-рум (склад): ул. Благодатная, д. 69 лит А
тел.: +7 (812) 425-34-36, stock@carbonstudio.ru

Офис: ул. Софийская, д. 8

тел.: +7 (812) 363-43-77, carbon@carbonstudio.ru

Казань

Офис/склад: ул. Дементьева, д.16, офис 220

тел.: +7 (843) 212-13-41, E.Gilmutdinov@groupcs.ru

Москва

Офис/склад: Бережковская набережная, д. 20, стр. №5
тел.: +7 (495) 212-18-15, boris.minaev@carbonstudio.ru

Интернет-магазин

www.carbonstudio.ru

AXEL

*Лидер в области
смазочных добавок /*

Для всех типов смол:
полиэфирных, винилэфирных, гибридных,
эпоксидных, полиуретановых

Для высоконаполненных
и низконаполненных смол

Для сложных профилей
и высокой производительности

У AXEL есть решения
для любого пултрузионного производства,
будь то лестничные перила, оптоволоконный
кабель, конструкции мостов или детали для
аэрокосмической промышленности





ПУЛТРУЗИОННЫХ ВНУТРЕННИХ РАЗДЕЛИТЕЛЕЙ

Выбирая смазочные добавки / внутренние
разделители для плетения от компании
AXCEL, вы можете быть уверены, что технические
специалисты завода помогут вам в подборе
подходящих смазочных добавок / внутренних
разделителей,
при использовании которых, вы сможете:
увеличить скорость на производстве,
сохранить физические свойства,
в которых вы нуждаетесь для своих изделий,
уменьшить количество брака,
исключить частые поломки оборудования.

С уважением команда INTREY.

«ИНТРЕЙ Полимерные Системы»

Тел.: +7 (495) 380-23-00

Тел.: +7 (812) 319-73-84

www.intrey.ru

info@intrey.ru

vk.com/intreylc

По материалам сайтов:
www.snsz.ru
www.korabel.ru
www.sudostroenie.info
www.prepreg-acm.com

Демонстрационный показ пассажирского судна, аналогов которого нет в России, и его выход в акваторию Невы прошел 19 октября. Сегодня заводом решается задача создания инновационных видов продукции, востребованных в гражданском судостроении. Пассажирский катамаран проекта 23290 — яркий пример применения композитов в судостроении.

Углекомпозитный «Грифон» — петербургский стиль



Проект судна разработан с учетом особенностей эксплуатации на акватории реки Невы и Финского залива, в том числе с учетом необходимости выполнения требования по надводному габариту, который составляет 5,5 м и обеспечивающему проход судна под мостами

«Изначально этот проект создавался для петербургского региона. Катамаран — комфортное и удобное судно как для организации экскурсионных программ по воде, так и для перевозки пассажиров из порта в город. Он способен покрыть любые маршруты, будь то Нева, Ладожское озеро или Финский залив. Важно отметить и то, что жизненный цикл эксплуатации композитного судна намного экономичнее и дешевле, в сравнении с судами из металла и алюминия» — рассказал генеральный директор завода Владимир Середохо.

Судно предназначено для транспортировки 150 пассажиров. Длина судна — 25,7 м, ширина — 9,03 м, осадка — 1,5 м. Дальность плавания судна составляет 1000 км. Максимальная скорость — 29,5 узлов. Катамаран может эксплуатироваться при высоте волны 2 м (мореходность 4 балла).

Пассажирский катамаран будет предложен Средне-Невским судостроительным заводом для обслуживания Чемпионата мира по футболу в следующем году. Помимо этого, уже сегодня ведутся переговоры с потенциальными заказчиками, в том числе зарубежными, на строительство серийных судов.

Пассажирский катамаран из углепластика построен АО «Средне-Невский судостроительный завод» по заказу Минпромторга России. Техническое задание на опытно-конструкторскую работу ограничивалось разработкой технологии строительства корпуса катамарана из композиционных материалов на основе углеродных тканей. Но завод решил отрабатывать не абстрактную технологию, а сделать реальный проект. Приобретение комплектующих и достройка судна осуществлялась предприятием самостоятельно.

«В результате в России не только была разработана уникальная технология, позволяющая создавать корпус судна из углепластика, а точнее из трехслойных «сэндвич-конструкций», включающих прослойку из пенопласта, но и появилась возможность опробовать уникальное по своим характеристикам пассажирское судно», — подчеркнул генеральный директор АО «Препрег-СКМ» Дмитрий Коган.

Катамаран получился заметно легче своих металлических собратьев, увеличилась его грузоподъемность и пассажировместимость. Судно вышло лёгким, скоростным, маневренным, экономичным. Корпус достаточно прочный, ремонтпригодный, не подвержен коррозии.

Пассажирские катамараны из углепластика активно строятся в Норвегии, Дании, Турции, Греции, Италии. Применение идет на прибрежных маршрутах, как правило, для обеспечения перевозок туристических групп. Пассажировместимость 60–400 человек, скорость — до 35 узлов (~65 км/ч). В одной только Норвегии построено около сорока пасса-

жирских катамаранов из углепластика.

Сам углепластик, в современном виде, для российского судостроения является достаточно уникальным, да и технология его применения в таком масштабе отрабатывалась впервые. При постройке катамарана применено свыше 10 тонн углеродных тканей различной структуры, производства АО «Препрег-Современные Композиционные Материалы», портфельной компании «РОСНАНО».

Компания «Препрег-СКМ» сумела в короткий срок подобрать сырье и освоить наработку тканей, пройти сертификацию в Российском морском регистре судоходства. Позднее, к Свидетельству РС о признании изготовителя добавились сертификаты одобрения «DNV-GL».

Как рассказала заместитель генерального директора по исследованиям и разработкам АО «Препрег-СКМ» Лариса Чурсова: «В основе конструкции корпуса заложены квадроаксиальные ткани, где армирование производится в четырех направлениях одновременно, кроме того, корпус и элементы набора усилены однонаправленными лентами. В зависимости от решаемых задач, в углепластике нашли применение биаксиальные ткани различной структуры. Мультиаксиальные ткани показали более высокие результаты при испытаниях на изгиб, сжатие, растяжение, а также лучшие механические свойства сопротивляемости к переменным нагрузкам. Приборную панель специально окрашивать не стали, чтобы подчеркнуть фактуру углеродной ткани.»

«Импортозамещение для АО «Препрег-СКМ» вполне реальная и выполнимая задача. Предприятие поставляет свои углеродные ткани как для внутреннего рынка, так и на экспорт. Потребители в Италии, Германии, Австрии, Турции, Чехии, Словакии, Хорватии, Греции, Болгарии, Венгрии, Румынии, Сербии, Боснии и Герцеговине, Словении и в других странах уже по достоинству оценили качество российской продукции», — отметила заместитель генерального директора по внешним коммуникациям АО «Препрег-СКМ» Ольга Дригола-Матюшина.

Сегодня «Препрег-СКМ» не стоит на месте, линейка продукции, применяемой в различных областях промышленности, унифицируется, при этом





разрабатываются и сертифицируются новые ткани для судостроения, в том числе гибридной структуры. Это позволит уменьшить стоимость конечного изделия без существенного снижения прочностных характеристик.

На основе тканей АО «Препрег-СКМ» разработаны стандартные стекло- и углепластики, имеющие заключение межведомственной комиссии по неметаллическим материалам. Продолжается внедрение препрегов на основе стеклянных и углеродных волокон, разработка связующих с улучшенными характеристиками как для ручной, так и для автоматической выкладки. Прорабатываются вопросы изготовления материалов для постройки пассажирских судов, скоростных катеров, гребных винтов, валов, грузоподъемных устройств, дверей и люков из полимерных композиционных материалов.

По словам Сергея Сопронюка, главного конструктора ЦКБ «Нептун», мировой опыт доказывает: конструктивная схема катамарана для пассажирских судов близких размеров уже «победила» (например, суда на подводных крыльях), так как большая поверхность палубы позволяет рационально разместить большее количество пассажиров, получая экономичный режим движения (двигатели и расход топлива). А применение композитов и углеволокон позволяет оптимизировать эти преимущества, параллельно отработывая дизайн и технологии изготовления и увеличивая энергоэффективность.

Поэтому во всем мире уже построены сотни, если не тысячи катамаранов с аналогичной архитектурой, и они эксплуатируются, в том числе в самых

больших и красивейших городах мира.

Главный конструктор КБ «Нептун» рассказывает, что работа над катамараном была сложной, порой даже поисковой, опытной, достаточно большой и продолжительной. В основном трудности касались именно композитов.

Можно выделить три направления проблем:

1. Работа с материалами на основе отечественных углеволокон (а не стекловолокон);
2. Работа с технологией вакуумной инфузии (а не ручным формованием, как ранее);
3. Работа с трехслойными конструкциями, что позволяет создавать оболочки с минимальным количеством набора, оптимизировать вес и трудоемкость (а не повторяющимися металлическими, как ранее).

Другая группа проблем происходит из отсутствия в России нормативной базы: утвержденных методик проектирования, результатов испытаний конкретных образцов конструкций (элементов, узлов соединений, макетов, натурных макетов), конкретных требований и указаний отечественных классификационных обществ.

При создании проекта 23290 КБ «Нептун» тщательно изучал и обобщал зарубежный опыт по отмеченным направлениям, взяв в основу рекомендации и указания производителей материалов, технологий и конструкций. Специалисты «Нептуна» при проектировании разрабатывали собственные методики по недостающим разделам и изготавливали опытные образцы материалов, соединений, конструкций, а

также проводили их лабораторные испытания, изучали результаты, при необходимости проводили повторные корректирующие исследования.

Как уже известно, «Грифон» создан полностью из отечественных углетканей, произведенных компанией «Препрег СКМ». Редакция «Корабел.ру» задала несколько вопросов руководителю направления продаж в судостроении компании «Препрег СКМ» Игорю Ласкорунскому:

Ваша компания является производителем углеродных тканей, из которых сделан катамаран проекта 23290. Расскажите, пожалуйста, подробнее о материале.

В основе конструкции корпуса катамарана лежит углепластик, согласно техническому заданию. Сам углепластик, — это углеродная ткань плюс отвержденная смола. Задача была достаточно сложная, но интересная: в короткие сроки разработать, произвести и сертифицировать все необходимые углеродные ткани для этого проекта. Кроме того, для обеспечения прочности, углеродные волокна должны были иметь совместимость с конкретным типом смолы. Ситуация усугублялась жесткими требованиями по цене продукции; был объявлен редукцион, то есть своеобразный «аукцион наоборот», где победителем признается участник, приславший наименьшую цену. Мы состязались с поставщиками импортных тканей.

