

КОМПОЗИТНЫЙ МИР

#5 (92)
2020

ТЕХНОЛОГИЯ
ДЕЙСТВИЯ



ПОЛИМЕРПРОМ

polymerprom-nn.ru

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТЕКЛОПЛАСТИКОВЫХ КОМПОЗИТНЫХ ИЗДЕЛИЙ



Ненасыщенные полиэфирные смолы

для различных производственных процессов:
намотка, ручное формование, напыление,
литьё, RTM, инфузия, пултрузия.

- Смолы ортофталевые, изофталевые, эпоксивинилэфирные
- Смола и гелькоут матричные
- Гелькоуты прозрачные и цветные по каталогу RAL
- Топкоуты прозрачные и цветные по каталогу RAL
- Пигментные пасты



Армирующие стекломатериалы

- Стекломаты эмульсионные и порошковые
- Ровинг ассемблированный для напыления
- Стеклоткани ровинговые



Дополнительные материалы

- Пероксидные инициаторы отверждения
- Полировальные пасты и разделительные воски OSCAR's (Германия)
- Гидроксиды алюминия - линейка наполнителей, разработанная для производства трудногорючих смол с незначительным повышением вязкости

Материалы для производства стеклопластиковой арматуры



Прямой ровинг ОС



Эпоксидная смола YD-128

Изометилтетрагидрофталевый ангидрид WNY 1008

Ускорители эпоксидных систем

РЕГИОНАЛЬНЫЕ СКЛАДЫ:

- | | |
|-------------------|------------------|
| • Москва | • Самара |
| • Санкт-Петербург | • Владимир |
| • Краснодар | • Ростов-на-Дону |
| • Екатеринбург | • Владивосток |
| • Новосибирск | • Казань |

nortex®

115093, г. Москва, ул. Большая
Серпуховская, д. 19/37, стр. 4

www.nortex-chem.ru

info@nortex-chem.ru

+7 (495) 225-44-40

+7 (495) 933-00-53



nortex-chem.ru



Дорогие друзья!

В этом году, на фоне повсеместной отмены и переноса на неопределённое время всех традиционно проводимых выставок и конференций, мы стали свидетелями и участниками целого ряда мероприятий композитной тематики, перешедших в онлайн формат.

Новый и непривычный опыт. Трансформация по принципу «не было бы счастья, да несчастье помогло».

Однако все, наверное, оценили основное удобство подобного формата. Не выходя из офиса, не тратя времени на дорогу, без отрыва от своей основной работы, мы смогли стать участниками конференций и семинаров, проходящих в разных городах!

Безусловно, потребуется время на адаптацию, конечно, скорее всего, не будет столь привычного живого общения в кулуарах, которое является неотъемлемой частью любого офлайн мероприятия.

Как бы то ни было, цель была достигнута — организаторы смогли донести актуальную информацию до заинтересованной аудитории.

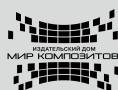
Журнал «Композитный мир», по сути, занимается этим с момента своего создания. Минимум шесть раз в год мы приходим к вам, чтобы рассказать о том, чем живёт композитная отрасль. А в следующем году хотим расширить присутствие нашего издания в интернет-пространстве и запустить новый интернет-ресурс, идею которого мы прорабатывали несколько лет, но именно 2020 год дал толчок к его реализации. И, конечно же, вы, наши читатели, узнаете о его запуске первыми! Но всему своё время, а пока читайте с пользой наш новый номер!

Здоровья вам и вашим близким!

С уважением, Ольга Гладунова



СКОРО...



Научно-популярный журнал
Композитный мир
#5 (92) 2020

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»
+7 (812) 318-74-01
www.kompomir.ru

Директор:

Сергей Гладунов
gladunov@kompomir.ru

Главный редактор:

Ольга Гладунова
o.gladunova@kompomir.ru

Вёрстка и дизайн:

Влад Филиппов

По вопросам подписки:

podpiska@kompomir.ru

По вопросам размещения рекламы:

o.gladunova@kompomir.ru

Advertising:

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

Номер подписан в печать 12.11.2020

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

Адрес редакции:

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

Научные консультанты:

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

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

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

* За содержание рекламных объявлений
редакция ответственности не несет.

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



www.instagram.com/kompomir



www.vk.com/club10345019



www.facebook.com/groups/1707063799531253



Новости

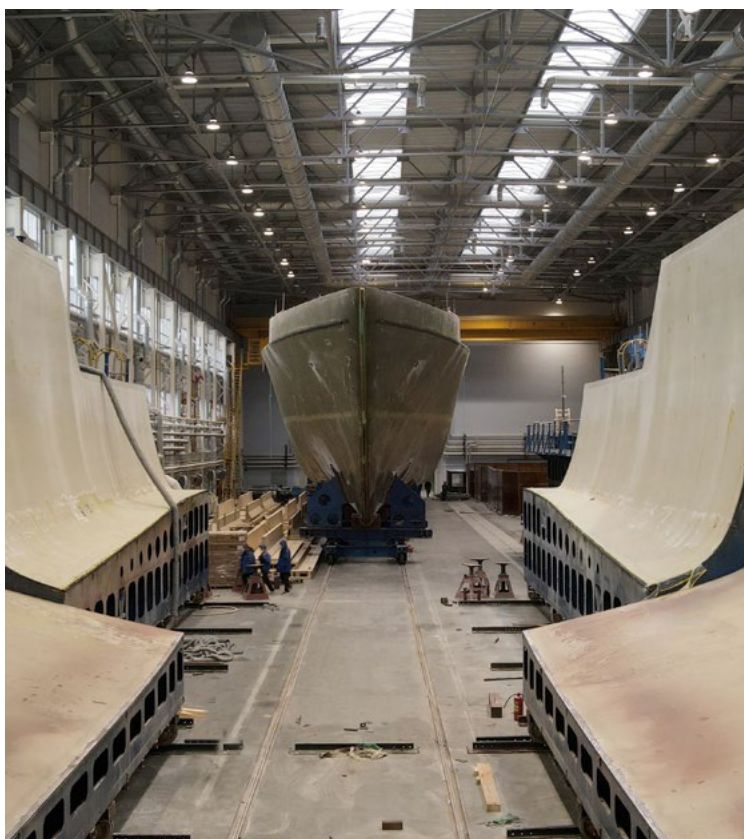
Российские новости.....6

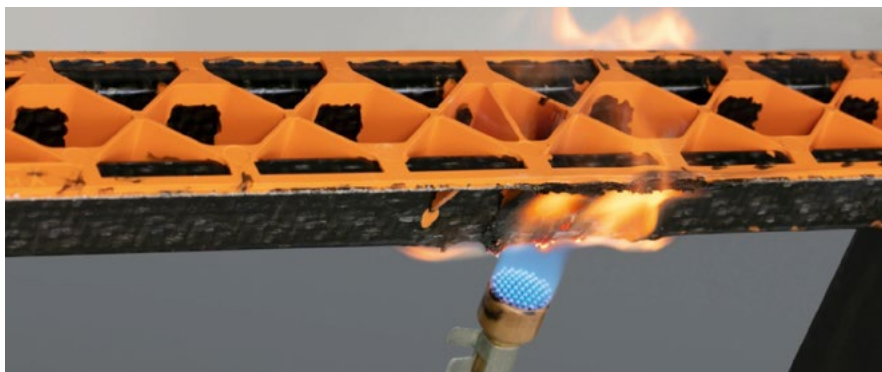
Мировые новости.....20

Отрасль

Производственная лаборатория —
залог успешного развития.....26

Нет ничего сильнее идей,
время которых пришло.....30





Материалы

Эффективный союз стеклопластика и корунда.....	34
Композиционные материалы «Тегнофор».....	38
Уретанакрилатные смолы Crestapol в производстве углекомполитов	40
Экономичные препреги для композиционных оснасток.....	42



Технологии

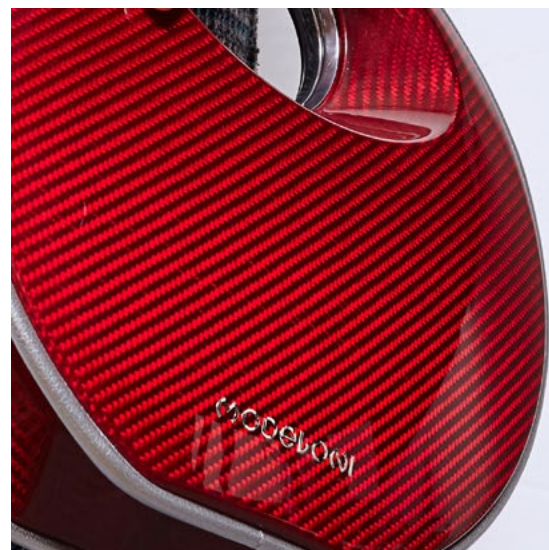
Технологический контроль процесса отверждения изделий из ПКМ методом акустической эмиссии (забытая проблема).....	44
--	----

Применение

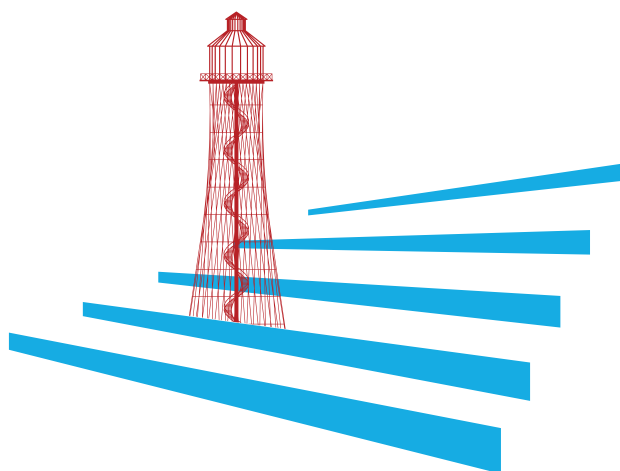
Уникальный материал — бумага.....	50
Некоммерческий проект МИЦ «Комполиты России» по созданию купола из композиционных материалов.....	56
Комполиты в моде!.....	60

Наука

Эволюция напряженно-деформированного состояния металлопластикового баллона при его изготовлении, испытании и эксплуатации.....	60
--	----



Совместные исследования БГТУ им. В.Г. Шухова и НИИ ЦПК им. Ю.А. Гагарина



В рамках заключенного договора о сотрудничестве в сфере научно-исследовательской и просветительской деятельности между Белгородским государственным технологическим университетом (БГТУ) имени В.Г. Шухова и НИИ ЦПК им. Ю.А. Гагарина успешно проводятся исследования в области разработки полимерных композиционных материалов для радиационной защиты космических аппаратов и космонавтов в условиях длительного орбитального полета.

Учёные БГТУ совместно с сотрудниками НИИ получили 3 патента на изобретения РФ:

- патент на изобретение № 2673336 «Полимерный композит для защиты от космической радиации и способ его получения» (заявители и патентообладатели — БГТУ им. В.Г. Шухова и НИИ ЦПК им. Ю.А. Гагарина: Павленко В.И., Лончаков Ю.В., Дерябин Ю.А., Черкашина Н.И., Ястребинский Р.Н., Дерябин А.Ю., Павленко А.В., Манаев В.А.);

- патент на изобретение № 2681517 «Полимерный композит для защиты от ионизирующего излучения на основе трековых мембран и способ его получения» (заявитель и патентообладатель — БГТУ им. В.Г. Шухова: Павленко В.И., Лончаков Ю.В., Курицын А.А., Колобов Ю.Р., Черкашина Н.И., Манаев В.А.);
- патент на изобретение № 2719682 «Многослойный полимер-углеродный композит для защиты от космического воздействия и способ его получения» (заявители и патентообладатели — БГТУ им. В.Г. Шухова и НИИ ЦПК им. Ю.А. Гагарина: Павленко В.И., Курицын А.А., Попова Е.В., Глаголев С.Н., Черкашина Н.И.).

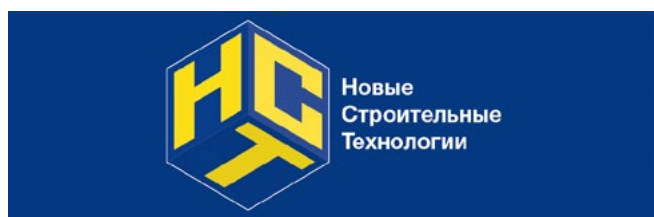
В конце 2020 будут поданы ещё две совместные заявки на изобретения: «Способ проведения космического эксперимента по оценке радиационно-защитных свойств материалов в условиях длительного орбитального полёта» и «Полимерный нанокompозит для защиты от космического воздействия и способ его получения».

Для справки:

ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина» создано для проведения работ по обеспечению пилотируемых космических программ, научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области изучения космического пространства и создания космической техники, подготовки космонавтов, обеспечения безопасного пребывания космонавтов на орбите, реабилитации космонавтов после выполнения космических полетов.

www.bstu.ru

Новая модификация оборудования для производства стеклопластиковых изделий методом напыления



НСТТМ — это 30-летний опыт создания технологического оборудования с гарантией высокой надежности.

В сентябре 2020 года ООО «НСТ» представили новую модификацию оборудования для производства стеклопластиковых изделий методом напыления.

Универсальная мобильная станция МК НСТ СП-03УМ предназначена для нанесения полиэфирных смол, в том числе с различными наполнителями.

Оборудование позволяет напылять компоненты в вертикальном и горизонтальном направлении для получения высококачественного покрытия.

Комплектуется двумя типами чоппер-пистолетов ПФП-03 внешнего и внутреннего смешения для работы с обычными и наполненными смолами.

Благодаря продуманной конструкции, возможно установить станцию в кузове автомобиля и использовать не только в стационарных условиях, но и на стройплощадке.

Оборудование служит для изготовления широкого спектра продукции, включая крупногабаритные изделия сложной формы. Среди наших клиентов: компания «AkuaBoat» (лодки и катера), Санкт-Петербургский Политехнический Университет (тестовые образцы для изучения свойств стеклопластиков), компания «Волна» (станции биологической очистки), компания «Трубосервис» (трубопроводные системы для наружных сетей водо- и газоснабжения).

Пресс-релиз компании
www.poliuretan.ru

В Костромском университете провели первую демонстрацию пуленепробиваемого 3-D полотна



В Костромском государственном университете (КГУ) команда студентов и магистрантов под руководством профессора Александра Гречухина завершила разработку пуленепробиваемого 3-D полотна из арамидных нитей.

По заявлениям создателей, созданная ими суперткань способна останавливать пули из боевого оружия различных калибров и теоретически может полностью заменить собой бронеплиты некоторых классов, весящие в несколько раз тяжелее. Как отмечается, разработка появилась не на пустом месте и явилась результатом длительной работы, а также многолетнего сотрудничества университета с производителями трикотажа из углеродных нитей.

Ткани можно вырабатывать различного профиля, и из различных волокон: не только арамидных, но и, например, углеродных.

Разработкой сотрудников КГУ уже заинтересовались производители армейского защитного снаряжения.

А также в ходе визита делегации Костромского государственного университета на АО «Каменскволокно» (г. Каменск-Шахтинский Ростовской области) с 6 по 8 октября 2020 года состоялось подписание соглашения о сотрудничестве. Сотрудничество предусматривает проведение совместных научных, опытно-конструкторских и прикладных исследований; реализацию проектов по созданию и внедрению технологий; взаимовыгодное использование материальной и лабораторной базы; взаимодействие в области магистерских программ и дополнительного профессионального образования.

gtrk-kostroma.ru, ksu.edu.ru
runews24.ru

ПОРТАЛ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ И ЗАКАЗЧИКОВ



ПРОИЗВОДСТВО
СТЕКЛОПЛАСТИКА



ПРОИЗВОДСТВО
ИСКУССТВЕННОГО КАМНЯ



ПРОЗРАЧНОЕ ЛИТЬЕ



ФОРМЫ И ИЗДЕЛИЯ ИЗ
СИЛИКОНА И ПУ

БЕСПЛАТНАЯ РЕКЛАМНАЯ ПЛАТФОРМА | ПОИСК ЗАКАЗОВ И ИСПОЛНИТЕЛЕЙ



ДОБАВИТЬ ЗАКАЗ



ДОБАВИТЬ ПРОИЗВОДСТВО



[IGC-MARKET.RU/PORTAL](https://igc-market.ru/portal)



Ми-171А3: новый покоритель шельфа



В следующем году начнутся летные испытания нового российского вертолета — офшорного Ми-171А3. Холдинг «Вертолеты России» уже приступил к производству опытного образца машины. Увидеть первый российский офшорный вертолет своими глазами можно будет на МАКС-2021. Машина станет одной из ключевых новинок Госкорпорации на авиасалоне.

Нефтегазовые компании по всему миру продолжают активную разведку и освоение новых шельфовых месторождений, двигаясь все дальше от берега. Порой нефтедобыча ведется на морских платформах в суровых климатических условиях. Здесь не обойтись без вертолетов, осуществляющих перевозку пассажиров и грузов на морские нефтяные платформы — так называемые офшорные операции. Вертолетам на шельфе довольно сложно найти альтернативу — самолеты-амфибии боятся больших волн, а корабли слишком медлительны. Кроме того, им не пройти в случае сложной ледовой обстановки.

Самые распространенные помощники в офшорных работах для отечественных нефтегазовых компаний — вертолеты семейства «Ми». Они летали на шельфы еще в советские времена, за эти годы «Ми» успели заслужить репутацию надежных машин, хорошо приспособленных к таким работам. К примеру, Ми-8Т способен брать на борт до 24 пассажиров и преодолевать 500 км. Однако у старых вертолетов расход топлива довольно большой, а пилотажно-навигационное оборудование устаревает.

Возможность применения на офшорных работах предусматривается для большинства новых моделей «Вертолетов России» — это и легкий «Ансат», и Ка-62, и более тяжелый Ми-38. Однако, чтобы выйти на мировой рынок офшорных вертолетов, необходимо в полной мере соответствовать международным стандартам IOGP. Разработка такого вертолета в России была начата в 2018 году, а уже в этом феврале «Вертолеты России» завершили проект — модификация называется Ми-171А3. Этот многоцелевой вертолет с максимальным взлетным весом 13 000 кг и дальностью полета до 1000 км полностью соответствует требованиям IOGP.

В производстве Ми-171А3 примут активное участие сразу несколько предприятий холдинга. На «Казанском вертолетном заводе» (КВЗ) изготовят грузовой пол вертолета, ААК «Прогресс» займется выпуском деталей из композитов, а финальная сборка будет налажена на «Улан-Удэнском авиационном заводе». Здесь уже приступили к производству первого опытного образца Ми-171А3.

Российский офшорный вертолет начнет летные испытания летом 2021 года. В том же году машина будет показана широкой публике на авиасалоне МАКС. По словам генерального директора холдинга «Вертолеты России» Андрея Богинского, первые серийные Ми-171А3 будут переданы заказчику в 2022 году.

rostec.ru

Полиэфирные смолы **Aropol, Polaris, Hetron**

Эпоксивинилэфирные смолы **Derakane, AME**

Гелькоуты **Maxguard, Enguard**

Сэндвич-материалы **Divinycell, Spheretex, Parabeam, Tubus Waben**

Системы отверждения **Nouryon**

Оборудование для стеклопластика **Graco**

Стекломатериалы

Вспомогательные материалы



ГРУППА КОМПАНИЙ
КОМПОЗИТ

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



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

www.composite.ru

На СНСЗ завершены работы по формированию корпусов научно-исследовательского судна «Пионер-М» и корабля противоминной обороны «Анатолий Шлемов»



Корабелы Средне-Невского судостроительного завода (СНСЗ входит в Объединённую судостроительную корпорацию) произвели заливку корпуса будущего научно-исследовательского судна «Пионер-М» проекта 25700. Углепластиковый корпус был сформован методом вакуумной инфузии.

После проведения оценки и контроля качества сформованной конструкции специалисты завода выполняют дополнительное усиление корпуса в области машинного и румпельного отделений. Параллельно с этим верфь изготавливает элементы внутреннего набора корпуса судна, работы по установке которого начнутся в ближайшее время.

Строительство судов аналогичного класса и назначения не велось ни на одной из отечественных верфей, что потребовало от проектанта и корабелов СНСЗ проведения большой работы по оптимизации проектных решений. 27 июля 2020 года генеральный директор «Объединённой судостроительной корпорации» Алексей Рахманов доложил президенту России Владимиру Путину о завершении работ по проектированию маломерного научно-исследовательского судна проекта 25700.

Согласно утверждённому графику вывод из цеха судна «Пионер-М» намечен на конец года. В 2021 году корабелы Средне-Невского судостроительного завода должны провести операцию по спуску заказа на воду.

«Пионер-М» — маломерное научно-исследовательское судно катамаранного типа с корпусом, выполненным из композитных материалов. Судно строится для выполнения широкого спектра комплексных научно-исследовательских работ в прибрежных районах Черного моря, в том числе океанографических, гидробиологических, гидрохимических, геоморфологических, гидроакустических и водолазных работ. С таким перечнем задач «Пионер-М» сможет справляться благодаря реализации на судне модульной системы научных лабораторий контейнерного типа, используемых поочередно. Проект предполагает

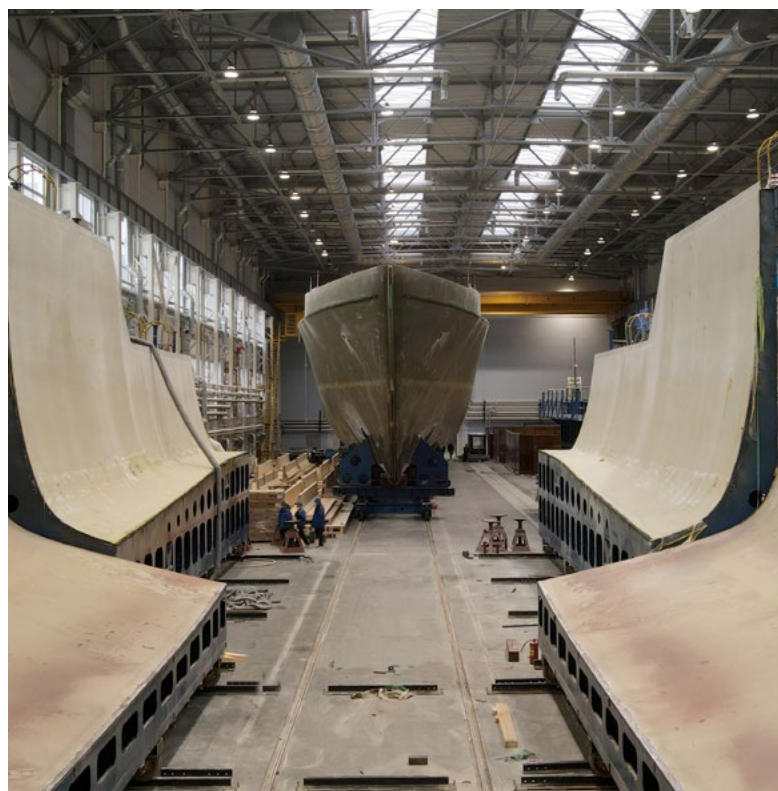
круглогодичную эксплуатацию судна в акваториях Черного и Азовского морей, с удалением от места убежища до 20 морских миль.

2 ноября 2020 года специалисты Средне-Невского судостроительного завода успешно завершили технологическую операцию извлечения из матрицы композитного корпуса корабля противоминной обороны (ПМО) «Анатолий Шлемов» проекта 12700.

К текущему моменту на заказе завершены основные корпусные работы: сформированы корабельные помещения, на корпус установлены палуба и фальшборты, собран первый ярус надстройки. Параллельно в цехе ведётся работа по сборке второго яруса надстройки, который будет установлен на корабль после его вывода из цеха. В ближайшее время кораблям СНСЗ предстоит осуществить операцию по перестановке корпуса заказа в достроечную часть цеха, после чего начнутся работы по монтажу основных систем, механизмов и оборудования заказа.

«Анатолий Шлемов» является седьмым кораблём в линейке проекта 12700 «Александрит», строящимся на Средне-Невском судостроительном заводе. Торжественная церемония закладки «Анатолия Шлемова» состоялась 12 июля 2019 года. Приказом Главкома ВМФ морскому тральщику присвоено действующее наименование «Анатолий Шлемов» в честь заслуженного кораблестроителя, вице-адмирала Анатолия Фёдоровича Шлемова. Спуск корабля на воду запланирован на первую половину 2021 года.

snsz.ru



Сибирские ученые создали полиэтиленовый «бронезилет» для радиолокационного оборудования



Полиэтилен сверхвысокой молекулярной массы широко и эффективно используется в различных технических приложениях и, в особенности, в медицине. По сути это обычный полиэтилен, отличие состоит лишь в том, что длина его атомной цепочки в десятки раз больше, чем у остальных полимеров, что дает ему ряд преимуществ. Такие материалы могут выдерживать экстремально низкие температуры, повышенную влажность, воздействие агрессивных кислотных сред и деформационные нагрузки. Для них характерна прочность, износостойкость и способность переносить высокие ударные нагрузки. Несмотря на эти качества, для использования в радиолокации такому полимеру не хватает достаточной диэлектрической проницаемости.