В общем, не дожидаясь результатов торгов, мы приступили к разработке тканей. Потребовалось 6 различных наименований. На тот момент наша компания имела опыт производства только двух из них: однонаправленной ленты и ткани саржевого плетения. Оборудование для производства остальных, мультиаксиальных тканей находилось в стадии пуско-наладочных работ. Пришлось работать, что называется «с колес». Почти одновременно шла разработка, испытания и оформление документации на мультиаксиальные ткани различного плетения и поверхностной плотности (300–800 г/м²). Без задержек проходила сертификация продукции в Российском морском регистре судоходства. В общем, нам удалось поставить ткани нужного качества и объема (а это около 10 тонн продукции) менее, чем за 3 месяца.

В чем заключается основные преимущества вашей компании перед конкурентами? Чем ваш материал уникален?

«Препрег СКМ» основана в 2009 году и является одной из проектных компаний «РОСНАНО». Производство расположено на двух площадках, в Москве и в Дубне. Наличие собственного производства, квалифицированных и опытных сотрудников позволяет нам быстро выполнять серийные заказы, поддерживать выпуск широкой линейки стандартной продукции, поддерживать складскую программу, дает возможность экспериментировать, дораба-



тывать продукцию под нужды потребителя.

Наша компания осознанно не использует углеродные волокна с сомнительными и нестабильными свойствами. У нас нет дешевых тканей, как в прямом, так и в переносном смысле. Мы не пытаемся конкурировать по цене с продукцией из стран Юго-Восточной Азии. Мы выпускаем продукцию «премиум-качества» и несем за нее полную ответственность.

Производство «Препрег-СКМ» имеет свидетельство о признании изготовителя, выданное Российским морским регистром судоходства; часть продукции имеет международные сертификаты DNV-GL. Наша продукция известна и успешно опробована в ведущих российских проектных организациях, таких как ФГУП «Крыловский государственный научный центр», НИЦ «Курчатовский институт» — ЦНИИ КМ «Прометей».

Что для вас сотрудничество со Средне-Невским судостроительным заводом в рамках строительства катамарана проекта 23290?

С коллективом СНСЗ работаем плотно, начиная с 2011 года, с момента подписания соглашения о сотрудничестве. Завод является передовым в области





композитного судостроения в нашей стране. Недаром именно ему Минпромторг России доверил разработку технологии строительства пассажирских судов из углепластика. Пассажирский катамаран начал разрабатываться в 2013 году. В процессе работы были разные моменты, но мы старались реагировать на запросы и пожелания заказчика. Общение с технологами напрямую позволило делать это более оперативно.

В процессе работы было создано целое «семейство» тканей, которые нашли свое применение в отечественном и зарубежном судостроении, смежных областях промышленности.

Параллельно было освоено производство тканей из стеклянного волокна.

Еще одна компания, которая приняла участие в создании катамарана «Грифон» — Группа Компаний «Композит» (www.composite.ru), поставщик смол Ashland на российский рынок. В конструкциях катамарана использовалась эпоксивинилэфирная смола Derakane T 510C-350 от Ashland®. Эта смола одобрена Российским Морским регистром судоходства для строительства небольших судов.

Применение композита в «Грифоне» позволило улучшить ударную прочность конструкции на 30%, усталостную прочность — на 200%. Кроме того, композитные корпуса значительно легче металлических, что позитивно сказывается на расходе энергии и потреблении топлива, и не подвержены коррозии. Благодаря использованию композитного материала достигается снижение веса на 1/3. **КМ**



ПРЕДСТАВИТЕЛЬ
REICHHOLD
В РОССИИ

443051, Россия, г. Самара
ул. Олимпийская, д. 73
тел.: +7 (846) 997-71-09,
272-59-01, 272-59-05

sampol@mail.ru
www.sampol.ru



ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАДАЧ

СЫРЬЕ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПКМ:

- ▶ Полиэфирные и эпоксивинилэфирные смолы – REICHHOLD
- ▶ Гелькоаты, топкоаты, филлеры – REICHHOLD
- ▶ Огнестойкие и конструкционные SMC препреги – САМПОЛ
- ▶ Огнестойкие покрытия – FINNESTER
- ▶ Легкообрабатываемый структурный пенополиуретан – AIREX
- ▶ Нетканый полиэфирный материал – SORIC
- ▶ Армирующие материалы:
стеклонаполнители, синтетическая сетка
- ▶ Системы отверждения и модифицирующие добавки
- ▶ Разделительный воск, смазки для форм,
полировочные пасты
- ▶ Оборудование и инструменты:
ультрафиолетовый светодиодный облучатель,
спрей аппараты, RTM, ламинаторы,
намоточное оборудование и др.

ИНЖИНИРИНГ, ТЕХПОДДЕРЖКА, ОБУЧЕНИЕ.

Группа компаний «Композит»
www.composite.ru

Превосходя ожидания

Смола Derakane 470HT
для высокотемпературных
применений

Эпоксивинилэфирные смолы Derakane успешно зарекомендовали себя, как оптимальное решение по обеспечению стойкости к коррозии в агрессивных химических средах. Эти смолы характеризуются превосходной химической стойкостью, поэтому они отлично подходят для хранения и транспортировки широкого диапазона кислот, щелочей, хлоридов, растворителей и окислителей. Однако совсем недавно владельцы предприятий столкнулись с необходимостью обеспечить стойкость в коррозии к газовым средам в условиях высоких температур. Поэтому специалисты Ashland вступили на новый путь, разработав технологию, которая превзошла по температуростойкости все уже известные рабочие смолы.

Высокотемпературный стеклопластик обычно используется для футеровок дымоходов, газовых скрубберов, а также промышленных покрытий, когда температура достигает +230°C и выше. Довольно часто такие среды требуют не только температуростойкости, но и стойкости к сильным кислотам. Это особенно актуально для газовых скрубберов, которые используются для удаления кислых побочных продуктов и других загрязнителей из дымовых газов. Такие горячие газы часто содержат крайне агрессивные минеральные кислоты — серную, соляную и плавиковую. Газы орошаются водой. Стенки аппарата подвергаются воздействию горячей влажной атмосферы, а также термошока, вызываемого охлаждающей водой и горячими дымовыми газами. Смолы Derakane на протяжении многих лет использовались в подобных проектах, когда требовалось сочетание коррозионной стойкости, механических свойств и теплостойкости.

Варианты конструкционных материалов

Разработчики изучили множество конструкционных материалов, которые предположительно могли бы работать с такой средой. Резиновая футеровка зачастую может противостоять коррозии и тепловому шоку. Однако рабочие температуры слишком высоки, и их воздействие может привести к разрушению резины. Можно использовать нержавеющую сталь и сплавы с высоким содержанием никеля. Они способны выдержать тепло и термошок, но при долговременном воздействии высокой температуры и влажных минеральных кислот, срок службы изделия будет коротким. В реальности же мы крайне редко наблюдаем серьезную коррозию высоконикелевых сплавов в течение года. Традиционным футеровочным материалом является кирпич, достаточно стойкий к кислотам, теплу и термошоку. При работе с кирпичом основная сложность заключается в выборе строительного раствора, с помощью которого кирпич крепят на стенку. Такие строительные растворы довольно чувствительны к химии, и кирпичная футеровка легко отслаивается от стенки, что приводит к остановке производства на время ремонта.

В зависимости от свойств, которые требуются раз-

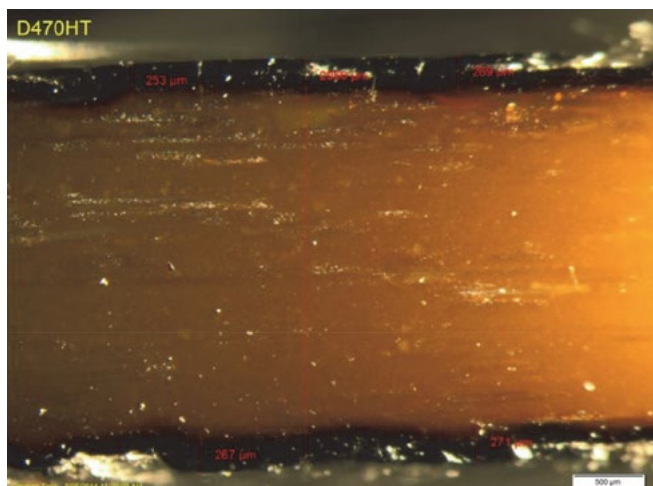
работчику, эпоксивинилэфирные смолы Derakane могут изготавливаться из разных видов эпоксидных смол. Например, смолы на основе новолачного эпоксиды дадут высокую термическую стойкость. А бромированные смолы на основе Бисфенол-А, в значительной степени повысят пожаростойкость отвержденной смолы. Эпоксидные смолы, модифицированные каучуком, используют для придания ламинату высокой стойкости к внешним воздействиям (удару). Эпоксиды на основе Бисфенол-А обладают отличными рабочими характеристиками, сочетая в себе высокую коррозионную стойкость с великолепными механическими свойствами и термостойкостью.

Стеклопластиковые изделия на основе новолачной эпоксивинилэфирной смолы Derakane лучше всего проявляют свои свойства в условиях высоких температур и термического шока. Однако эти высокотемпературные смолы могут столкнуться с весьма сложной задачей, если температура достигает +230°C и выше. Модифицировав полимерную цепь и отрегулировав соотношение сомономеров, научные сотрудники Ashland открыли новые возможности для использования стеклопластика при высоких температурах. В зависимости от схемы постотверждения новолачная эпоксивинилэфирная смола Derakane 470HT предлагает увеличенную температуру Tg (температура стеклования) в диапазоне от +190 до +220°C. Модификация полимерной структуры также улучшает стойкость смолы к кислотам, что делает ее подходящей для агрессивных сред, которые чаще всего встречаются на входе в газовый скруббер. Кроме того, обладая относительным удлинением — 3%, смола Derakane 470HT сохраняет традиционное прочностное преимущество винилэфирных смол, значительно превосходя конкурирующие смолы с высокой степенью поперечной сшивки. Это свойство позволяет ламинатам на основе данной смолы более эффективно противостоять термошоку, который часто встречается в охладительных системах скрубберов.

Температура стеклования (Tg) не является единственным показателем высокотемпературного применения продукта. На протяжении многих лет на рынке появлялись смолы с весьма впечатляющими значениями Tg. Но дальнейшие исследования показали, что не смотря на высокую Tg, эти смолы не были термически стабильны. Они начинали разлагаться с началом эксплуатации. Опытные проектировщики вначале обращают внимание на данные по Tg и HDT перед тем, как выбрать смолу для высокотемпературного применения.