Ученые Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр СО РАН» совместно с коллегами из новосибирского Института катализа Г.К. Борескова СО РАН синтезировали композит на основе полиэтилена, модифицированный многослойными углеродными нанотрубками. Полученный материал обладает повышенной диэлектрической проницаемостью и низкими диэлектрическими потерями. При этом его износостойкость увеличилась практически на 40% по сравнению с первичным материалом.

В начале работы авторы исследования поставили цель — повысить диэлектрическую проницаемость полиэтилена, чтобы его можно было применять в качестве покрытия, которое радиопрозрачно в заданном частотном диапазоне. Для этого они ре-

шили модифицировать материал нанотрубками. Для получения требуемого эффекта наночастицы нужно было распределить в материале так, чтобы они были рассредоточены равномерно и не соприкасались друг с другом. В противном случае свойства полиэтилена будут ухудшаться.

Для равномерного распределения нанотрубок в материале ученые смешивали компоненты с растворителем, а полученный раствор облучали ультразвуком. После перемешивания, ученые убрали растворитель и спрессовали материал. Именно такой метод синтеза позволил расположить наночастицы равномерно и улучшить диэлектрические свойства композита. Помимо этого новый полимер приобрел еще один бонус — износостойкость увеличилась почти на 40%. И, как обнаружили ученые, это не было связано с добавлением наночастиц.

Такое изменение свойств композита вызвало ультразвуковое излучение, которое использовали во время синтеза материала для внедрения в него нанотрубок. Для пробы ученые создали полимер в тех же условиях, но уже без наночастиц. Выяснилось, что именно ультразвуковое воздействие изменяет структуру полимера и определяет формирование его структуры, которая оказывается более износостойкой.

«В качестве основы был выбран полиэтилен сверхвысокой молекулярной массы. Он обладает повышенной по сравнению с обычным полиэтиленом прочностью и высокой износостойкостью, больше, чем фторопласт или тефлон, которые являются одними из самых износостойких полимеров. Так как он обладает такими потрясающими свойствами, было интересно модернизировать материал для радиоэлектроники при помощи нанотрубок. Ожидалось, что мы увеличим диэлектрическую проницаемость и не допустим высоких диэлектрических потерь. Соответственно, материал будет еще и накапливать электрическую энергию. Но самое главное, что он будет пропускать электромагнитные волны необходимой частоты, а другие наоборот гасить. Это очень важно для радиолокационного оборудования», — рассказал о результатах соавтор исследования Илья Маркевич, инженер Института химии и химической технологии КНЦ СО РАН.

Сверхвысокомолекулярный полиэтилен находит свое применение во многих областях. Из него изготавливают покрытия для лыж, сноубордов, катков, бронезилеты и каски, имплантаты для коленных и тазобедренных суставов, и даже такие простые предметы быта как разделочные доски. Благодаря новой разработке сибирских ученых к этому списку добавилось использование сверхвысокомолекулярного полиэтилена в качестве покрытия для радиолокационного оборудования, которое сможет защищать его от ударов, выстрелов огнестрельного оружия и просто внешних климатических воздействий.

СПРЕЙ С АНТИСЕПТИЧЕСКИМИ И АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ

ТВОЯ НАСТОЯЩАЯ ЗАЩИТА

УБИВАЕТ 99%
БАКТЕРИЙ

ШИРОКАЯ ЗОНА
ОХВАТА ДЕЙСТВИЯ

ПОРТАТИВНЫЙ
УДОБЕН В
ОБРАЩЕНИИ

RAMSOL SANITISER

БЫСТРО И ЭФФЕКТИВНО
СПРАВЛЯЕТСЯ С ОБШИРНЫМ
СПИСОМ БАКТЕРИЙ, ВИРУСОВ,
ГРИБКОВ И ПЛЕСЕНИ

РАЗРАБОТАН СПЕЦИАЛЬНО ДЛЯ
ОЧИСТКИ ТВЕРДЫХ И МЯГКИХ
ПОВЕРХНОСТЕЙ. ЭФФЕКТИВЕН ДЛЯ
РАСПЫЛЕНИЯ В
ТРУДНОДОСТУПНЫХ МЕСТАХ

ПОЛНОСТЬЮ БЕЗОПАСЕН
ОТСУТСТВИЕ В СОСТАВЕ
СПИРТОВЫХ ВЕЩЕСТВ
ГАРАНТИРУЕТ ОТСУТСТВИЕ
РАЗДРАЖЕНИЯ И СУХОСТИ РУК

WWW.INTREY.COM

#INTREY



БАЛЛОН - 22 Л
СПРЕЙ - 500МЛ

НЕ ОКРАШИВАЕТ ПОВЕРХНОСТИ

НЕ ВЫЗЫВАЕТ КОРРОЗИЮ
ПОВЕРХНОСТЕЙ



Ученый ЮУрГУ разрабатывает особо прочный псевдопластичный композит



Профессор из Южно-Уральского государственного университета Сергей Сапожников, используя собственную формулу, создал псевдопластичный гибридный материал из двух изначально хрупких углепластиков. Статья о разработке нового псевдопластичного углепластика опубликована в одном из самых престижных журналов первого квартиля «Composites Part B: Engineering».

Композитные материалы из углепластика применяются не один десяток лет. Особенно популярно их использование в авиации и космонавтике. В этих сферах ценятся материалы, которые мало весят, но при этом обладают высокой прочностью. Однако у композитных материалов есть слабое место — это хрупкость. Если на конструкцию из такого материала воздействует сила немного большая, чем допускается по расчёту, то объект внезапно разрушается. Поэтому ученые, которые исследуют композиты, сейчас предлагают все новые варианты не хрупких, а псевдопластичных материалов. Для их создания объединяют разные композиты: углепластик со стеклопластиком, углепластик с органопластиком и другие.

Профессор Политехнического института Южно-Уральского государственного университета Сергей Сапожников вместе с профессорами Йентлом Сволфсом и Степаном Ломовым из Католического университета города Лёвена (Бельгия) предложил создать новый материал на основе двух хрупких углепластиков — сверхвысокопрочного и сверхвысокомодульного.

Совместную работу удалось осуществить благодаря гранту Российского научного фонда (РНФ), поддержке администрации Католического университета Лёвена (КУЛ) и японской фирме «TORAY» — поставщику материалов и спонсору кафедры композитных материалов в КУЛ. Сергей Сапожников отправился в европейский вуз, чтобы на его уникальном технологическом, испытательном и аналитическом оборудовании провести своё исследование. Пропорции, в которых необходимо

соединить углепластики для дальнейшей работы с ними, ученый из ЮУрГУ рассчитал заранее.

В научной литературе ранее считалось, что свойства псевдопластичности проявляют только тонкослойные гибридные композиты. Команда ученых впервые показала, что эффект псевдопластичности можно получить и на композитах со стандартной толщиной слоев. Важно лишь иметь на границе двух слоев высокую сдвиговую трещиностойкость. Это свойство коллектив описал в первой совместной статье.

«Из двух материалов, использованных мной, никогда не создавались гибридные композиты с таким соотношением, которое я рассчитал, и с уникальным свойством, называемым псевдопластичностью. Материалы с этим свойством поначалу упруго деформируются, затем накапливают микрповреждения и только потом разрушаются. Псевдопластичность необходима, чтобы конструкционные материалы не чувствовали присутствие концентраторов напряжений типа отверстий, дефектов или трещин, и конструкция из них была более надёжной. Жёсткость и прочность у таких гибридных композитов выше, чем у стали. С помощью моей программы мы создали такие материалы и экспериментально доказали, что гибриды эффективны и их можно применять», — рассказал Сергей Сапожников.

Связь с Лёвеном не прерывается: команда намерена проверить, как поведет себя новый материал при многократных нагрузках. Тема получит развитие в исследовании усталостной прочности таких полимеров.

Также, по мнению Сергея Сапожникова, полученные международной командой данные уже можно использовать на практике. Поскольку работа шла на материалах, которые широко применяются во многих сферах, использовать уникальные композиты из гибридного углепластика смогут во всем мире.

«Мы надеемся заложить свойства псевдопластичности в объекты из композитных материалов, которые создаются в ЮУрГУ. Это нужно, чтобы повысить надёжность и предотвратить внезапное разрушение конструкций. Ведь псевдопластичные композиты за счет накопления разрывов волокон более жёсткого и хрупкого компонента предупреждают, что приближается полное разрушение материала. Сенсоры, которые будут устанавливать на конструкции, смогут эти сигналы зафиксировать, и ситуацию с такой „умной конструкцией“ можно будет взять под контроль», — сообщил Сергей Сапожников.

Исследования в области материаловедения являются одними из трех стратегических направлений развития научной и образовательной деятельности Южно-Уральского государственного университета наряду с цифровой индустрией и экологией.

ЮУрГУ — участник Проекта 5-100, призванного повысить конкурентоспособность российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров.

Композиционные материалы и оборудование для производства композиционных изделий

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

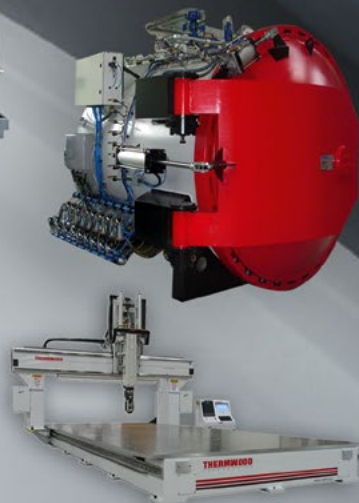
Mahr



Лабораторные сушильные шкафы и промышленные печи France Etuves (Франция)



Автоклавы для композитов и вулканизации резины OLMAR (Испания)



Оборудование для механической обработки пластиков Thermwood (США)



Гидравлические прессы для композитов Langzauner (Австрия)



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

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

carbonStudio
ВАШ ПАРТНЕР В ИННОВАЦИЯХ!

carbonStudio

По версии журнала Композитный мир

www.carbonstudio.ru

Лучший интернет-магазин

полимерных композиционных материалов

Оборудование для полимеризации
КОМПОЗИТОВ

www.apgroup-tech.ru

Узнавайте о наших акциях первыми

vk.com/carbonstudio.original

www.instagram.ru/carbonstudio.ru

Техническая информация на

www.tech.carbonstudio.ru



Ученые Пермского Политеха нашли новый способ обработки полимерных композитов для современного авиастроения

Исследователи из Пермского национального исследовательского политехнического университета предложили технологию, которая позволит избежать отказов деталей самолета. Новый способ обработки полимерных композиционных материалов предотвратит их неисправности и сократит затраты на производство авиатехники. Ученые уже получили патент на изобретение.

«Производство перспективных изделий не может развиваться в полной мере из-за сложности обработки композитов. Использование режущих инструментов неэффективно из-за структуры и свойств материала. Изделия «сплетены» из «нитей», поэтому лезвие или лазерный луч не могут преодолеть большую глубину деталей. В результате возникают дефекты: отслоение или расслоение волокна, шероховатости, сколы, вырывы, трещины. Это снижает качество конструкций и приводит к отказу деталей самолета», — рассказывает доцент кафедры «Инновационные технологии машиностроения» Пермского Политеха, кандидат технических наук Тимур Абляз.

По словам исследователя, из-за расслоения материала детали в авиапромышленности отказывают в 60 % случаев. Кроме того, дорогостоящие инструменты для обработки быстро изнашиваются. Поэтому ученые Пермского Политеха впервые предложили

использовать для композитов электроэрозионную обработку.

«В этом случае изделия обрабатывают импульсами тока, поэтому их поверхность не вступает в контакт с лезвием. Мы «покрываем» поверхность материала токопроводящими слоями. В мировой практике полимерные композиты с помощью этой технологии пока не обрабатывают», — объясняет ученый.

Сейчас исследователи выявляют наиболее эффективные режимы и условия обработки полимерных материалов. Затем они запустят промышленные испытания на реальных изделиях.

Эффективная технология позволит повысить точность изготовления изделий «нового поколения» и снизить затраты на их производство. Расход инструментов тоже уменьшится, считают разработчики. Кроме того, инновация поможет расширить перечень новых деталей для самолетов и вертолетов.