Опыты по тепловому старению с использованием Derakane 470HT показали очень слабое воздействие температуры (до +180°C) на механические свойства и изменение цвета даже по истечении 12 месяцев. Если температура поднимается до +200°C, мы начинаем наблюдать небольшое снижение твердости по Барколу, а также изгибных свойств по истечении 9–12 месяцев. При +220°C мы видим значительную потерю веса, твердости по Барколу

Образец	Итоговая толщина ламината	Оцениваемая глубина разрушения
D470HT400	2859 мкм	253–271 мкм



Образец смолы Derakane 470HT в разрезе, выдержка 1 год при +200°C.

и изгибных свойств после 6 месяцев. Однако следует помнить, что эти наблюдения относятся только к коррозионному барьеру, а не к ламинату в целом. Вследствие изоляционной природы стеклопластика несущая нагрузку часть ламината (силовой ламинат) оказывается защищена от термических нагрузок и агрессивных сред с помощью коррозионностойкого барьера.

Также очень важно соблюдать баланс между термическими и механическими свойствами смолы. Часто бывает так, что для придания смоле высокой термической стойкости (HDT и Tg) жертвуют механическими свойствами (прочность и удлинение). Предыдущие разработки, имевшие своей целью достижение наилучших термических свойств в ущерб механическим, привели к появлению смол, которые совершенно не пригодны для промышленных процессов. Эти хрупкие смолы обычно отслаивались уже в процессе производства или через весьма короткое время после начала эксплуатации изделия.



Ниже приведены несколько примеров использования стеклопластика при высоких температурах.

Туров, Польша. Футеровка дымохода и трубопроводов на электростанции

Установка десульфурации дымовых газов работает при температуре +70°C в нормальных условиях. Однако в процессе строительства две из четырех установок не работали и использовались в режиме байпаса. При этом одна из установок работала два года при температуре, достигающей +160°C. Прежние футеровки дымоходов были изготовлены из боросиликатных блоков, которые требовалось заменить (условия высокой влажности и значительных скачков температуры (+20–160°C)). Каждая из четырех установок состояла из футеровки дымохода 5,3 м диаметром и 120 м высотой. Кроме того, было изготовлено 330 м трубопровода такого же диаметра. Для изготовления стеклопластикового оборудования выбрали смолу Derakane 470HT, благодаря ее стойкости к влажному дымовому газу и способности выдерживать скачки температуры до +160°C и выше.

Гейдельберг, Германия. Муниципальный завод по сжиганию мусора

Оригинальная охлаждающая часть этого скруббера была изготовлена из сплава Hastelloy™ C (>70% никеля). После всего лишь 6000 часов эксплуатации на стенках емкости начали появляться дырки. Когда вырезали образец стенки, то обнаружили, что толщина ее уменьшилась с 5 до 2 мм — что было значительно хуже требований безопасности по прочности и жесткости конструкции при реальных механических нагрузках. Для замены этой конструкции выбрали стеклопластик на основе смолы Derakane 470HT. Через 30 месяцев после начала эксплуатации при температуре +220°C конструкцию осмотрели, и был сделан вывод, что никаких дырок не образовалось. Через год конструкцию подвергли еще одному осмотру — состояние было отличным.

Алкамаар, Нидерланды. Муниципальный завод по сжиганию мусора

Охлаждающая секция мусоросжигательной печи имеет проектную температуру +230°C, но обычно работает в диапазоне +200–220°C. В 1995 году ввели в эксплуатацию стеклопластиковую часть, изготовленную на основе смолы Derakane 470HT с множеством распылительных и инструментальных сопел. Расположение распылительных сопел вызвало ненормальную степень термошока, и в середине 1995 г обслуживающий персонал столкнулся с проблемой деламинации. Для защиты стеклопластика изготовили специальные термозащитные листы на основе угля/графита. Это покрытие прекрасно себя зарекомендовало.



Террагона, Испания. Муниципальный завод по сжиганию мусора

Дымоход проектировался с учетом нормальной рабочей температуры в диапазоне $+150-200^{\circ}\text{C}$ и подъемом до $+220^{\circ}\text{C}$ в сочетании с быстрым изменением температуры в цикле нагрев-охлаждение. Футеровка имела диаметр 1,6 м, а в высоту была более 60 м. Первоначальную футеровку изготовили из высокотемпературной смолы-конкурента, на которой при постотверждении образовались пузыри, поэтому ее пришлось удалить. Новую футеровку сделали из смолы Derakane 470HT и протестировали ее в течение нескольких термических циклов, моделирующих реальные условия. Новая футеровка прекрасно работает и остается в эксплуатации с 1998 г. Недавно (через 16 лет после начала эксплуатации) ее осмотрели и сделали вывод о ее хорошем состоянии.

Заключение

Новолачная эпоксивинилэфирная смола Derakane 470HT обладает химической стойкостью, сходной с Derakane 470, однако ее стойкость к кислотам выше. Кроме того, эта смола демонстрирует очень хорошую термостабильность, как в лаборатории, так и на производстве. Она вполне способна выдерживать температуры и среды, характерные для входов в скруббера и футеровки дымоходов. Опыт показал, что к использованию стеклопластика при температурах до $+230^{\circ}\text{C}$ нельзя относиться легкомысленно. Следует уделить особое внимание разработке структуры ламината, включая введение теплопроводящих добавок во внутренние слои футеровки, включение воздухоизолирующего зазора и стандартного силового ламината. Все эти элементы должны обладать хорошей стойкостью к агрессивным условиям. На самой ранней стадии следует вовлечь в процесс изготовителя, проектант и владельца будущего оборудования. **КМ**

Францев М. Э. к.т.н.

Инжиниринговая компания «Нептун-Судомонтаж»

gerard629@yandex.ru

www.korabel.ru



Анализ эксплуатационных характеристик катамарана проекта 23290 «Грифон» и СПК проекта 342Э «Метеор»



В октябре в Санкт-Петербурге прошла презентация катамарана с корпусами из композита на основе углеродного волокна проекта 23290 «Грифон». Во всех анонсах указывается, что этот катамаран должен заменить «Метеоры» и другие суда на подводных крыльях (далее СПК). С учетом того, что в Советском Союзе и в современной России накоплен уникальный опыт эксплуатации судов на подводных крыльях во всех бассейнах, можно произвести сравнительный анализ характеристик СПК проекта 342Э «Метеор», находящихся в эксплуатации с 1959 года по настоящее время и катамарана «Грифон».

В 2013–2014 годах под руководством автора статьи в Московском государственном техническом университете им. Н. Э. Баумана по государственному контракту № 13411.1007499.09.082 от 18.11.2013 года с Министерством промышленности и торговли России по технологическому направлению № 3 «Концептуальные проекты морской техники» («Новый облик») ФЦП «Развитие гражданской морской техники» на 2009-2016 годы, мероприятие № 3.3.2 «Скоростные пассажирские суда» была выполнена научно-исследовательская работа по шифру «Сибирь». В рамках этой работы были разработаны методики проектного обоснования, позволяющие выполнять сравнительный анализ различных типов скоростных судов, в том числе, судов полностью или частично изготовленных из композитов. Опираясь на эти методики, можно провести сравнительный анализ эксплуатационных характеристик катамарана проекта 23290 «Грифон» и пассажирского судна на подводных крыльях проекта 342Э «Метеор» для того, чтобы определить, насколько созданное судно соответствует поставленным перед ним целям.

Судно на подводных крыльях (далее СПК) проекта 342Э «Метеор» серийно строилось с 1959 года по 1992 год (отдельные суда до 2002 года). Кроме того, была разработана проектная модификация «Метеор-2000», предусматривающая установку дизельных двигателей зарубежного производства и кондиционирование воздуха. СПК «Метеор» этой модификации поставлялись на экспорт, в том числе, в Китай. Всего Зеленодольским судостроительным заводом им. А. М. Горького за годы производства было построено более 400 единиц СПК типа «Метеор».

Более чем пятидесятилетний опыт эксплуатации пассажирских СПК типа «Метеор» подтвердил те положительные качества, которые позволили произвести настоящую транспортную революцию на реках и водохранилищах в начале 60-х годов прошлого века. СПК типа «Метеор» вернули на внутренний водный транспорт «делового пассажира», обеспечив скоростные и комфортные пассажирские перевозки на междугородных линиях.

С помощью СПК типа «Метеор» обеспечивалось сквозное скоростное пассажирское сообщение внутренним водным транспортом на реке Волге от города Калинина (ныне город Тверь) до города Астрахань, на реке Енисей выше и ниже Красноярска, реке Лене от порта Осетрово (город Усть-Кут) до Якутска и далее, до пристани Жиганск, а на реке Амур от города Ха-

Скоростной катамаран из композитов проекта 23290 «Грифон» / ОСК



баровска до города Николаевск-на-Амуре. С помощью СПК «Метеор» до настоящего времени обеспечиваются скоростные пассажирские перевозки на большие расстояния в бассейне реки Обь на территориях Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого автономных округов, в бассейнах рек Лена и Амур.

Основные достоинства судов на подводных крыльях типа «Метеор», подтвержденные опытом эксплуатации, это сочетание высокой скорости, достаточной пассажировместимости и высокого комфорта. СПК типа «Метеор» до настоящего времени находящиеся в эксплуатации на территории России демонстрируют высокие характеристики долговечности.

За годы эксплуатации СПК типа «Метеор» перевезли миллионы пассажиров. С их помощью была выстроена ныне разрушенная отлично сбалансированная межрегиональная сеть речного скоростного движения. Все это делало суда на подводных крыльях флот удобными и дешевыми в эксплуатации.

СПК «Метеор» имело морскую модификацию — СПК проекта 342ЭМ (342МС) «Комета», имевшее повышенную мореходность. Это судно строилось с 1964 по 1992 год по проекту 342ЭМ на класс Регистра СССР «Р4/1С (ПК прибреж)». Заводы-строители: Феодосийское про-

Судно на подводных крыльях проекта 342Э «Метеор»



Технические характеристики судна на подводных крыльях «Метеор» проекта 342Э (Справочник по серийным транспортным судам)

Класс Речного Регистра	«О»
Район плавания	Внутренние водные пути разряда «О», а также Финский залив, Нева, Ладожское озеро (с ограничениями по погоде)
Пассажировместимость с двигателями М50: транзитные перевозки/пригородные перевозки	128/150 человек
Пассажировместимость с двигателями М401: транзитные перевозки/пригородные перевозки	124/140 человек
Пассажировместимость с двигателями MAN: транзитные перевозки/пригородные перевозки	128/150 человек
Экипаж	3 человека
Мореходность на крыльях	1,3 м
Мореходность в водоизмещающем положении	2,0 м
Водоизмещение порожнем	36,4 т
Максимальное водоизмещение	53,4 т
Дедвейт (полезная нагрузка), включая топливо	17 т
Длина габаритная	34,6 м
Ширина габаритная	9,5 м
Высота корпуса	5,25 м
Осадка на плаву/на крыльях	2,35/1,2 м
Мощность главных двигателей М-50Ф/М401, кВт (л.с.)	2x736/809 (2x1000/1100)
Удельный расход топлива двигателя М401 г/кВт час	219
Полный расход топлива на полной мощности	177,1 кг/час (205,9 л/час)
Дальность плавания на крейсерском ходу	600 км
Мощность главных двигателей после модернизации MAN кВт (л. с.)	2x809 (2x1100)
Удельный расход топлива двигателя MAN г/кВт час	214
Полный расход топлива на полной мощности	173,1 кг/час (201,3 л/час)
Запас топлива	3,2 т
Автономность по запасам топлива	18 часов
Дальность плавания на крейсерском ходу	600 км
Скорость хода в стоячей воде на подводных крыльях	65 км/ч
Максимальная скорость хода	70 км/ч
Материал корпуса	Легкие сплавы Д16, 1561

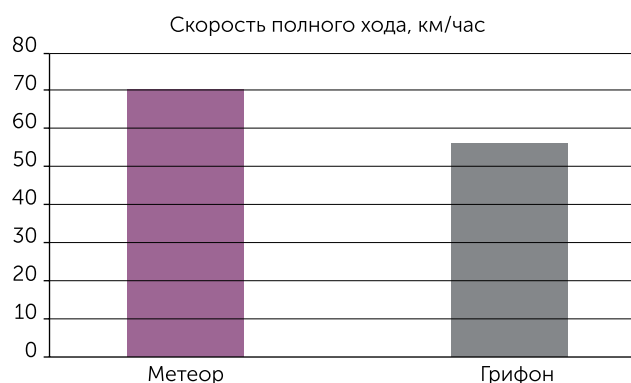
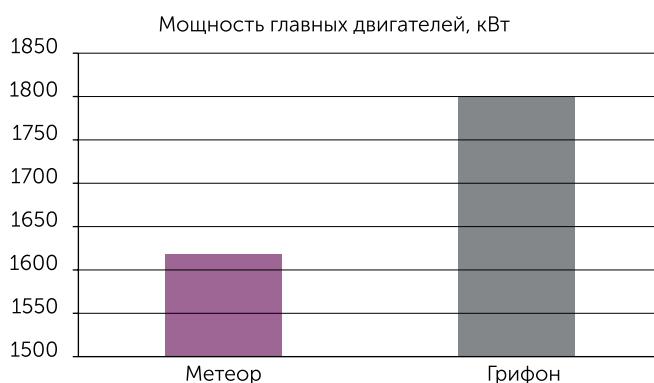
изводственное объединение «Море» и Потийский судостроительный завод. Всего за годы производства построено более 125 единиц СПК типа «Комета». 34 единицы этих судов были экспортированы в Грецию и другие средиземноморские страны. Они до настоящего времени сохраняются в эксплуатации на Черном море, озере Байкал и других водоемах.

Выполним сравнительный анализ проектных характеристик обоих скоростных судов по методике. В таблице 1 приведены проектные данные СПК проекта 342Э «Метеор» по Справочнику по серийным транспортным судам, а также по двигателям М401 и MAN которые имеются в Сети. В таблице 2 приведены проектные данные катамарана проекта 23290 «Грифон», обнародованные на сайте ОСК, а также характеристики его двигателей, находящиеся в от-

крытом доступе в Сети.

При анализе проектных данных можно заметить, что катамаран проекта 23290 «Грифон» имеет скорость полного хода на 21% меньшую, чем СПК проекта 342Э «Метеор», но при этом мощность его главных двигателей превосходит СПК проекта 342Э «Метеор» на 11%. При полном водоизмещении 66 т, проекта 23290 «Грифон» несет полезную нагрузку, включая топливо, равную 18 т, а СПК проекта 342Э «Метеор» при полном водоизмещении 53,4 т несет полезную нагрузку, включая топливо, равную 17 т Поэтому коэффициент утилизации по дедвейту (полезной нагрузке) — отношение полезной нагрузки к полному водоизмещению у СПК проекта 342Э «Метеор» больше на 16,7%, чем у катамарана проекта 23290 «Грифон».

Следствием всего этого стал факт, что удельный



Характеристики катамарана «Грифон» проекта 23290 (Сайт ОСК и другие открытые источники)

Класс	КМ МНС HSC Passenger A (PMPC) Эквивалент +P1,2 (PPP)
Район плавания	Катамаран может использоваться в Крыму на маршрутах Ялта-Севастополь, Ялта-Феодосия, Керчь-Анапа, Керчь-Новороссийск
Акватория эксплуатации	Финский залив, Нева и малая Нева
Тип корпуса	катамаран
Пассажировместимость	150 человек
Экипаж	3 человека
Длина наибольшая	25,7 м
Длина по ватерлинии	23,6 м
Ширина наибольшая	9,3 м
Осадка (при полном водоизмещении, на ровном киле, по нижней кромке рулей)	1,5 м
Высота габаритная над уровнем ватерлинии не более	5,5 м
Водоизмещение (порожнем)	48 т
Водоизмещение (полное)	66 т
Дедвейт (полезная нагрузка), включая топливо	18 т
Двигатели	MTU 10V2000M72
Установленная мощность	2 x 900 кВт (2x1216 л.с.)
Удельный расход топлива на полной мощности	226 г/кВт час
Полный расход топлива на полной мощности на 1 двигатель	203,4 кг/час (237 л/час)
Срок автономности по запасам топлива	12 часов (предел 12,7 часа)
Дальность плавания на полном ходу	600 км
Движители	винты фиксированного шага
Скорость (при полном водоизмещении)	29,5 уз.(55 км/час)
Запас топлива (установленный)	6000 л
Мореходность	до 4 баллов (0,75–1,25 м)
Материал корпуса	композитный материал (углепластик)

расход топлива на 1 пасс-км (расход топлива, необходимый для перевозки 1 пассажира на 1 км) у катамарана проекта 23290 «Грифон» на 20,8% больше, чем у СПК проекта 342Э «Метеор».

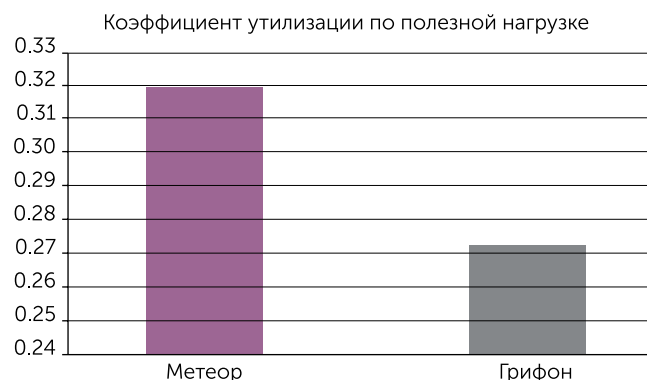
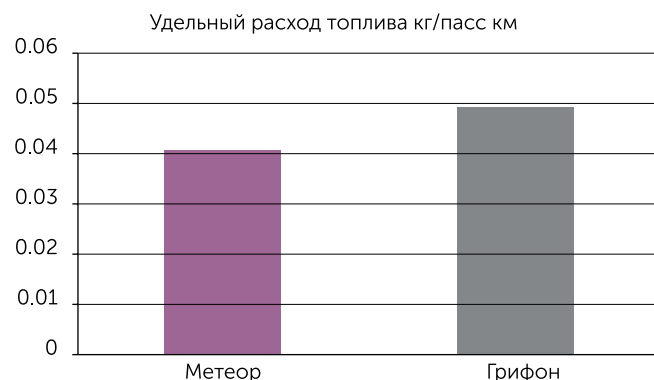
Таким образом, по своим расходным характеристикам катамаран проекта 23290 «Грифон» существенно уступает СПК проекта 342Э «Метеор». Достаточно сказать, что в авиации новые самолеты типа МС-21 создаются для того чтобы снизить удельный расход топлива на 1 пасс/км на 6–7%. А катамаран проекта 23290 «Грифон» создан для увеличения этого расхода топлива на 20,8% процента по отношению к СПК проекта 342Э «Метеор».

Известно, что расходы на топливо составляют примерно половину общих эксплуатационных расходов скоростного судна. Таким образом, катама-

ран проекта 23290 «Грифон», только на основании анализа проектных характеристик имеет эксплуатационные расходы большие, чем СПК проекта 342Э «Метеор», минимум, на одну пятую.

Кроме того, известно, что СПК проекта 342Э «Метеор» при ходе на крыльях с осадкой 1,2 м часто «срезает» закругленные участки судоходных трасс, сокращая себе путь, «пролетая» над мелями. Скорее всего, катамаран проекта 23290 «Грифон», имеющий осадку 1,5 м во всех эксплуатационных случаях такой возможности может оказаться лишен из-за явления «присасывания» к дну водоема при небольшом зазоре между ним и корпусом судна.

По опыту эксплуатации катамаранов из композитов на основе стекловолокна проекта РМ1800 «Меркурий» и «Нептун» ООО «Русские круизы», находив-



Скоростной катамаран проекта РМ1800 «Нептун» с поврежденным мостом на стенке в городе Сочи.



шихся в эксплуатации в Санкт-Петербурге, известно, что на скорости полного хода 25 узлов (46 км/час) они имели избыточное волнообразование. Скоростной катамаран проекта 23290 «Грифон» будет иметь похожее волнообразование из-за гидродинамического подobia.

Это волнообразование окажется препятствием для поддержания скорости полного хода на мелководных участках внутренних водных путей (перекатах), которых много на реках Сибири и Дальнего Востока. Необходимо отметить, что СПК преодолевают такие участки практически без снижения скорости, за счет принципиально другой гидродинамики.

СПК «Метеор» имеет мореходность при движении в расчетном режиме на крыльях при высоте волны 1,3 м на скорости 65–70 км/час. При высоте волны 2,0 м он движется в водоизмещающем положении на скорости 22 км/час. СПК «Комета» имеет повышенную мореходность — в водоизмещающем положении она может двигаться при высоте волны 3,0 м.