Технология пермских исследователей уже заинтересовала предприятия Объединенной двигателестроительной корпорации (ОДК). Ученые также начали проводить совместные разработки с Всероссийским научно-исследовательским институтом авиационных материалов и с научными организациями Индии.

pstu.ru



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

- ✔ Применения: от авиастроения до декоративного назначения, включая производство оснасток
- ✔ Технологии: автоклав, пресс и вакуумное формование
- ✔ Получение идеальной видовой поверхности вакуумным формованием в термокафу
- ✔ Широкий выбор армирующих наполнителей (равнопрочные, однонаправленные, мультиаксиальные и нетканые) на любом типе волокна и любой плотности
- ✔ Поставка эпоксидных пленочных связующих в рулонах различной ширины
- ✔ Предоставление данных по физико-механическим характеристикам для расчетов

- ✔ Проведение ежеквартальных встреч с представителями C-M-P для консультации и решения сложных технических задач
- ✔ Техподдержка по подбору препрегов и других расходных материалов
- ✔ Проведение обучения по работе с препрегами
- ✔ Наличие склада в Москве - постоянный запас основных видов препрегов, а также возможность заказа нестандартных препрегов в малых количествах
- ✔ Минимальный срок поставки
- ✔ Индивидуальный подход к каждому клиенту

**Подробнее на сайте
www.prepreg.ru**



1-ая международная онлайн-конференции «Композитные материалы и конструкции»



10 ноября Московский авиационный институт собрал учёных, представителей промышленности и зарубежных экспертов в области разработки, сертификации и производства композитов на 1-й Международной онлайн-конференции «Композитные материалы и конструкции». Это открыло цикл мероприятий в рамках 19-й Международной конференции «Авиация и космонавтика».

МАИ сегодня принимает активное участие в различных комплексных программах по разработке и применению конструкций из композиционных материалов, а также реализует программы высшего и дополнительного профессионального образования в этой области. В вузе работает лаборатория композиционных материалов и создаётся центр компетенций в области комплексного проектирования и сертификации композиционных конструкций.

Конференция «Композитные материалы и конструкции» включила в себя пленарное и три секционных заседания по темам: «Полимерные композиционные материалы (ПКМ) для авиастроения, строительства и энергетики, методы исследования и испытаний ПКМ», «Методы проектирования, расчёта и оптимизации конструкций из ПКМ», «Перспективные технологии переработки ПКМ для изготовления конструкций на их основе». Мероприятие проходило на русском и английском языках.

На пленарном заседании с докладами выступили ректор Московского авиационного института Михаил Погосян, профессор Цюй Шаосин (Qu Shaoxing) из Чжэцзянского университета (Китай), руководитель проектов Umatex Антон Шумаков, главный специалист конструкторского департамента АО «АэроКомпозит» Виктор Виленц.

В рамках работы секций прозвучали доклады специалистов ведущих отраслевых компаний, таких как АО «ОДК-Авиадвигатель», Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н. Е. Жуковского, Центральный научно-исследовательский институт специального машиностроения, Siemens Digital Industries Software и др. Вузовское сообщество представляли спикеры из крупнейших российских и зарубежных университетов, включая Шанхайский транспортный университет Цзяо Тун, Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Самарский университет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет. Всего на конференции выступили более 60 докладчиков, а общее количество участников превысило 100 человек.

Конференция «Композитные материалы и конструкции» была проведена в первый раз, но сразу взяла высокую планку по уровню приглашённых экспертов и обсуждаемых тем. Это даёт все основания полагать, что конференция станет ежегодным значимым научным событием в области материаловедения, проектирования конструкций, расчёта прочности и технологической подготовки производства, которое будет способствовать созданию единой среды представителей научного сообщества, университетов, отраслевых предприятий и определению новых направлений работ, соответствующих вызовам современности. Таким образом, Московский авиационный институт станет площадкой для формирования и обсуждения комплексной повестки в области композитных материалов.

Пресс-релиз МАИ

Продукция НЦК использована при производстве новых поездов метро «Москва 2020»



Изделия производства «Нанотехнологического центра композитов» (НЦК) (инвестиционной сети Фонда инфраструктурных и образовательных программ Группы РОСНАНО) широко применены в поездах новейшей серии «Москва 2020», которые вышли на Кольцевую линию Московского метрополитена. Всего в составе используется более 900 деталей, сделанных НЦК.

Компания является производителем и поставщиком деталей интерьера и экстерьера для вагонов серии 81-775/776/777. Изделия изготавливаются из сертифицированного труднотгорючего композиционного материала. В рамках интерьерной части НЦК поставляет наддверные и надоконные кожухи, боковые панели, шкафы, дверные стойки, отделку межвагонных переходов, облицовку кабины и панель для пульта машиниста. Для экстерьера производятся передние части (маски) головных вагонов состава и боковые наружные кожухи, расположенные вдоль всего поезда.

В ближайшие годы Московский метрополитен закупит свыше 170 поездов нового поколения «Москва-2020», сообщил на презентации состава мэр Москвы Сергей Собянин. На Кольцевой линии подвижной состав будет полностью обновлен в 2021 году, а в 2023 году они выйдут на Калужско-Рижскую линию.

Выполнение столь масштабного заказа стало возможным благодаря значительному расширению и модернизации мощностей НЦК, созданию новых рабочих мест и использованию автоматизированных технологий производства.

Главные отличия поезда «Москва 2020» от составов предыдущих серий — это кардинально переработанный, современный внешний вид, более удобные широкие сквозные проходы внутри вагонов и высокотехнологичная начинка: увеличенное количество

новых информационных дисплеев, тач-экраны для построения маршрутов, новейшие системы безопасности, светодиодная подсветка салона над окнами и под сидениями, окрашенная в цвет линии, по которой следует поезд.

Для НЦК это не первый опыт производства изделий для городского транспорта. С 2014 по 2017 годы компания поставляла цельнокомпозитные стеклопластиковые кузова для автобусов, эксплуатирующихся в Венгрии. За эту разработку НЦК был удостоен престижной международной премии за инновации в городском транспорте — JEC Innovation Awards 2016 (Париж, Франция).

www.nccrussia.com
www.rusnano.com



Ученые БашГУ представили свою разработку нефтяникам Татарстана

На заседании совета директоров «Татнефтехиминвест-холдинга», прошедшем 28 октября с участием президента Татарстана Рустама Минниханова, выступила заведующий кафедрой технической химии и материаловедения Башкирского Государственного Университета Альфия Мухамедзянова. Альфия Ахметовна предложила создать в Татарстане производство нефтяных пеков и коксов, которые будут использоваться в качестве прекурсоров для производства углеродных конструкционных материалов, в том числе композитных (УКМ). УКМ сейчас широко используются в аэрокосмической технике, энергетике, строительстве, автомобиле- и приборостроительстве и все чаще замещают собой традиционные металлы и сплавы.

«Коксы и пеки смешивают, потом повторно измельчают, прессуют, обжигают и получают УКМ для ракетной техники, военного вооружения», — описала Альфия Мухамедзянова традиционную технологию. «Пеки, — пояснила ученый, — это остаток, образующийся при термической переработке твердого топлива (угля, торфа, сланца) или термолизе нефтяного сырья, иначе говоря, «полукокс».

В России для производства УКМ используют импортные коксы и пеки каменноугольного и сланцевого происхождения, но такая зависимость ни к чему хорошему не приведет. В Башгосуниверситете в свете импортозамещения предложили перейти на коксы и пеки, получаемые в результате переработки нефтяного остаточного сырья. Однако тот кокс,

который вырабатывается на нефтеперерабатывающих предприятиях Татарстана, не годится для производства углеродных материалов. Кокс и пеки для УКМ планируется получать из так называемой тяжелой смолы пиролиза, содержащей мало серы и металлов.

Получаемый из нефти углеродный материал отличается повышенной прочностью, теплостойкостью и прочими полезными характеристиками. В России производства «нефтяных» пеков нет, но в Башкортостане работает опытная промышленная установка.

«Если получится, то авиация, мостостроение и ракетостроение получат новый продукт», — поддержал начинание генеральный директор ОАО «Татнефтехиминвест-холдинг» Рафинат Яруллин. Он отметил, что глава «Татнефти» Наиль Маганов в курсе вопроса и «сейчас смотрит, как это сделать». Представитель ТАНЕКО с места пояснил, что сегодня на площадке завода образуется 120 тысяч тонн тяжелой смолы пиролиза, она сейчас полностью уходит на производство шин, однако варианты сотрудничества с Башкортостаном обсуждаются.

Проектом заинтересовался фонд перспективных исследований, чей представитель также оказался в зале заседания. Эксперт рассказал, что тема фонда «очень интересует». «Данная тема — стратегическая для страны», — заверил он.

www.bashedu.ru



CARBO CARBO
КОМПОЗИТНЫЙ СУПЕРМАРКЕТ



Пока растут цены

**мы дарим
скидку 5%
при заказе онлайн**



Реклама. Не является публичной офертой. Срок проведения акции может быть изменен.

С действующими скидками и товарами не суммируется.

Более подробно на нашем сайте carbocarbo.ru или по телефону +7(499) 281-66-33.

Скидка высчитывается в корзине.

Выставка «Композит-Экспо» осваивает виртуальные площадки



К сожалению, противоэпидемиологические меры не позволили в этом году провести одно из главных ежегодных событий композитной отрасли России — выставку «Композит-Экспо», на которой специалисты могли вживую пообщаться и получить актуальную информацию о технологиях, материалах и оборудовании для производства изделий из композитов. Но организатор мероприятия — выставочная компания «Мир Экспо», следуя веяниям времени и введенным ограничениям, 27 октября 2020 г. открыла деловую программу «Композит-Экспо», проведя небольшой, но очень нужный современным производителям вебинар «Проектирование и изготовление стеклопластиковых матриц».

В рамках вебинара спикеры — представители компаний «Композитные технологии и оснастка», Группы компаний «ЕТС» и «ИП Зуваитов» подробно рассказали об основных сырьевых материалах для

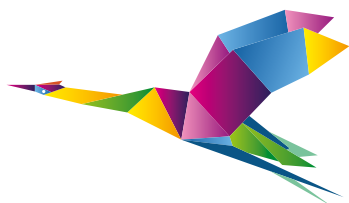
производства форм, представили свои решения для изготовления технологических матриц, а также вместе с собравшейся аудиторией обсудили особенности изготовления мастер-моделей и поделились опытом проектирования и изготовления крупногабаритной оснастки для изготовления композитных деталей для различных отраслей промышленности.

Актуальность выбранной темы, а также информативные доклады вызвали живой интерес и собрали у экранов более 85 слушателей из числа производителей изделий из композитов.

Будем надеяться, что в следующем году все смогут вернуться к привычному формату проведения, участия и посещения мероприятий, а выставка «Композит-Экспо», как и раньше, радушно распахнет свои двери. А пока организаторы выставки готовы предложить компаниям отрасли рассказать о своих разработках онлайн. По вопросам участия в мероприятиях выставочной компании «Мир Экспо» можете обращаться по тел.: (495) 988-16-20 или email: info@composite-expo.ru

**До встречи на виртуальных
и реальных площадках
«Композит-Экспо»!**

VIII Форум «Композиты без границ»



22 октября 2020 на площадке VIII форума «Композиты без границ» международные и российские эксперты, представители государственной и региональной власти, главы крупных корпораций и институтов развития обсудили возможности интеграции российского композитного рынка в мировую повестку и применения передовых материалов в разных отраслях промышленности.

Оператором форума выступил композитный дивизион «Росатома» UMATEX. Партнер мероприятия — «ИННОПРОМ Online». Форум впервые проходил в онлайн формате.

В качестве спикеров на VIII Форуме «Композиты без границ» выступили:

- Алексей Лихачев, генеральный директор Госкорпорации «Росатом»;
- Кирилл Комаров, первый заместитель генерального директора Госкорпорации «Росатом»;
- Виктор Евтухов, заместитель Министра промышленности и торговли Российской Федерации;
- Сергей Люлин, заместитель Министра науки и высшего образования РФ;

- Анатолий Чубайс, председатель правления «УК «Роснано»;
- Сергей Морозов, губернатор Ульяновской области;
- Алексей Рахманов, генеральный директор «ОСК»;
- Михаил Лифшиц, председатель совета директоров «РОТЕК»;
- Андрей Клепач, главный экономист ВЭБ.РФ;
- Александр Тюнин, генеральный директор UMATEX;
- Анатолий Гайданский, генеральный директор АО «АэроКомпозит» и многие другие.

Выступая на пленарном заседании форума «Мировые технологические тренды и роль композитов в них», генеральный директор Госкорпорации «Росатом» Алексей Лихачев отметил, что определяющую роль для глобальных рынков играют такие тренды, как возобновляемая генерация, экологическая повестка, цифровая трансформация производств, новые способы конструирования, развитие новых способов транспортировки и хранения энергии. Вместе с тем, по его словам, ни одно из этих направлений «невозможно эффективно и быстро реализовать без создания и внедрения «сверх»-материалов». Алексей Лихачев напомнил, что в прошлом году было подписано соглашение Росатома с Правительством России, направленное на решение задачи развития технологий новых материалов и веществ. В развитие этого документа «Росатом» разработал



фото: rgsu.net

«дорожную карту», которая была утверждена Заместителем Председателя Правительства Российской Федерации Ю.И. Борисовым. Одним из аспектов ее реализации стало направление «Полимерные композиционные материалы». «Стратегическая цель — вывести Россию в группу мировых лидеров в сегменте композитов. Так что для нас развитие композиционного производства — это не просто отраслевая задача, это работа в интересах всей страны», — сказал Алексей Лихачев.