Скоростной катамаран проекта 23290 «Грифон» может двигаться при высоте волны, не превышающей 1,2 м. То есть, он может эксплуатироваться на внутренних водных путях разряда «Р», а в водоемах разряда «О» с существенными ограничениями по погоде.

Известно, что летом на Черном море повсеместно преобладает слабое волнение. Повторяемость волн высотой менее 1 м составляет 55–70%. Но при этом возможно появление волн высотой 2 и 3 м с вероятностью 1–3% и выше. К эксплуатации на таком волнении катамаран с ограничениями по волнению 1,2 м непригоден, что показала эксплуатация катамарана из композита проекта РМ1800 «Нептун» в Сочи.

Не до конца понятной остается и ремонтпригодность корпуса из композитов скоростного катамарана проекта 23290 «Грифон». О судах на подво-

дных крыльях известно, что после посадок на мель и других аварийных происшествий, (которые имеют место, практически, каждую навигацию и 2017 год не стал исключением), они благополучно возвращались в эксплуатацию с минимальным ремонтом.

В то же время, известно, что в Сочи на берегу у Морского вокзала уже второй год стоит катамаран из композитов проекта РМ1800 «Нептун» с поврежденным мостом, который до этого эксплуатировался в Санкт-Петербурге. При этом, катамаран «Нептун» имеет корпус, изготовленный на основе стекловолокна, (технологии ремонта которого изучены существенно лучше), а не углеродного волокна, как корпус катамарана проекта 23290 «Грифон».

Неизвестным остается эксплуатационное поведение корпуса на основе углеродного волокна в условиях регулярных швартовок бортом, характерного для эксплуатации скоростных судов. Например, при работе на Волге СПК проекта 342Э швартуются к причалам, практически, каждый час, ударяясь о причальные стенки и дебаркадеры привальным брусом. Как себя поведет в этих условиях корпус на основе углеродного волокна, про которое известно, что оно не переносит ударных нагрузок — большой вопрос? Неизученным остается и эксплуатационное поведение корпуса на основе углеродного волокна в условиях абразивного износа при движении на мелководье, характерного для эксплуатации скоростного судна на внутренних водных путях, в том числе, при подходах и отходах от причалов. Известно, что корпуса из композитов на основе стекловолокна к таким условиям относятся отрицательно, быстро теряя декоративный защитный слой.

Ответить на все эти вопросы, как и многие другие, поможет только опытная эксплуатация скоростного катамарана проекта 23290 «Грифон». **КМ**



BANG & BONSUMER

Поставщик сырья, оборудования и расходных материалов для производства композиционных материалов



Смолы и отвердители

- Полиэфирные смолы для RTM и инфузии
- Трудногорючие полиэфирные смолы
- Полиэфирные смолы общего назначения
- Винил эфирные смолы
- Эпоксидные смолы
- Перекиси
- Эпоксидные отвердители

Адгезивы

- Полиэфирные клеящие пасты
- Эпоксидные клеи
- MMA адгезивы

Гелькоуты и пигменты

- Полиэфирные гелькоуты для напыления и нанесения кистью
- Трудногорючие полиэфирные гелькоуты
- Эпоксидные гелькоуты для напыления и нанесения кистью
- Пигментные пасты

Разделительные составы

- Полупостоянные разделители
- Грунты для форм
- Грунты для мастер моделей
- Очистители для форм

Армирующие материалы

- Флоу маты для RTM и инфузии
- Стекло и углеродные мультиаксиальные ткани
- Стекло и углеродные ткани
- Рубленые стекломаты
- Ровинги для напыления, пултрузии и намотки

Оборудование

- RTM машины
- Оборудование для вакуумной инфузии
- Вакуумные насосы
- Комплектующие для RTM форм
- Пленки и расходные материалы для вакуумирования
- Ножницы и режущий инструмент

Материалы для сэндвич конструкций

- Наполнители для закрытого формования
- Наполнители для ручного формования
- Ровинговый наполнитель
- Пробковый наполнитель

Материалы для производства форм

- Полиэфирные смолы для форм
- Эпоксидные смолы для форм
- Эпоксидные пасты для форм
- Гелькоуты и скинкоуты для форм
- Модельные плиты
- RTM формы

ООО Банг и Бонсомер, Москва

Отдел композиционных материалов

Телефон: +7 (495) 258 40 40 доб. 116

Факс: +7 (495) 258 40 39

e-mail: rus-composites@bangbonsomer.com

ЧАО Банг и Бонсомер, Киев

Отдел композиционных материалов

Телефон: +380 44 461 92 64

Факс: +380 44 492 79 90

e-mail: composites@bangbonsomer.com

По материалам сайта
www.guitarkitsusa.com

«Композитный» звук

Стекловолокно. В 1961 году это был материал «космического века»: лёгкий и очень прочный, казалось он может использоваться практически для чего угодно.

Немного истории

В то время как американские подростки, которые любили гитары, болтались и слушали the Ventures, не имея возможности купить дорогие инструменты от Fender и Gibson, чей-то отец строил лодку из стеклопластика. Он выкладывал стеклоткань в форму и тщательно пропитывал её смолой, чтобы после отверждения получить корпус из материала, так непохожего по своим свойствам на привычное всем дерево. А в Чикаго люди из компании Valco собирались сделать то же самое, но только с гитарами.

Идея производить гитарные корпуса из стеклопластика принадлежала Valco, и это решение принесло миру одни из самых ярких и интересных американских электрогитар 60-х годов. Из-за особенностей производства смола для стекловолокна может быть окрашена перед нанесением, что устраняет необходимость раскрашивания и лакирования готового инструмента. Valco назвала свой материал Res-O-Glas, давший название инструментам, чьи корпуса были изготовлены из стеклопластика, и разработала целую серию фирменных цветов. Казалось, что корпус такой гитары был цельным, но на самом деле он был собран из двух частей. При этом гриф по — прежнему изготавливался из дерева.

Все модели Res-O-Glas были очень необычными в плане дизайна и свежих решений. Valco также перевыпустила в новом материале «дедушку всей кантри музыки» — резонаторную акустическую гитару модели Folk Star, которую в каталоге компании описывали как «самую мощную неэлектрическую гитару в мире». Конечно, маркетологи компании лукавили, стеклопластик был прост в изготовлении и дешёв, но не мог похвастаться звучанием, которым обладали деревянные акустические и электрогитары. Основная проблема заключалась в отсутствии сустейна (длительности звучания). Звук инструментов из Res-O-Glas очень быстро затухал. На данный момент неизвестно — были ли это ошибки инженерного характера, или недостаточная изученность самого материала и смол, но факт остаётся фактом — в 1967 году компания Valco прекратила своё существование, а все гитары из Res-O-Glas стали историей.

Правда некоторые музыканты и сейчас используют гитары из стеклопластика. «Я играю на по-настоящему старых гитарах, пластиковых», — говорит Джек Уайт, лидер группы White Stripes в докумен-



Гитара 1964 года
Valco Res-O-Glas
с корпусом
из стеклопластика

тальном фильме «It Might Get Loud», имея в виду свою красную гитару странной формы с названием Airline (бренд, который владел Valco), — «на таких инструментах тяжело играть, но если вы хотите, чтобы было легко — купите новенький Les Paul или Stratocaster (популярные модели электрогитар из классических материалов), а я люблю трудности».

Возможно, на этой ноте и кончилась бы история композитных музыкальных инструментов, но современные возможности производств, технологии и материалы, вдохнули вторую жизнь в изобретение «мечтателей» 60-х годов.

Палка о двух концах

Если отбросить акустическую составляющую композитных материалов, то по сравнению с деревом у них есть одно неоспоримое преимущество — невосприимчивость к перепадам температур и влажности. Корпуса акустических гитар чаще всего делают из ели или кедра. Эти материалы обладают ярким, звонким и чётким звуком. Но при этом они мягкие и зависят от окружающей среды. Даже при кратковременном пребывании в условиях повышенной влажности или от резких перепадов температур гитара будет терять свои первоначальные свойства, требовать постоянной подстройки или просто приходиться в негодность. Для студийных инструментов или тех, что никогда не покидают определённые климатические условия, это не критично, но как быть с дорожными и концертными гитарами? Чарльз Каман, основатель компании Ovation, был инженером и использовал композитные материалы для производства деталей вертолётов, а также был гитаристом-любителем. Именно он впервые изготовил



Переиздание
модели Folk Star
с корпусом
из Res-O-Glas



Акустическая гитара
из углеволокна
производства
Composite Acoustics

цельный корпус вместе с грифом для акустической гитары. Он применял метод вакуумной инфузии, а потом накрывал полый корпус крышкой из того же материала. Эту гитару можно было ронять, конечно, в разумных пределах, опускать в воду. Её звучание пусть и не было таким тёплым, как у дерева, но зато не менялось ни при каких условиях.

Ещё одна компания — Composite Acoustics — является детищем аэрокосмических инженеров и поклонников гитар с большим опытом работы с композитами. Благодаря внедрению современных технологий, таких как обработка с ЧПУ, дизайн САПР, лазерные режущие устройства и система окраски азотом, компания гарантирует инструменты, кото-



Процесс изготовления цельного
композитного корпуса гитары фирмы Blackbird

рые так же совершенны и выверены до миллиметра, как и красивые.

Компания Blackbird специализируется на дорожных гитарах и укулеле. К дорожным инструментам предъявляются повышенные требования к прочности, поэтому композитные материалы, в данном случае, лучшее решение.

Все эти гитары выглядят поистине фантастически. Но они и фантастически дороги. Самая бюджетная гитара Adamas или Ovation обойдётся в 150–200 тысяч ₽, при розничной цене недорогих акустических гитар из дерева — 8–15 тысяч ₽. Для обычного любителя — это очень дорого.

Немного другая ситуация с электрогитарами. Их корпуса в основном цельные (за исключением электроакустических инструментов) и, как следствие, производить электрогитару целиком из дорогого карбона очень накладно. Но производители всё же нашли способ применить композитные материалы. Немаловажной частью любой гитары является гриф. Именно от него зависит комфортность игры на инструменте. В случае с деревянным грифом влажность и перепады температур (это относится и к некоторым моделям акустических гитар) видоизменяют его форму, в которую при создании изначально заложен небольшой прогиб. Для исправления излишней кривизны или наоборот — увеличения прогиба, внутри грифа имеется специальный стержень — анкер. Затягивая или ослабляя гайку на его конце можно регулировать его кривизну. Этот процесс сложен и обычно доверяется профессиональным гитарным мастерам, так как неумелое вмешательство может испортить инструмент. Существуют, конечно, гитары (в основном бас-гитары) со сквозным креплением грифа, то есть не на болтах, как отдельная часть, а как часть корпуса, вклеенная прямо в него. Производители таких инструментов уверяют, что их грифы не меняют форму, но это не совсем так. Как уже упоминалось выше, температуры и влажность, сколы лака видоизменяют структуру дерева, и гриф может даже скручиваться вдоль своей оси, делая инструмент непригодным к использованию.