Глава «Роснано» Анатолий Чубайс предложил создать в России крупную компанию — интегратора в области развития композитных материалов. «Мне кажется, что можно всерьез замахиваться на крупного российского оператора, который бы технологически интегрировал и стекло, и базальт, и пластик, который бы технологически интегрировал и инфузию, и пултрузию. Мне кажется, что для этого есть предпосылки», — заявил он. По словам Анатолия Чубайса, это можно было бы осуществить в рамках Национального проекта «Международная кооперация и экспорт». «Именно там, с моей точки зрения, лежит ключ к выходу на создание крупного, глобального российского оператора, интегрирующего те технологические заделы, о которых я сказал», — подчеркнул он.

Первый заместитель генерального директора Госкорпорации «Росатом» Кирилл Комаров, выступая на панельной дискуссии «Отрасли — драйверы развития рынка композитов в мире и России» отметил, что Госкорпорация формирует внутриотраслевой заказ на новые материалы в капитальном строительстве объектов атомной отрасли, реконструкции и модернизации АЭС. Одновременно внедрение композитов рассматривается в новых направлениях бизнеса, таких как, водородная энергетика, арктическая инфраструктура и новые модели арктических ледоколов, атомные станции средней и малой мощности. Отдельное внимание «Росатом» уделяет созданию партнерской сети. «В этом году UMATEX и «Роснано» создали совместное предприятие «Композит-Инвест»

для реализации проектов в сегменте конечных изделий из композитов в различных отраслях. В кооперации с СИБУРом мы прорабатываем совместные проекты по созданию новой линейки композитных материалов на основе термопластов и сверхвысокомолекулярного полиэтилена», — рассказал Кирилл Комаров. Соглашения о внедрении композитов также заключены с «Роскосмосом», «Газпромом», РЖД, «Русгидро».

Генеральный директор композитного дивизиона «Росатома» UMATEX Александр Тюнин выделил 5 отраслей промышленности, где ожидается быстрый рост применения углекомпозитов, благодаря востребованности в конечных изделиях: ветроэнергетика, авиация, спорт, производство электро- и водородного транспорта. Александр Тюнин отметил, что системному развитию рынка композитов в России и вхождению в группу технологических лидеров призвана помочь дорожная карта, разработанная «Росатомом» совместно с ключевыми игроками рынка. Центром компетенций по направлению композитов определен межрегиональный промышленный кластер «Композиты без границ», созданный по инициативе UMATEX и объединивший уже более 35 участников — промышленных предприятий, ВУЗов, особых экономических зон и технопарков. По словам Александра Тюнина, кластер «Композиты без границ» призван сформировать эко-среду и содействовать кооперации, стимулированию спроса и обеспечению господдержки для компаний отрасли.

В рамках форума также состоялась панельная дискуссия «Наука и образование, стартапы — основа технологического лидерства России в композитах», питч-сессии, мастер-класс по формованию композитного обвеса мотоцикла и церемония объявления победителей III конкурса «Композиты без границ. AWARDS».

Пресс-релиз компании
www.umatex.com

Компания LANXESS выпустила новые огнестойкие композитные материалы с матрицей из ПА-6

Концерн LANXESS (Германия) разработал термопластичные композитные материалы Терех, армированные непрерывными волокнами, с высокими огнестойкими свойствами.

Один из факторов, обуславливающих плохую воспламеняемость новых материалов, — это высокое содержание волокон. Благодаря этому данные материалы уже успешно проходят многие испытания на воспламеняемость, что позволяет использовать их в типовых применениях без огнезащиты.

Однако для некоторых применений, например для изготовления корпусов шкафов управления или компонентов высоковольтных батарей для электромобилей, часто требуются материалы, получившие высшую классификацию V-0 в тестах на воспламеняемость UL 94, проведенных американским испытательным институтом Underwriters Laboratories Inc. Для таких случаев LANXESS разработал три новых безгалогенных огнестойких варианта Терех с матрицей из полиамида-6 (ПА-6):

Однако для некоторых применений, например для изготовления корпусов шкафов управления или компонентов высоковольтных батарей для электромобилей, часто требуются материалы, получившие высшую классификацию V-0 в тестах на воспламеняемость UL 94, проведенных американским испытательным институтом Underwriters Laboratories Inc. Для таких случаев LANXESS разработал три новых безгалогенных огнестойких варианта Терех с матрицей из полиамида-6 (ПА-6):

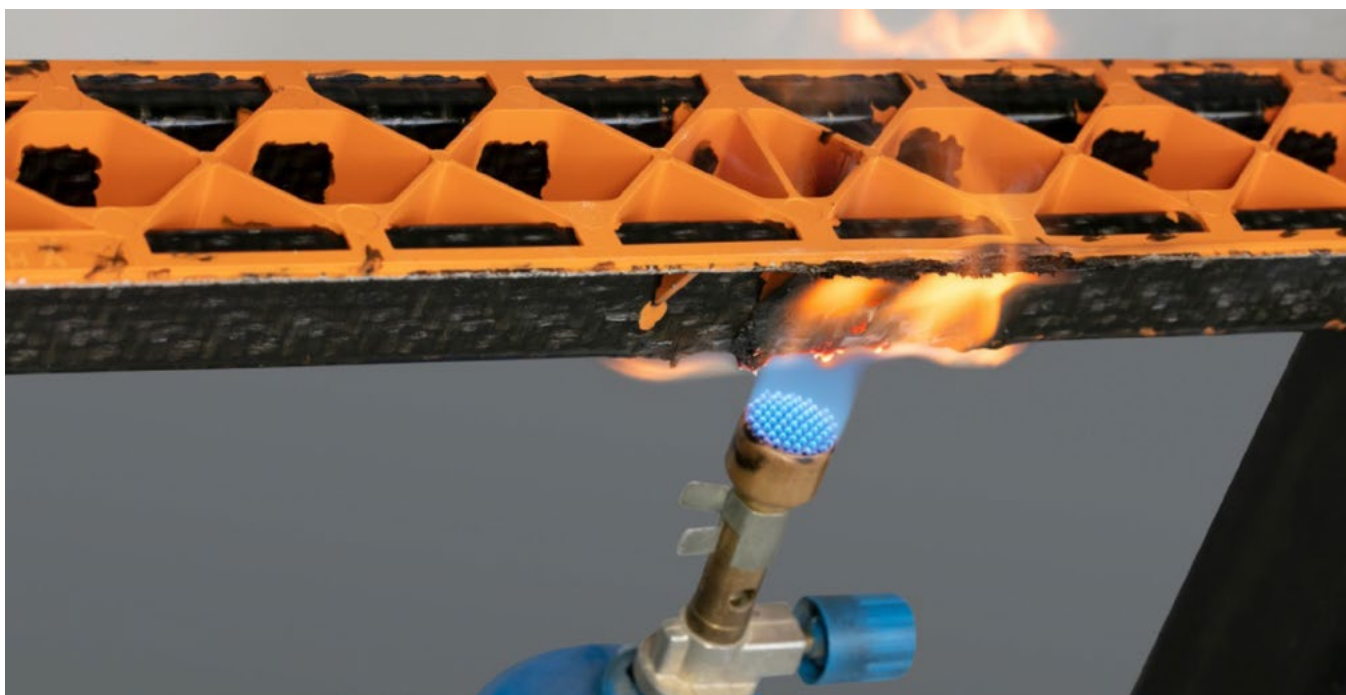
- **материал Terex dymalite 102fr-RG600(x)/47%** армирован стекловолокном. Расположение волокон

может иметь различное направление, что позволяет точно согласовать ориентацию волокон с точками приложения нагрузки и траекторией действия нагрузки в изготавливаемых деталях. Данный композит универсален и подходит для изготовления высоковольтных компонентов аккумуляторных батарей электромобилей, таких как разделительные пластины, крышки и корпуса блоков управления;

- **материал Terex dymalite 102fr-FG290**, напротив, предназначен для использования в электротехнике и электронике. Благодаря армированию тонким стекловолокном он позволяет получать высококачественные поверхности, которые легко окрашиваются. В частности, он подходит для изготовления небольших корпусов, которые должны соответствовать стандарту DIN EN 45545-2 «Железнодорожное применение — противопожарная защита железнодорожного транспорта»;
- **материал Terex dymalite 202fr** армирован углеродными волокнами и предназначен для изготовления компонентов, подвергающихся высоким механическим нагрузкам, например высокопрочных корпусов для электроники.

Помимо трех новых продуктов LANXESS также предлагает другие безгалогенные огнестойкие варианты Терех с матрицами на основе поликарбоната. Большинство из них прошли сертификацию UL 94 и получили категорию V-0.

www.plastinfo.ru
lanxess.ru



Собственное испытание LANXESS на огнестойкость на опытном несущем элементе: черный несущий профиль выполнен из одного из новых материалов Терех, ребристая структура оранжевого цвета — из не содержащего галогенов огнестойкого полиамида-6 Durethan. При выключении горелки пламя не распространяется, а гаснет, независимо от его локализации, как на поверхности, так и на ребрах. Фото: LANXESS AG

В Nissan планируют начать крупносерийное производство изделий из углепластика



Инженеры Nissan разработали способы высокоточного моделирования проникновения смолы в углеволокно, визуализируя поведение потока смолы с помощью встроенного датчика температуры и прозрачного штампа. Результатом успешного моделирования стали высококачественные детали и сокращение времени их разработки.

auto.tut.by
Фото: Nissan

Японский автопроизводитель собирается внедрить усовершенствованную технологию RTM для крупносерийного производства автомобильных деталей из углепластиков.

Преимущества углеволокна известны уже давно, однако оно дороже традиционно используемых в автомобилестроении материалов. Это, наряду со сложностью формования деталей большими сериями, препятствовало массовому производству автокомпонентов и запчастей из углекомпози́тов.

В компании Nissan нашли новый подход к существующей технологии производства изделий — RTM.



Новые
Строительные
Технологии

Мобильное оборудование НСТ для напыления стеклопластика с наполненной смолой

- Производство изделий группы горючести Г1
- Уменьшение себестоимости до 25%

Мы 30 лет работаем
с композитными материалами



www.poliuretan.ru
nst@poliuretan.ru
8 (800) 250-11-05

спецпредложение по промокоду **FRP03**

Компания HRL Laboratories разрабатывает новый метод 3D-печати керамоматричных композитов



Команда HRL разработала новую прекерамическую смолу на основе силоксана, армировала ее инертными частицами, а затем с помощью пиролиза превратила ее в оксикарбид кремния (SiOC). Получившийся стеклообразный материал отличался повышенной прочностью, и, по мнению исследовательской группы, его можно использовать в таких областях, как создание двигательных установок, производство энергии и химическая переработка.

Керамические компоненты, как правило, обладают превосходной термостойкостью, стойкостью к коррозии и износу. При этом проблемой является хрупкость керамики — изготовление сложных деталей с узкой геометрией может привести к образованию внутренних трещин и пустот, что может привести к их разрушению.

Чаще всего для керамической 3D-печати используется процесс фотополимеризации (SLA), когда сначала печатается деталь из смолы с керамическими прекурсорами, которая затем подвергается двухступенчатой термической обработке для удаления полимера и спекания керамических частиц. В настоящее время в результате недавних исследований появился альтернативный подход, который предусматривает печать керамических деталей с использованием смол

на основе силоксана, которые затем с помощью пиролиза превращаются в SiOC. Эта новая технология исключает длительные этапы дебиндинга (выжигания полимера) и спекания, что делает ее потенциально более быстрой альтернативой традиционным процессам керамической 3D-печати. Однако для того, чтобы этот новый метод работал эффективно, необходимо было разработать керамический материал, который сочетал бы низкую внутреннюю вязкость и предотвращал бы плохое сплавление частиц.

В результате испытаний, команда HRL нашла оптимальное решение и получила сложные детали с высоким уровнем прочности. Для того чтобы обойти присущую керамике хрупкость, был разработан керамоматричный композит усиленный керамическим волокном. Исследователи создали новую смолу, используя смесь фотоинициаторов и материала оксикарида кремния (SiOC), который содержал диспергированные инертные керамические частицы.

Используя промышленный принтер Prodways ProMaker L5000, исследователи изготовили серию образцов с целью оценки и оптимизации их формулы. После ряда тестов группа выявила не только высокий уровень дисперсии частиц, но и любопытное поведение армированных деталей в отношении предела прочности при растяжении. Как оказалось, более толстые образцы были более склонны к растрескиванию, чем их более тонкие аналоги, и благодаря этому открытию команда HRL определила «золотую середину» в уровне армирования, когда добавление большего количества армирующего элемента ослабляло деталь, а меньшее могло бы сделать керамику уязвимой для разрушения.