Компания Modulus Graphite производит карбоновые грифы для своих бас-гитар. Помимо эстетической составляющей, они несут важную функцию — неизменную геометрию грифа. Его никогда не придётся подстраивать, он всегда останется в том идеальном положении, которое было до мелочей рассчитано инженерами компании. Доказательством служит то обилие известных музыкантов (в том числе и из России), использующих продукцию данной компании. Но, как и с остальной продукцией из композитных материалов, цена не выдерживает никакой критики.

Компания Moses Carbon выпускает отдельно карбоновые грифы для популярных моделей электрогитар и бас-гитар, удешевляя тем самым конечную стоимость инструмента. Так как звук электрогитар в основном зависит от корпуса, а не грифа, то его замена на композитный не внесёт существенной разницы в привычный звук. Но при этом сделает игру



Шестиструнная бас-гитара Modulus Graphite с вклеенным грифом из углеродного волокна

намного комфортнее, так как не придётся подстраиваться под постоянные изменения прогиба.

Компания Rall Guitars & Tools пошла по ещё более простому пути, она предлагает производителям гитар встраивать в свои грифы углекомпонитный стержень, обещая неизменяемую геометрию грифа.

Ну и конечно многие производители применяют карбон для отделки своих инструментов. Фактура углекомпонита ещё долго будет выглядеть стильно и футуристично, превращая привычные формы классических инструментов в нечто из научной фантастики.

Стоит отметить, что не только производители гитар используют композитные материалы при производстве. Компания Mezzo-forte предлагает карбоновые скрипки и виолончели, обещая неизменяемую геометрию и звучание в любых погодных условиях. Компания Ricci Carbon Instruments производит карбоновые контрабасы. Компания Starlight Harps — арфы с корпусом из углеволокна, которые должны облегчить жизнь арфистам, чаще всего — женщинам, так как классические арфы из дерева — невероятно тяже-

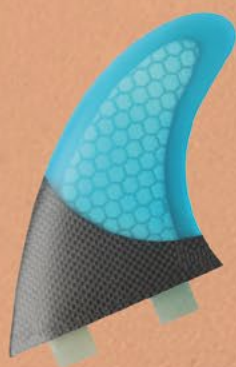
лы. Корпуса синтезаторов, других клавишных, кейсы и кофры, область применения композитных материалов в индустрии производства музыкальных инструментов и аксессуаров — достаточно обширна.

Закключение

Хотя большая часть музыкантов достаточно консервативные люди, и чаще всего выбор при покупке инструмента падает на модели из классических материалов. Очень ценятся инструменты 20–30 летней давности — считается, что звук таких гитар раскрылся в полной мере. Конечно, при условии соблюдения определённых правил хранения. Производители всё же не желают отставать от прогресса. Многие, помимо непосредственно самих композитных материалов, внедряют в технологический процесс современные технологии обработки, раскройки, прессования, формования, удешевляя и оптимизируя производство. Но почти все преимущества на данный момент разбиваются о высокую цену, а именно цена определяет выбор инструмента для 80% начинающих музыкантов. Из этого следует, что рынок композитных гитар и других струнных направлен, в первую очередь, на нишу «элитных» инструментов, позволить себе которые может относительно небольшой процент музыкантов. Будем надеяться, что в будущем эти технологии станут доступнее, и каждый желающий сможет на собственном опыте и слухе изучить преимущества современных композитных материалов перед традиционными. **КМ**



*Elantas - компания
сосредоточенная на производстве
высококачественной продукции и
предоставлении услуг
ориентированных на каждого из
своих клиентов. Основными
рынками конечного использования
материалов являются:
судостроение, автомобилестроение
и автотюнинг, спортивный
инвентарь, различного рода
промышленное оборудование.
Благодаря инновационным
решениям с каждым годом
компания Elantas приобретает все
больше и больше благодарных
клиентов.*



EC 254 LB / W 254 N
EC 254 LB / W 242 NF

EC 157.1 / W 152.1 HR
EC 157.1 / W 152.1 MLR
EC 157.1 / W 152 XLR

EC 130 LV / W 342





Эпоксидные

Смолы

Elantas

Компания INTREY является одним из основных поставщиков материалов Elantas на российском рынке. Мы гарантируем качество поставляемых материалов. В зависимости от индивидуальных требований мы поможем выбрать наиболее подходящий для Вас продукт. Так же мы обеспечиваем наших клиентов поддержкой со стороны наших технологов и представителей, непосредственно завода-производителя. Приобретая продукцию компании Elantas, вы получаете:

*Конкурентную стоимость;
Широкий спектр продуктов;
Прозрачные смолы для инфузии, литья и других методов формования;
Смолы холодного и горячего отверждения;
Обширный выбор систем катализа;
Удобство при переходе с других продуктов.*

*Контактное ламинирование
Вакуумная инфузия
RTM и RTM light
Пултрузия
Намотка
Литьё*

«ИНТРЕЙ Полимерные Системы»

Тел.: +7 (495) 380-23-00

Тел.: +7 (812) 319-73-84

С. М. Шебанов
А. М. Щетинин
И. К. Новиков

О применении распределения Вейбулла для исследования прочности арамидных, полиимидных и базальтовых волокон

Условные сокращения:

$f(x)$ — функция плотности распределения

$F(x)$ — функция распределения

L — зажимная длина при измерениях прочности
комплексной нити и единичных филаментов, мм

n — число параллельных измерений

σ — механическое напряжение, ГПа

СКО — среднее квадратичное отклонение

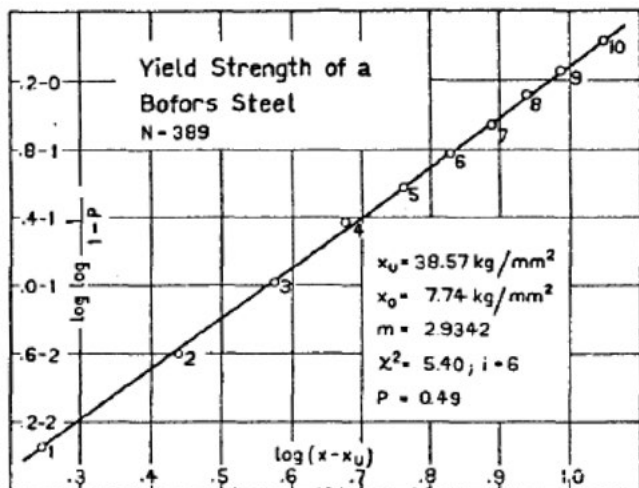


Рисунок 1. Распределение прочности образцов стали [1].

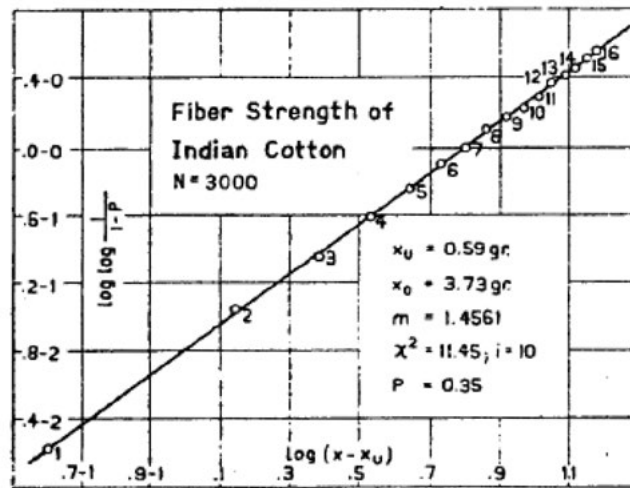


Рисунок 2. Распределение прочности волокон хлопка [1].

Распределение Вейбулла [1] широко используется в различных областях естествознания. Первоначально было предложено для обработки результатов исследования прочностных свойств стали Bofors [1].

В этой же работе приводится пример обработки экспериментальных данных по прочности хлопковых нитей.

В предлагаемой работе приводятся результаты обработки экспериментальных данных по определению предела прочности при растяжении единичных филаментов (моноволокон) арамидных и базальтовых волокон и комплексных нитей базальтовых и полиимидных волокон. Базальтовое волокно, исследованное в настоящей работе, было произведено в опытном производстве НПО «Стеклопластик» (Россия Московская область).

Теоретическая часть

Распределение Вейбулла [1] является трёхпараметрическим распределением:

$$F(x) = 1 - e^{-\left(\frac{x-x_0}{x_0}\right)^m} \quad (1)$$

$x_0 > 0$ — параметр масштаба, $m > 0$ — параметр формы, x_0 — параметр сдвига.

Если текущее значение переменной «х» меньше значения параметра сдвига x_0 , то $F(x) = 0$.

Дважды логарифмируя уравнение (1), получаем:

$$\ln(-\ln(1 - F(x))) = m \ln(x - x_0) - m \ln x_0 \quad (2)$$

Если допустить, что $x_0 = 0$, то распределение Вейбулла (1) становится двухпараметрическим, параметры которого m и x_0 находятся традиционным методом наименьших квадратов (МНК) с использованием уравнения (2). Определение числового значения x_0 требует использования специально разработанных алгоритмов и может приводить к неустойчивым процедурам поиска [4]. В научно-технической литературе в качестве характеристик материалов наиболее часто встречается двухпараметрический вариант распределения Вейбулла. Другим распространённым

методом поиска параметров m и x_0 является принцип максимума правдоподобия. Идея принципа максимума правдоподобия (ПМП) заключается в составлении функции правдоподобия и последующем подборе параметров, максимизирующих её значение. Собственно ПМП исходит из допущения, что наблюдаемому событию соответствует максимальная вероятность. Приведём пример использования ПМП для нахождения неизвестного параметра однопараметрического показательного распределения [2]. Пусть известен экспериментально определённый ряд значений $[x_1, x_2, \dots, x_n]$, для которого требуется подобрать неизвестный параметр α показательного распределения.

$$F(x) = 1 - e^{-\alpha x} \quad (3)$$

$$f(x) = \Lambda e^{-\alpha x} \quad (4)$$

Нетрудно заметить, что при $m = 1$ распределение Вейбулла переходит в показательное (экспоненциальное) распределение.

Окружим каждое экспериментальное значение x_i малой ε -окрестностью. Вероятность попадания в интервал $x_i \pm \varepsilon$ будет равна:

$$P_i(x_i - \varepsilon, x_i + \varepsilon) = f(x_i)2\varepsilon \quad (5)$$

Вероятность того, что измеряемая величина попадёт в исследованный интервал $[x_i, x_n]$ равна произведению всех вероятностей p_i :

$$\prod_{i=1}^n p_i = (2\varepsilon)^n \prod_{i=1}^n f(x_i) \quad (6)$$

Множитель $(2\varepsilon)^n$ на положение максимума не влияет, и его можно опустить. Функция правдоподобия будет тогда иметь вид:

$$L(\Lambda) = \prod_{i=1}^n (\Lambda e^{-\Lambda x_i}) = \Lambda^n e^{-\Lambda \sum_{i=1}^n x_i} \quad (7)$$

Функция $L(\Lambda)$ будет иметь максимум, если параметр Λ будет равен обратному среднему:

$$\Lambda = \frac{n}{\sum_{i=1}^n x_i} \quad (8)$$

Таким образом, по уравнению (8) для набора экспериментально определённых значений x_1, x_2, \dots, x_n можно рассчитать числовое значение параметра λ , максимизирующее функцию правдоподобия (7).

Принцип максимума правдоподобия реализован в стандартных подпрограммах большинства современных математических пакетов.

Расчётно-экспериментальная часть

При измерении прочности волокон в уравнение (1) может вводиться [5] зажимная длина L (база измерений):

$$F(\sigma) = 1 - e^{-L \left(\frac{\sigma - \sigma_u}{\sigma_0} \right)^m} \quad (9)$$

или

$$F(\sigma) = 1 - e^{-\left(\frac{L}{L_0} \right) \left(\frac{\sigma - \sigma_u}{\sigma_0} \right)^m} \quad (10)$$

где L_0 — стандартная длина, должна быть задана. При измерениях прочности нитей в стандартах, обычно, $L_0 = 500$ мм. Введение L и L_0 не усложняет математический аспект определения параметров распределения. Уравнение (2) приобретает в этом случае вид:

$$\ln(-\ln(1 - F(\sigma))) - \ln\left(\frac{L}{L_0}\right) = m \ln(\sigma - \sigma_u) - m \ln \sigma_0 \quad (11)$$

Значение параметра формы m при этом не изменяется, значение параметра масштаба σ_0 при этом изменится. В настоящей работе сравнивались между собой параметры распределения при одинаковой зажимной длине, поэтому для их определения использовалось уравнение (2). Результаты определения параметров для двухпараметрического распределения Вейбулла приводятся в таблице 1.

Выше отмечалось, что определение параметра x_u требует разработки специальных алгоритмов. В настоящей работе для этой цели разработан алгоритм, в котором используется комбинация МНК и оптимизации. Производился подбор параметра σ_u , минимизирующий сумму квадратов отклонений, рассчитанных и определённых из эксперимента значений

$F(\sigma_i)$. Задавалось произвольное значение σ_u , и затем определялись параметры m и σ_0 с использованием уравнения (2) методом наименьших квадратов. Методом сканирования по параметру σ_u осуществлялся поиск минимума функции:

$$SQ = \sum_{i=1}^n (F(\sigma_i) - F(m, x_0, x_u, \sigma_i))^2$$

Пример поиска минимума функции SQ для единичных филаментов и комплексной нити базальтового волокна приводится на графиках рисунка 3. Как видно из приведённых зависимостей, уверенно фиксируется положение единственного минимума.

Результаты обработки экспериментальных данных с использованием МНК приводятся в таблице 2.

Отметим два важных факта, которые следуют из результатов таблицы 2. Во-первых, параметр сдвига σ_u , который имеет, как отмечалось выше, чёткий физический смысл, зависит от зажимной длины и с её увеличением уменьшается. Во-вторых, этот параметр, равный механическому напряжению, начиная с которого, появляется вероятность разрушения филамента или нити для волокна производства ООО «Каменный век» [3], значительно меньше, чем у филаментов базальтового волокна производства НПО «Стеклопластик». Зажимная длина и число параллельных измерений в обоих случаях были одинаковыми, и отнести полученную разницу логично только к особенностям технологии изготовления волокна.

Сравнение результатов аппроксимации экспериментальных данных двух- и трёхпараметрическими распределениями Вейбулла приводится на графиках рисунка 4. Трёхпараметрическое распределение более точно аппроксимирует экспериментальные данные для краевых значений. Для проблем прочности композиционных материалов использование трёхпараметрического распределения означает более точное предсказание вероятности начала разрушения армирующего волокна и более точное предсказание вероятности его разрушения при предельных нагрузках. **КМ**

Таблица 1. Параметры двухпараметрического распределения Вейбулла для единичных филаментов и комплексных нитей арамидных, базальтового и полиимидного волокон.

Волокно	m	σ_0	СКО	Метод
Тварон ($L = 20$ мм)	20.015	4.000	0.0354	МНК
Тварон ($L = 20$ мм)	20.688	3.999	—	ПМП
Тапаран ($L = 20$ мм)	17.857	4.122	0.0429	МНК
Тапаран ($L = 20$ мм)	20.688	4.110	—	ПМП
Базальт ($L = 10$ мм)	7.446	3.031	0.0376	МНК
Базальт ($L = 10$ мм) данные [3]	3.796	3.6	—	МНК
Базальт ($L = 20$ мм)	6.207	2.712	0.0532	МНК
Базальт ($L = 20$ мм)	5.289	2.740	—	ПМП
Базальтовая нить	14.699	1.252	0.0304	МНК
Базальтовая нить	12.878	1.254	—	ПМП
Полиимидная нить	7.133	0.937	0.0752	МНК
Полиимидная нить	9.836	0.928	—	ПМП

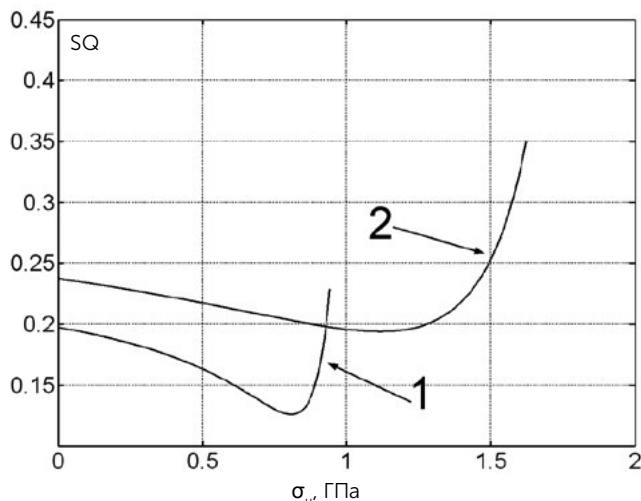


Рисунок 3. Значения функции SQ от заданного числового значения параметра σ_u . 1 — для комплексной нити базальтового волокна, 2 — для единичных филаментов базальтового волокна.

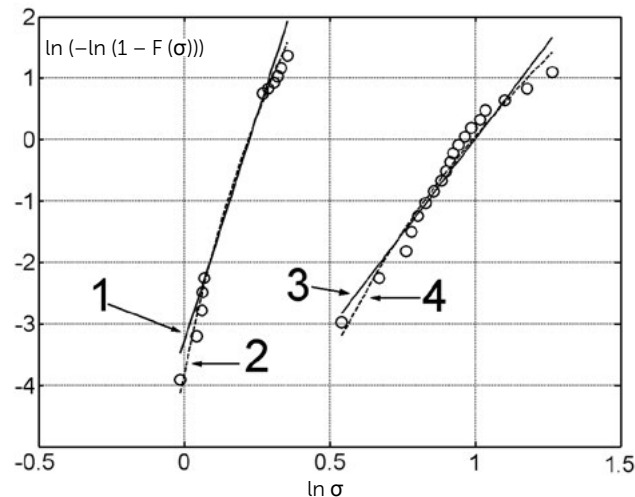


Рисунок 4. Распределение прочности комплексной нити 1 и 2 и единичных филаментов 3 и 4 базальтового волокна. 1 и 3 двухпараметрическое распределение Вейбулла. 2 и 4-трёхпараметрическое распределение Вейбулла. «О» — экспериментальные значения.

Таблица 2. Параметры трёхпараметрического распределения Вейбулла для единичных филаментов и комплексной нити базальтового волокна.

Волокно	m	σ_0	σ_u	СКО
Тварон (L = 10 мм)	14.800	3.005	0.99	0.0348
Базальт (L = 10 мм)	2.674	1.235	1.77	0.0269
Базальт (L = 10 мм) данные [3]	3.4121	3.3237	0.339	—
Базальт (L = 20 мм)	3.305	1.573	1.12	0.0460
Базальт нить	4.594	0.437	0.81	0.0267

Благодарности


Авторы благодарят за предоставление образцов базальтового волокна, внимание к работе и обсуждение результатов заместителя генерального директора НПО «Стеклопластик» Громкова Б. К.

Авторы благодарят Qiu Zhaoming, James Lee, David Lin, представителей фирмы Yantai Tayho Advanced Materials Co. на выставке «Интерполитех 2015» (Москва) за предоставленные образцы волокна Тапар для исследований.

Авторы благодарят управляющего директора ООО «Тейджин Рус» Фролова М. А. за предоставленный для исследований образец волокна «Тварон».

Список литературы

1. Weibull W. et al. A statistical representation of fatigue failures in solids. – ASME Journal of Applied Mechanics. – September 1951. – P 293-297
2. Иглин С. П. Математические расчёты на базе MATLAB. – СПб. – БХВ-Петербург. – 2005. – 640 с.
3. Militký J., Kovačič V., Bajžik V. Mechanical Properties of Basalt Filaments. – FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe January / December 2007, Vol. 15, No. 5–6 (64–65). – P 49–53.
4. Работнов Ю. Н. Механика деформируемого твёрдого тела. – М. – Наука. – 1988. – 712 С.
5. Sybrand van der Zwaag The Concept of Filament Strength and the Weibull Modulus // Journal of Testing and Evaluation. – Vol. 17. – No. 5, Sept. 1989. – P. 292–298.