Результаты исследований подробно изложены в работе «Additive manufacturing of polymer-derived ceramic matrix composites» (doi.org/10.1111/jace.17275).

www.3dpulse.ru

Первый электрический автобус Volta Zero, созданный из биоразлагаемой смолы и льняных волокон



Благодаря инновационным технологиям появился уникальный проект Volta Zero. Это первый в мире полностью электрический коммерческий автобус с запатентованной электрической трансмиссией e-Axle. Стартап имеет значительные отличия от аналогичного электрического транспорта.

Длина автобуса — 10 м, ширина — 2,5 м, вес — 16 т. Его кузовные панели изготовлены из биоразлагаемой смолы, армированной льняными волокнами.

Разработка кузова велась известной швейцарской компанией при сотрудничестве с Европейским космическим агентством.

Автобус способен развивать скорость до 90 км/ч.

www.voltatrucks.com

Porsche Design и Acer выпустили ноутбук



Porsche Design и Acer выпустили ноутбук, в котором современные технологии и высокая производительность сочетаются с фирменным минималистичным дизайном Porsche.

Porsche Design Acer Book RS оборудован новейшим процессором Intel Core i7 и видеокартой NVidia GeForce MX350 GPU, при этом остается компактным и легким — верхнюю часть корпуса украшает панель из углепластика — дань десятилетиям автоспорта, в котором этот материал ценится за легкость и прочность. Крышка ноутбука изготавливается из 3K углеродного волокна. Ноутбук весит 1,2 кг при толщине 15,99 мм. Две части корпуса соединены цельным шарниром, который немного поднимает клавиатуру при открытии ноутбука, чтобы улучшить охлаждение компонентов и сделать набор текста максимально комфортным.

Дополняет комплект беспроводная Bluetooth-мышь Porsche Design Acer Mouse RS. Углеродное волокно на левой кнопке мыши и нижней части корпуса придает устройству не только уникальный стиль, но и прочность, увеличивая его срок службы. Удобный переключатель DPI на корпусе позволяет выбрать один из трех предустановленных уровней чувствительности.

www.cnews.ru

Выставку JEC WORLD перенесли на более поздний срок

По сообщению JEC, выставка композитных материалов и технологий JEC World перенесена с 9–11 марта на 1–3 июня 2021 года.

В ходе опроса, проведенного компанией, подавляющее большинство респондентов высказались за проведение следующего JEC World в июне, сообщает JEC.

«В связи с растущим беспокойством среди экспонентов и партнеров по поводу критической ситуации с Covid 19, ограничений, наложенных на поездки, а также карантина, объявленного недавно во многих странах, команда JEC World решила перенести дату проведения следующего мероприятия на более безопасный период 2021 году», — говорится в пресс-релизе компании.

Компания также разработала цифровую платформу JEC World Augmented, предназначенную для онлайн посещения выставки JEC World.

www.jec-world.events



П-Д Татнефть-Алабуга Стекловолокно P-D Tatneft-Alabuga Fiberglass



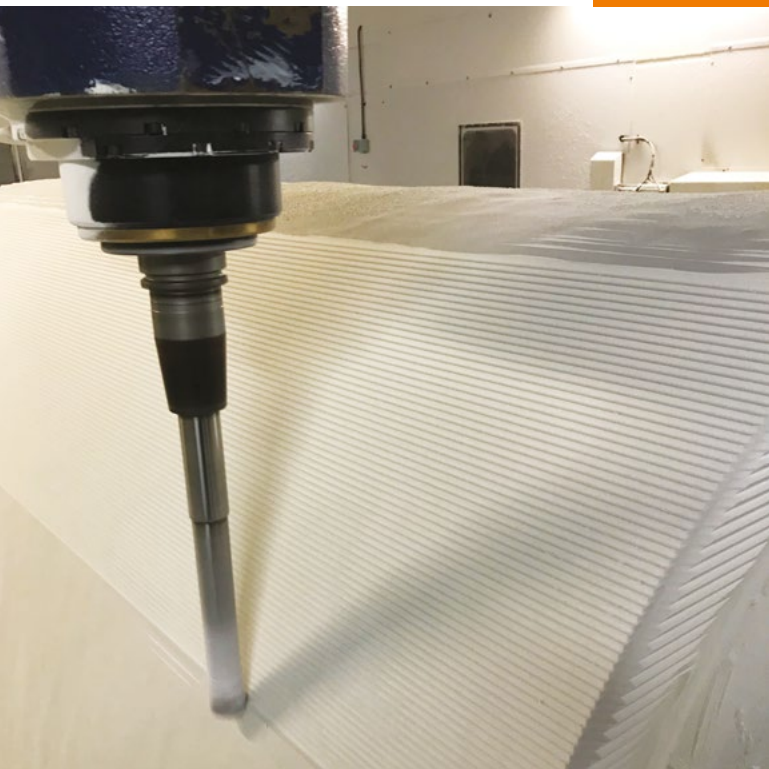
Высокотехнологичное производство стекловолокна и продукции на его основе:

- Прямой ровинг
- Ассемблированный ровинг
- Стекломаты
- Стеклосетка
- Рубленые стеклянные нити
- Стеклоткани ровинговые
- Нити крученые комплексные

Мы делаем вашу продукцию прочной!

г. Елабуга, территория ОЭЗ
«Алабуга», ул. Ш-2, корпус 11/1,
тел: 8 (85557) 5-91-37
OsimN@pdt-steklovolokno.ru
www.alabuga.tatneft.ru
Отдел сбыта 8 (85557) 5-91-33





PO 109 ТАСС

Предускоренная тиксотропная смола для контакта с полистиролом

POLYFILLER 155

Грунт-наполнитель для обработки частей матриц и мастер-моделей, обладает отличной адгезией к металлическим, полиэфирным и деревянным основаниям

- Быстрое отверждение;
 - Легко шлифуется;
 - Нет пористости;
 - Отличная стойкость к ударам
- глянцевая поверхность.

POLYGLOSS

Полиэфирный лак для финишной обработки, с высоким глянцем и очень хорошей текучестью

- Простота в использовании;
- Оптимизация шлифования;
- Нет пористости;
- Высокий глянец и очень хорошая передача блеска.

Качество изготавливаемых деталей в первую очередь зависит от качеств матрицы, таких как:

- Стойкий глянец;
- Отсутствие пористости;
- Высокая твердость;
- Химическая и термическая стойкость;
- Геометрическая стабильность.

ПОЛНЫЙ КОМПЛЕКС МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ БОЛЬШЕЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

Матрицы подвергаются высоким механическим и термическим нагрузкам.

Polyprocess гарантирует надежность и стойкость продуктов с течением времени.

- **ГРУНТОВКИ ДЛЯ МАСТЕР-МОДЕЛЕЙ** для моделей с чрезвычайно высоким глянцем;
- **ВИНИЛЭФИРНЫЕ ГЕЛЬКОУТЫ** с высокой температурой термической деформации и существенным удлинением;
- **ВИНИЛЭФИРНЫЙ СКИНКОУТ** с минимальной усадкой, которая предотвращает «копир эффект» улучшает как химические, так и механические свойства;
- **ПОЛИМОЛД** безусадочная смола, которая гарантирует стабильность размеров с течением времени.

ПОДГОТОВКА МОДЕЛЕЙ

Материалы, разработанные POLYPROCESS, позволяют вам создавать мастер-модели с чрезвычайно высоким глянцем, чтобы получить высококачественные матрицы. Стандартно материалы изготавливаются для напыления, но так же доступны версии для нанесения шпателем и кистью. Имеют отличную адгезию к дереву, МДФ, полиэфиру и металлу. Они высоко оценены за их простоту использования, быстро отверждаются и легко шлифуются, не имея пористости. Совместимы с полиуретановыми красками и грунтовками.





ПРОИЗВОДСТВО МАТРИЦ

Материалы POLYPROCESS производятся из сырья, характеристики которого регулярно подтверждаются лабораторными испытаниями.

GCVN

Винилэфирный гелькоут

- Превосходное сохранение блеска с течением времени;
- Хорошие характеристики дегазации;
- Высокая стойкость к растрескиванию;
- Отличный компромисс между прочностью при высоких температурах и пластичностью.

СМОЛА VE 100 TACC

Винилэфирная смола на основе Бисфенола А

- Предускоренная и тиксотропная;
- Хорошая химическая и термическая стойкость;
- Быстрый набор твёрдости.

СМОЛА POLYMOLD

Готовая к использованию безусадочная матричная смола

- Предускоренная, тиксотропная, наполненная смола для технологии быстрая матрица;
- С пониженной эмиссией стирола и высокой смачивающей способностью;
- Короткое время производственного цикла;
- Оптимизированная плотность без усадки и эффекта вздутия;
- Используется со стандартной перекисью MEKP 50%;
- Отличная конечная твердость;
- POLYMOLD LV 100 RC — ортофталевая;
- POLYMOLD LV 150 — изофталевая;
- POLYMOLD LV 220 VE RC — винилэфирная.

Характеристики на материалы для изготовления матриц указаны в соответствующих технических паспортах. Не стесняйтесь обратиться к нам, чтобы мы могли помочь Вам выбрать материалы, которые наилучшим образом соответствуют вашим потребностям.

НОВИНКА

Модельная паста для быстрого и точного изготовления мастер моделей и композитных матриц. Белый и облегченный материал который легко обрабатывается фрезерным станком с ЧПУ.

- Быстрое отверждение без растрескиваний;
- Низкий экзотермический пик;
- Быстрая и простая машинная обработка без пыли и задиrow.

СПРЕЙ ВЕРСИЯ: **POLYTOOL L5116 B PR3**

ВЕРСИЯ ДЛЯ ЭКСТРУДЕРА: **POLYTOOL L5145 B VS5000**



UMS COMPOSITE
www.umscomposite.ru

ООО «УМС Композит»

300903, Тульская область,
Ленинский район, д. Нижнее Елькино, д.77, помещение 4
+7 (800) 350 36 96, +7 (961) 261 05 49, +7 (961) 261 30 39
sales.ru@umscomposite.com

220019, г. Минск 1-й переулок Монтажников 8, оф. 25
+375 (17) 516 77 43, +375 (29) 650 53 16, +375 (33) 695 19 30
sales.by@umscomposite.com



Производственная лаборатория — залог успешного развития

Михеев Алексей Вадимович
Начальник лаборатории
физико-механических
испытаний

Королёва Евгения Юрьевна
Технолог

Туманова Варвара Дмитриевна
Технолог

Компания «ДУГАЛАК» является одной из крупнейших в Российской Федерации организацией, производящей полиэфирные, винилэфирные смолы и гелькоуты.

Её успех во многом обусловлен высоким качеством продукции и постоянно расширяющимся в зависимости от предъявляемых отраслью требований ассортиментом. В заводском комплексе «ДУГАЛАК» имеется ряд лабораторий, каждая из которых отвечает за определённый этап производства конечного продукта. Они оснащены современным оборудованием, как самым простым: лабораторные мешалки, вискозиметры, сушильные шкафы и другие, так и сложными приборами, позволяющими определять физико-механические показатели и координаты цвета. В лабораториях ведётся контроль и анализ основных поступающих на производство материалов, контроль над соблюдением технологического процесса, внедрение, разработка и испытание новой продукции.

Лаборатория входного контроля поступающего сырья

Чтобы обеспечить стабильный выпуск качественной продукции, в лаборатории входного контроля обязательную проверку проходит всё поступающее на производство сырьё.

Лаборатория синтеза

Лаборатория синтеза является важнейшей единицей технологической цепочки компании. Здесь занимаются апробированием и внедрением новых технологий и рецептур производства полиэфирных и винилэфирных смол, оптимизацией технологического процесса на стадиях синтеза. В лаборатории проводят анализ качества сырья, осуществляют подбор и отработку необходимого температурного режима и

других условий, способствующих полноте протекания реакции. Важной задачей для специалистов лаборатории является обеспечение всех необходимых условий в процессе производства смол, а также проведение своевременного и точного контроля качества получаемых компонентов во время синтеза основы.

Лаборатория модификации

Работа специалистов лаборатории модификации направлена на создание конечного продукта, отвечающего запросам и требованиям потребителей. Сотрудниками лаборатории ведется активная работа по улучшению имеющихся и внедрению новых материалов. Профессионализм и опыт технологов компании позволяют воплощать различные идеи, а также решать сложные задачи, которые рынок ставит перед предприятием — от выпуска смол для обычного стеклопластика до трудногорючих материалов.

Лаборатория физико-механических испытаний

В лаборатории физико-механических испытаний оцениваются основные характеристики отвержденного полимера/композита, а именно:

- прочность при разрыве,
- прочность при изгибе,
- прочность при сжатии,
- относительное удлинение,
- модуль упругости,
- твердость по Барколу.

Анализируя результаты серии испытаний образцов, можно понять поведение материала и оперативно внести изменения в текущую рецептуру для оптимизации свойств конечного продукта.

Лаборатория испытания материалов на горючесть

В настоящее время важным показателем при производстве стеклопластиковых изделий является горючесть материала. Горючесть — свойство вещества, определяющее его способность к самостоятельному горению. Компания «ДУГАЛАК» в 2020 году запустила в работу собственную лабораторию по испытаниям трудногорючих материалов. Здесь проводится сложная и трудоемкая работа по определению и проверке на соответствие регламентирующим документам следующих показателей:

- горючесть материалов,
- дымовыделение,
- токсичность,
- кислородный индекс,
- распространение пламени,
- воспламеняемость.

Данные виды испытаний помогают в разработке материалов с повышенными требованиями по пожаростойкости и экологичности.

Лаборатория контроля качества готовой продукции

Лаборатория контроля качества располагает современным оборудованием, благодаря которому возможно осуществлять строгий контроль качества следующих характеристик получаемых связующих:

ВЯЗКОСТЬ

Вязкость является одним из важных показателей готового продукта. Для каждой технологии производства композитов смола либо гелькоут должны обладать определенными реологическими характеристиками. Для определения этого параметра используется вискозиметр BROOKFIELD (в соответствии с ГОСТ 25271—93). Также вискозиметр помогает определить индекс тиксотропии. Тиксотропия — свойство, характеризующее повышение текучести вещества при механическом воздействии, а после прекращения данного воздействия — возвращение в предыдущее более вязкое состояние. От ее величины зависит способность материала удерживаться на вертикальной поверхности. Для материалов, не обладающих тиксотропными свойствами, вязкость можно измерить с помощью вискозиметра ВЗ-246 (в соответствии с ГОСТ 8420—74).

время гелеобразования и экзотермический пик

Время гелеобразования — это промежуток времени от добавления инициатора реакции до резкого возрастания вязкости материала, ввиду увеличения степени сшивки полимера и уменьшения подвижности макромолекул из-за стерических ограничений. Временем гелеобразования обусловлено время работы с материалом (смола, гелькоут, клеевой состав). Как известно, отверждение смолы сопровождается выделением тепла (экзотермическая реакция). К основным характеристикам смолы относится также экзотермический пик — это максимальная температура, достигаемая при отверждении. Этот параметр имеет важное значение при изготовлении изделий из стеклопластика с большой толщиной от 6–8 мм и более. Интенсивный разогрев может привести к излишней усадке, короблению и большим остаточным напряжениям в изделии.

Методика определения времени гелеобразования и экзотермического пика.

Взвешивают на весах с точностью до второго знака после запятой 100 грамм образца в ёмкость из нержавеющей стали (либо другого подходящего материала) диаметром 8 см при температуре 20°C. Иницируют пероксидом в соответствии и в количестве, указанном в паспорте, замеряя секундомером время от начала введения инициатора до момента перехода из жидкого в гелеобразное состояние. После чего помещают щуп термпары в загелившуюся массу для определения температуры экзотермического пика.



Лаборатория входного контроля сырья в производстве композитных материалов

Компания «ДУГАЛАК», понимая важность входного контроля сырья как у себя на предприятии, так и у потребителей, проводит со всеми своими клиентами совместную работу по внедрению и усовершенствованию этого процесса. Лаборатория входного контроля сырья в производстве композитов позволяет на ранних этапах выявить отклонения и предотвратить выпуск некондиционной продукции.

Попадая к конечному потребителю, материал перед запуском в производство должен быть испытан на пригодность к применению, то есть проверен на соответствие паспортным характеристикам. Композит — материал, изготовленный из двух или более компонентов, таким образом, отклонение одного из них приведет к изменению свойств всей системы.

Ниже приведены основные сырьевые материалы и их свойства, которые специалисты компании «ДУГАЛАК» рекомендуют обязательно проверять:

полиэфирная и винилэфирная смола

При входном контроле связующих стоит обратить внимание на проверку таких параметров как вязкость, время гелеобразования, экзотермический пик и время его достижения.

Отклонение показателя вязкости от нормы влияет на расход смолы, пропитку стекломатериала, неравномерное распределение материала вследствие стекания с вертикальных поверхностей, также приводит к изменению геометрии изделия в связи с неравномерным процессом отверждения.

Несоответствие времени гелеобразования (желатинизации) может привести к нарушениям технологического процесса. Если время окажется слишком коротким, то его может не хватить на изготовление изделия. А если оно окажется слишком длинным — это

замедлит выпуск продукции. Перед началом работ рекомендуется провести гель-тест и определить оптимальное количество отвердителя для поставленной задачи.

Температура и влажность в производственных помещениях (рекомендуется 18–25 °С, 50–70 %) оказывает влияние на работу с материалом, что еще раз указывает на необходимость проверки смол и гелькоутов. При слишком низкой температуре вязкость смолы увеличивается, что создает трудности при пропитке и дополнительную нагрузку на оборудование, а реактивность уменьшается, что влечет за собой увеличенный расход отвердителя. При слишком высокой температуре вязкость смолы становится меньше, что может привести к подтекам, время гелеобразования уменьшается, что влечет за собой преждевременную полимеризацию и повышенный экзотермический пик (риск повреждения матрицы, риск усадочных деформаций). Немаловажным фактором является и строгое соблюдение условий хранения.

стеклоткань

При использовании стекломатериалов важно измерять их влагосодержание. Несоответствие данного параметра требуемым значениям ведет к неполной полимеризации, и как следствие эмиссии легколетучих соединений (появлению остаточного запаха), ухудшению пропитки, снижению прочности и образованию волокнистой поверхности у получаемых изделий.

Следует обращать внимание на гарантийный срок годности стекломатериалов, так как замасливающий, обеспечивающий качественную пропитку, со временем теряет свои свойства из-за частичного улетучивания. Что приводит к ухудшению прочностных характеристик изготавливаемого стеклокомпозита.

наполнители

При поступлении на производство наполнителя следует обратить внимание на следующие параме-



тры: влажность и соответствие гранулометрического состава, указанного в паспорте, фактическому в таре. Несоответствие данного параметра приводит к постоянной корректировке рецептуры. Повышенная влажность влечет за собой неполную полимеризацию и изменение геометрии изделия в дальнейшем. Особое внимание стоит обратить на условия хранения данных материалов.

Методика определения содержания влаги идентична, приведенной для определения влагосодержания для стекломатериалов. Гранулометрический состав определяется по ГОСТ 22552.7—77.

гелькоуты

Одни из важнейших характеристик гелькоута — реологические (вязкость, тиксотропия). Несоответствие фактического показателя вязкости паспортным дан-

ным может вызвать следующие дефекты покрытия: пористость (слишком высокая вязкость для выхода воздуха из системы), образование подтеков (недостаточная вязкость и тиксотропия), подтеки в свою очередь могут привести к утяжкам и трещинам на/в изделии. Большое влияние оказывает на реологию температура гелькоута.

Чтобы избежать попадания влаги в гелькоут при нанесении, рекомендуется использовать осушители в системе подачи воздуха.

Проверка времени гелеобразования является неотъемлемой частью входного контроля гелькоутов. Изменение времени желатинизации в сторону увеличения (вплоть до недоотверждения) способно образовать копир-эффект на покрытии, морщинистость («крокодилы»). Если же время гелеобразования окажется короче, чем требуется, это может привести к пористости (ввиду недостаточного времени для выхода воздуха) и необходимости более частой промывки пистолета и бачка. Для цветных гелькоутов важен контроль толщины нанесенной пленки для обеспечения эксплуатационных характеристик и укрывистости, указанной в технической документации.

Описанные выше характеристики материалов и способы их проверки имеют ключевую значимость при работе с ними, так как производители различных видов сырья для производства композитов несут ответственность только за свою продукцию, но результат зависит от их совокупности. С целью минимизации производственного брака рекомендуется введение входного контроля всего поступающего сырья. Компания «ДУГАЛАК» всегда ведет техническое сопровождение своей продукции, готова оказать помощь в организации входного контроля у своих потребителей, а также в решении вопросов касательно применения своих материалов, вплоть до выезда специалистов непосредственно на производственные площадки клиентов партнеров. **КМ**

Контроль содержания влаги в стекломатериале определяется следующей методикой:

в тигель, доведенный до постоянного веса помещают навеску образца примерно 5 г. Тигель с образцом ставят в сушильный шкаф и высушивают при температуре 160 °С в течение одного часа. Затем помещают в эксикатор, выдерживают 30 минут и взвешивают на весах с точностью до четвертого знака после запятой. Содержание влаги определяют по формуле:

$$X = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \cdot 100$$

где: M_1 — масса образца до сушки,
 M_2 — масса образца после сушки.

Полученные результаты обязательно необходимо проверить на соответствие заявленным в паспорте материала данным.

Материал подготовлен Ольгой Гладуновой

“Нет ничего сильнее идей, время которых пришло...” (Виктор Гюго)



Рисунок 1. Пленарное заседание
(Фото предоставлено организаторами конференции)

Пандемия коронавируса внесла существенные коррективы в график отраслевых мероприятий 2020 года. Были отменены крупнейшие выставки и конференции, специалисты отрасли практически полностью потеряли возможность очного обмена информацией о новинках в области научных исследований и разработок материалов, оборудования и технологий. Конечно, информационный вакуум помогали несколько разрядить средства массовой информации — специализированные издания и вебинары, но всё равно в отрасли чувствовался недостаток личного общения. Поэтому организованная и проведенная «Санкт-Петербургским политехническим университетом Петра Великого» 24 и 25 сентября 2020 года в Санкт-Петербурге международная научно-практическая конференция «Цифровые

технологии и инновационные материалы в дорожном и мостовом строительстве. Направления развития» (DigTechIMC-2020) прошла с ожидаемым аншлагом (рисунок 1).

Согласно реализуемому с 2018 года Национальному проекту «Безопасные и качественные автомобильные дороги» в 2020 году на мероприятия по модернизации федеральной автомобильной сети планируется израсходовать 448 млрд. рублей, из которых 117 млрд. рублей — на строительство и реконструкцию. В этом году намечено 287 объектов дорожного строительства, вновь начинаемых из них — 64. На этом фоне закономерным становится стремление государства максимально эффективно использовать бюджетные инвестиции и получать требуемый результат — качественные, безопасные и долговечные автомобильные дороги. Что невозможно без использования современных инновационных материалов и технологий, среди которых значимую роль играют композиты. Поэтому рассмотрение вопросов применения именно композиционных материалов для гидротехнического строительства и возведения объектов транспортной инфраструктуры было выделено в отдельную секцию программы конференции и привлекло пристальное внимание аудитории.

Перспективность и эффективность использования современных решений из композитных материалов были отмечены уже в самом начале мероприятия — на пленарном заседании, в рамках которого генеральный директор компании ООО «Композит Групп» — партнера-организатора форума — к.т.н. Васюткин Сергей Фёдорович рассказал об опыте применения инновационных полимерных композиционных материалов (ПКМ) в транспортном и дорожном строительстве.

Опоры наружного освещения, стойки дорожных знаков, сигнальные вешки, водоотводящие лотки (рисунок 2), водопропускные трубы, локальные очистные и канализационные станции, перильные ограждения, пролетные строения пешеходных мостовых переходов, композитные георешетки и композитная арматура для армирования оснований и слоев дорожных одежд, винтовые и шпунтовые сваи — вот далеко не полный перечень продукции из композитных материалов, успешно применяемой для дорожного строительства и обустройства объектов транспортной инфраструктуры.

Особую роль в развитии и реализации проектов любой организации играет сотрудничество с отраслевыми кафедрами высших учебных заведений



Рисунок 2. Пример установки подвесных фасадных лотков из композитных материалов (40 км трассы М20, Ленинградская область, фото: презентация ООО «Композит Групп»)



Рисунок 3. Подписание соглашения о совместной деятельности между ООО «Композит-Групп» и ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» (Фото предоставлено организаторами конференции)

(ВУЗ), поэтому значимым событием пленарного заседания было подписание соглашения о совместной деятельности между ООО «Композит-Групп» и ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» (рисунок 3). Надо сказать, что, несмотря на заключение официального соглашения лишь в 2020 году, совместные разработки с Санкт-Петербургским «Политехом» компания ведет уже давно и в рамках программы тематической секции целый ряд докладов был сделан студентами и аспирантами данного ВУЗа как раз о совместных разработках и поиске решений различных технологических задач.