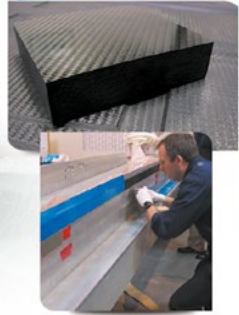


МИРОВОЙ, САМЫЙ КРУПНЫЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ
МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВАКУУМНЫХ ПРОЦЕССОВ • МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ КОМПОЗИТНОЙ ОСНАСТКИ • МАТЕРИАЛОВ ПО РАЗМЕРАМ ЗАКАЗЧИКА


Пленки с шириной до 16 м

- Нет необходимости в сварке/склейке
- Снижение себестоимости
- Доступна различная номенклатура пленок

Материалы для оснастки Toolmaster®





От традиционного метода




До метода по размерам заказчика



Вакуумные плёнки • Разделительные плёнки • Жертвенные ткани • Дренажные и впитывающие материалы • Герметизирующие жгуты • Липкие ленты • Материалы для оснастки • Материалы для вакуумной инфузии • Резина • Вакуумные штуцеры и шланги



www.airtechonline.com

AIRTECH
INTERNATIONAL INC.
Tel. +1 714 899 8100
www.airtechonline.com
airtech@airtechintl.com

AIRTECH
EUROPE Sarl
Tel. +352 58 22 82 1
www.airtech.lu
sales@airtech.lu

TYGAVAC
ADVANCED MATERIALS LTD
Tel. +44 161 947 1610
www.tygavac.co.uk
sales@tygavac.co.uk

AIRTECH
ASIA LTD
Tel. +86 22 8862 9800
www.airtech.asia
airtech.asia@airtechasia.com.cn

БОЛЬШЕ ЧЕМ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ, МЫ - ТЕХНИЧЕСКИЙ ПАРТНЕР!

Модельные плиты
 Разделители и порозаполнители
 Литьевые системы
 Модельные пасты

Углеродные ткани
 Конструкционный пенопласт
 Стеклянные ткани
 Вуали

Вакуумные пленки и ткани
 Смолы
 Гелькоуты
 Материалы для инфузии



HUNTSMAN

Enriching lives through innovation

KORSIL TRADE

- высокотемпературные (до 210 °C) гелькоуты
- эпоксидные смолы для производства препрегов
- высокотемпературные связующие (ламинирующие) составы
- инфузионные композиции
- модельные плиты эпоксидные, полиуретановые
- высококачественные специальные отвердители
- литьевые смолы для производства различных форм
- структурные клеи на различных основах
- материалы для вакуумных процессов
- синтактики различной плотности



Компания «КОРСИЛ ТРЕЙД» — эксклюзивный дистрибьютор
 HUNSTMAN Advanced Materials
 на территории Российской Федерации

www.korsil.ru; info@korsil.ru +7 (495) 961-34-38



КОМПОЗИТ-ЭКСПО

Одиннадцатая международная специализированная выставка

27 февраля - 1 марта, 2018

Россия, Москва,
ЦВК «Экспоцентр», павильон 1

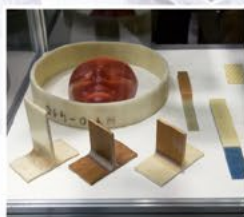


Основные разделы выставки:

- Сырье для производства композитных материалов, компоненты: Наполнители и модификаторы
- Стеклопластик (пластик, армированный стекловолокном), углепластик (пластик, армированный углеродным волокном), графитопластик, базальтопластик, базальтовые волокна, древесно-полимерный композит (ДПК), искусственный камень, искусственный мрамор, металлокомпозиты, нанокомпозиты, биокомпозиты и т.д.
- Полуфабрикаты (препреги)
- Инженерные пластики
- Промышленные (готовые) изделия из композитных материалов
- Оборудование и технологическая оснастка для производства композитных материалов
- Инструмент для обработки композитных материалов
- Измерительное и испытательное оборудование
- Компьютерное моделирование



Специальный раздел:
КЛЕИ И ГЕРМЕТИКИ



выставка
участник
системы



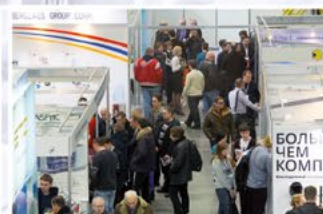
независимый
выставочный
аудит

Параллельно проводится выставка:



ПОЛИУРЕТАНЭКС

Десятая международная специализированная выставка
www.polyurethanex.ru



Информационная поддержка:



Дирекция:

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



youtube.com/user/compoexporussia



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

Организаторы:





ПЕТЕРБУРГСКАЯ
ТЕХНИЧЕСКАЯ
ЯРМАРКА



ufi
Approved
Event

20–22 марта 2018

Санкт-Петербург ЭКСПОФОРУМ

ТЕМАТИКА ВЫСТАВОЧНОЙ ЭКСПОЗИЦИИ:

- ⚙️ Обработка металлов (MP expo)
- ⚙️ Машиностроение
- ⚙️ Металлургия. Литейное дело
- ⚙️ Крепёж. Метизы. Инструмент
- ⚙️ Автоматизация промышленных предприятий

NEW! Пластмассы, каучуки, РТИ

NEW! Автокомплект. Автосервис

NEW! Подъемно-транспортное оборудование

NEW! Охрана труда и средства индивидуальной защиты

БИРЖА ДЕЛОВЫХ КОНТАКТОВ

Выставка «Высокие технологии.
Инновации. Инвестиции (Hi-Tech)»



ВАШ СТЕНД ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ЦЕНЕ – ptfair.ru

ОРГАНИЗАТОР:



СВЯЖИТЕСЬ С НАМИ:

+7 (812) 320 96 76, 320 80 94
ptcomp@restec.ru

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНФОПАРТНЕР:

**СТАНОЧНЫЙ
ПАРК**

ДУГАЛАК

ООО "Дугалак" - крупнейший производитель
ненасыщенных полиэфирных смол в РФ



10
ЛЕТ НА РОССИЙСКОМ
РЫНКЕ КОМПОЗИТОВ

НЕНАСЫЩЕННЫЕ ПОЛИЭФИРНЫЕ СМОЛЫ

ГЕЛЬКОУТЫ

ВИНИЛЭФИРНЫЕ СМОЛЫ

СЕРТИФИЦИРОВАННЫЕ ТРУДНОГОРЮЧИЕ СМОЛЫ

ООО "Дугалак"
150044, г. Ярославль,
ул. Полушкина Роща, 16
e-mail: dugalak@nordnet.ru

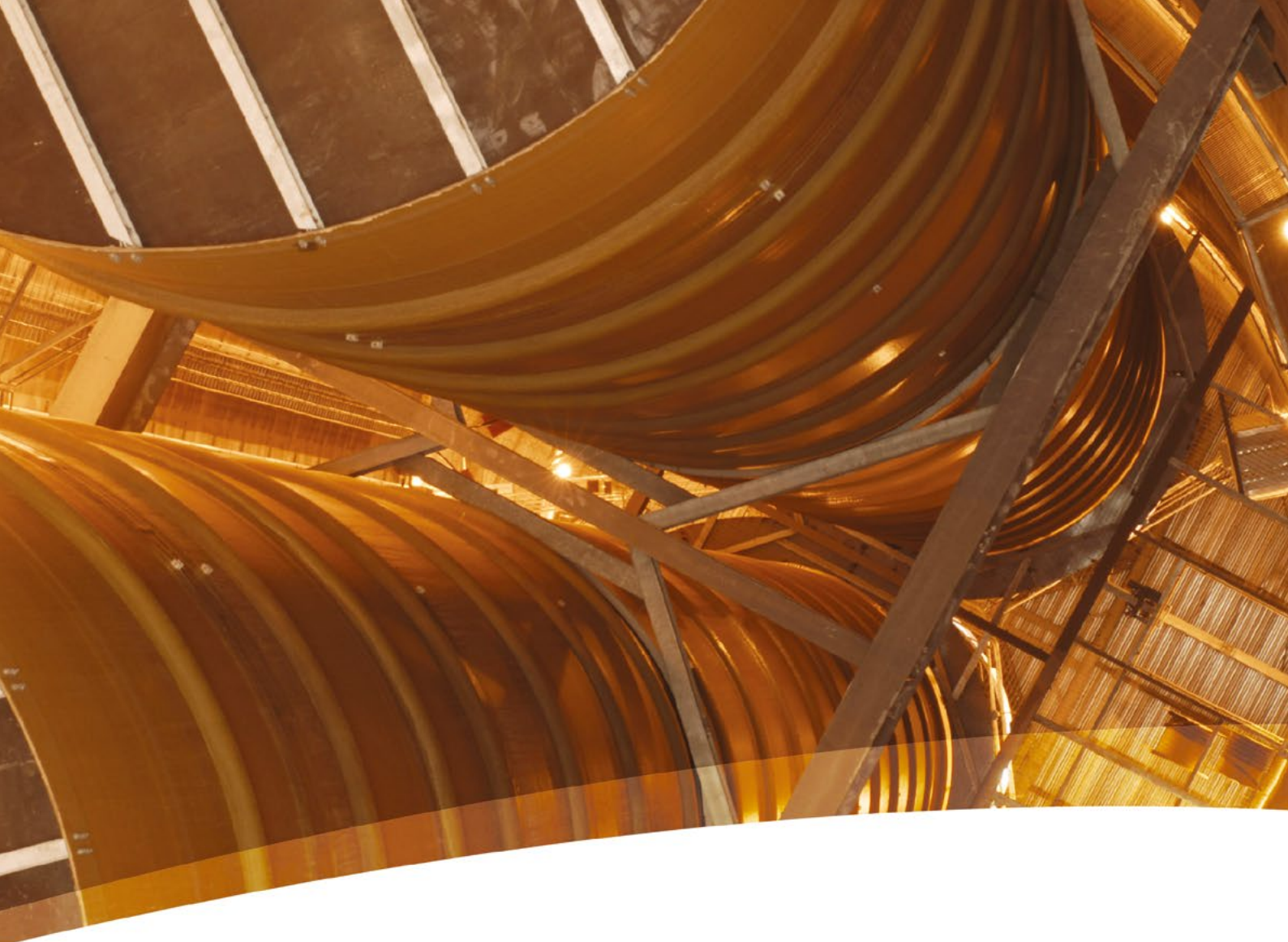
www.dugalak.ru

Отдел продаж:
Тел: (4852) 73-37-01, 73-37-64
Факс: 75-71-09

Техническая поддержка
Тел: (4852) 73-52-51, 98-33-24

Представительство Москва
Тел. (495) 988-27-01
www.dugalak-service.ru





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 гелекотов, 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 Кшиштофа Руткевича по телефону: +358 503 842 304 или эл. почте: krutkiewicz@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-RJ