Так, аспирантом «Петербургского политехнического университета Петра Великого» Ренатом Нурмухамедовым были представлены основные результаты работы по определению несущей способности стеклопластиковых свай МКЭ моделированием, а студентка данного ВУЗа Евгения Хамидуллова подробно рассказала о преимуществах композитных опор для обустройства объектов как транспортной, так и городской инфраструктуры. Совместно с ООО «Композит Групп» была разработана, изготовлена, испытана и сертифицирована в полном соответствии с техническими требованиями заказчика СПб ГБУ «ЛЕНСВЕТ» композитная опора для уличного освещения. По результатам данной работы СПб ГБУ «ЛЕНСВЕТ» начал тестовую эксплуатацию композитных опор (рисунок 4).

Целый ряд докладов был посвящен резинобетону и полимербетону. В частности компания «Стандартпарк» помимо стеклопластикового емкостного оборудования (для сбора и очистки поверхностных сточных вод, канализационных насосных станций) производит и успешно внедряет водоотводные лотки из полимербетона.

Говоря о дорожном строительстве, нельзя не упомянуть о строительстве мостов: пешеходных, автомобильных и железнодорожных.

Заведующий отделом «Композиционных материалов и конструкций» СибНИИ мостов, к.т.н. Иванов Артём Николаевич подробно рассказал о перспективных областях применения композиционных материалов



Рисунок 4. Композитная опора для уличного освещения, изготовленная ООО «Композит Групп» по заказу СПб ГБУ «ЛЕНСВЕТ» (установлена в Санкт-Петербурге на улице Гагарина, 14, Фото: презентация ООО «Композит Групп»)

в конструкциях мостов. Среди основных выделенных направлений применения композитов в мостостроении он выделил три:

- усиление и ремонт;
- реконструкция;
- новое строительство.

Усиление несущей способности конструкций с помощью углекомпозитных материалов уже достаточно широко используется как в строительных конструкциях, так и мостовых (рисунок 5).

При строительстве надземных пешеходных переходов в России уже давно используются композиты. Пионером в данном направлении была компания «АпАТэК», начавшая еще в 90-е годы XX века внедрение в строительство пешеходных мостов композитных материалов (рисунок 6). А первое в стране цельнокомпозитное пролетное строение мостовых пешеходных переходов разработала компания «Рускомпозит» (рисунок 7). Многолетняя эксплуатация продукции данных компаний доказывает надежность, долговечность и экономическую эффективность применения композитных материалов в мостовых сооружениях. Надеемся, что и только начинающие



Рисунок 5. Пример усиления сталежелезобетонного пролетного строения напрягаемой стеклопластиковой арматурой (Фото: презентация ФГБОУ ВО СГУПС Сибирский научно-исследовательский институт мостов)



Рисунок 6. Пролетное строение из композиционных материалов пешеходного моста на 33 км автотрассы М-7 «Волга»
(Фото: ООО НПП «АпАТЭК» www.apatech.ru)



Рисунок 7. Цельнокомпозиционный пешеходный путепровод, проходящий над федеральной трассой М1 (251 км трассы Москва-Минск, фото: ООО УК «РУСКОМПОЗИТ» www.ruscompozit.com)



Рисунок 8. Первый автомобильный мост с композитным пролетным строением через реку Пашенка, Новосибирская обл.
Слева — общий вид, справа — Конструкция пролетного строения, вид снизу
(Фото: презентация ФГБОУ ВО СГУПС Сибирский научно-исследовательский институт мостов)

работу в данном отраслевом сегменте компании не подорвут заслуженное таким трудом доверие потребителей, и с должным вниманием отнесутся к качеству выпускаемой продукции.

В июле 2014 года в Новосибирской области был введен в эксплуатацию первый автомобильный мост с композитным пролетным строением (рисунок 8).

По результатам проведенного на сегодняшний день мониторинга не выявлены силовые и механические повреждения несущих конструкций. Дефектов, влияющих на грузоподъемность сооружения, нет. Фактическая грузоподъемность моста соответствует проектным нагрузкам. Единственное — имеются обширные участки отслоившегося и отсутствующего слоя полимерного покрытия ездового полотна, но при этом сквозное промокание плиты проезжей части отсутствует.

В 2017 году введен в эксплуатацию разработанный ФГУП «ВИАМ» ГНЦ РФ и АО «НИИГрафит» арочный мост через ручей Соловей в поселке Языково Ульяновской области (рисунок 9). В конструкции которого, в качестве основных несущих элементов были заложены углепластиковые трубы.

Также в настоящее время в России ООО НПП «АпАТЭК» ведется работа по разработке и внедрению элементов железнодорожных мостов из композитных материалов. 31 января 2020 года впервые в мире по композитному железнодорожному мосту прошел поезд (рисунок 10). Испытание композитной конструкции, разработанной компанией, успешно прошло на экспериментальном кольце Всероссийского научно-исследовательского института железнодорожного транспорта в Щербинке. Пока в мире эксплуатируется 2 железнодорожных моста, сооруженных с применением композитных материалов. Оба моста введены в эксплуатацию в Великобритании: 1) Calder Viaduct в 2009 году, 2) Rubha Glas Viaduct в 2011.

Программа конференции затрагивала и важные вопросы, касающиеся обеспечения качества выпускаемой и внедряемой продукции. Были представлены современные решения в области проектирования, испытания и контроля качества изделий из инновационных строительных материалов.

Два дня конференции, благодаря интересной и насыщенной программе, жарким спорам и дискуссии участников, а также высокому уровню организации,





Рисунок 9. Строительство моста с применением углепластиковых арок
(Фото: uralakademia.ru, m.aftershock.news)

пролетели незаметно. Все участники единогласно поддержали идею проводить данное мероприятие и в последующем. Надеемся, что проведение конференции станет очередной доброй традицией в отрасли, и в Санкт-Петербург для ознакомления с передовыми разработками в области внедрения цифровых технологий и инновационных материалов в дорожном и мостовом строительстве будут съезжаться специалисты не только из России, но и мира. **КМ**



Рисунок 10. Цельнокомпозитное пролетное строение под железнодорожную нагрузку компании ООО НПП «АпАТЭК»: длина пролета — 11,5 м, ширина — 3,2 м, общая высота до головки рельса — 2,03 м, масса — 15,95 т, нормативная нагрузка — С14 (Фото: gudok.ru)



КОМПОЗИТ ИЗДЕЛИЯ

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ВАКУУМНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Отечественный производитель и поставщик вспомогательных материалов.

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

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

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

Мы предлагаем клиентам:

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



Участник программы по
Импортзамещению
при поддержке МинПромТорга

Закревский Яков Александрович

Начальник проектно-конструкторского отдела
 ООО «ТрубопроводСпецСтрой»
 Россия, 614056, г. Пермь
 ул. Соликамская, 281а
 +7 (342) 263-17-48
 prom@tpss.ru
 www.tpss.ru



Эффективный союз стеклопластика и корунда

В статье представлено решение проблемы абразивного износа технологических трубопроводов карналлитовых и сильвинитовых обогатительных фабрик — стеклопластиковые детали трубопроводов с внутренним покрытием из алюмооксидной керамики, изготовленной из корунда.

В 2016 году ООО «ТрубопроводСпецСтрой» (ООО «ТСС») заключило договор с ООО «Еврохим-Усольский калийный комбинат» на поставку труб и соединительных деталей для сооружения технологических трубопроводов вновь возводимой флотационной обогатительной фабрики по производству калийных удобрений.

Процесс производства калийных удобрений заключается в многоступенчатом помоле и обогащении добытой руды — сильвинита, и сопровождается транспортированием пульпы — смеси рассола с рудой различного фракционного состава — из одного технологического оборудования в другое. А

обеспечивающие бесперебойную подачу пульпы трубопроводы являются неотъемлемой и значимой частью производственного процесса, и к их качеству, а, следовательно, и к возможности безаварийно работать в условиях интенсивного абразивного износа, предъявляются высокие требования.

ООО «ТСС» изготавливает стеклопластиковые трубы и соединительные детали с 1992 года. Особой специализацией компании является изготовление стеклокомпозитных элементов с внутренним покрытием из различных материалов, перечень которых очень разнообразен и зависит от того, для транспортировки каких сред предназначены трубопроводы.



В изделиях производства ООО «ТСС» стеклопластик выполняет в первую очередь конструкционную функцию — обеспечивает прочность и жесткость деталей, а с транспортируемой по трубопроводу средой контактирует внутреннее покрытие. Выбор материала внутреннего покрытия зависит от химического и фракционного состава этой среды и осуществляется таким образом, чтобы коррозия и износ трубопровода отсутствовали, или скорость этого износа была значительно ниже, по сравнению с традиционно применяемыми материалами.

ООО «ТСС» применяет для внутреннего покрытия стеклопластиковых труб и деталей резину различных марок, в том числе кислото-, щелоче-, маслобензостойкую, фторопласт ПВДФ, полиэтилен, сшитый полиэтилен (РЕХ А), полипропилен, поливинилхлорид (ПВХ), полиуретан различных марок.

ООО «ТСС» (первоначальное название — ООО «НПП ПЛАСТ») было создано по инициативе АО «Уралкалий» на базе одного из подразделений Уральского научно-исследовательского института композиционных материалов для решения проблемы интенсивного, неуправляемого износа технологических трубопроводов обогатительных фабрик. Была проведена огромная работа, в результате которой найдены материалы и разработаны конструкции химически- и

абразивостойких труб с внутренним покрытием из резины, полиуретана и ПВХ. Разработанная продукция стала решением проблемы массовой, поглощающей невероятное количество материальных и трудовых ресурсов, коррозии стальных трубопроводов на флотационных обогатительных фабриках АО «Уралкалий».

Многолетний успешный опыт применения продукции ООО «ТСС» на обогатительных фабриках лег в основу принятия решения о выборе материалов для строительства трубопроводов фабрики ООО «Еврохим-УКК». На основании проектной информации о транспортируемых по трубопроводам средах было принято решение о применении стеклопластиковых труб и деталей с внутренним покрытием из резины типа EPDM толщиной от 3 до 8 мм в зависимости от фракции руды в пульпе.

Фабрика, в том числе и трубопроводы, были построены и введены в эксплуатацию в 2018 году. Основная часть трубопроводов работает безотказно, но на трубопроводах некоторых стадий технологического процесса через 3-6 месяцев эксплуатации стали выходить из строя отводы и тройники на углах поворота по причине появления сквозных отверстий от абразивного износа.

Износу подверглись трубопроводы обвязки пульподелителя, дуговых сит и стержневых мельниц на стадии



Тройник с керамической футеровкой на выставке, г. Березники, март 2020

предварительной классификации и измельчения. На этой стадии происходит отделение и направление на дополнительный помол руды крупной фракции, поступившей из дробильного отделения.

В соответствии с проектом максимальная крупность поступающей руды не должна превышать 10 мм. На данных трубопроводах были установлены детали с внутренним покрытием из резины толщиной 8 мм. Выход первых элементов из строя начал происходить через три месяца эксплуатации.

Также интенсивному износу подверглись отводы трубопроводов, по которым транспортируется пульпа с нерастворенной рудой после флотации. В соответствии с проектом крупность твердой фракции не превышает 1,4 мм, а содержание твердой фракции не превышает 22%. На данных трубопроводах были установлены детали с внутренним покрытием из резины толщиной 3 мм. Выход первых элементов из строя начал происходить через шесть месяцев эксплуатации.

С целью определения причин выхода из строя

была сформирована рабочая группа из специалистов ООО «ТСС» и службы главного механика ООО «Еврохим-УКК». Анализ показал, что причинами износа стало увеличение процентного содержания твердой фракции в нижней части потока по причине оседания руды на участках трубопроводов с небольшим уклоном, что в совокупности с высокими скоростями движения пульпы, которые она развивает на вертикальных участках, приводит к точечному износу — появлению сквозных отверстий небольшой площади (по сравнению с условным диаметром) в углах поворота трубопроводов. Причём на линейных участках трубопроводов износ резинового покрытия практически отсутствует.

В частности, протяженность вертикальных участков трубопроводов слива с флотомашин составляет 11 м. На этих участках поток, в том числе часть потока с повышенной концентрацией твердых частиц руды, развивает скорость до 13 м/с и, буквально, прорезает отводы, расположенные внизу этих участков.

С учётом выявленных обстоятельств применение

резины в углах поворота указанных трубопроводов стало нецелесообразным.

ООО «ТСС» взяло на себя обязательства решить эту проблему и предложить заказчику конструктив, работоспособный в описанных условиях. Было выбрано и проанализировано несколько направлений увеличения абразивостойкости внутреннего покрытия: применение износостойких марок резины, предназначенных в том числе для футеровки мельничного оборудования и транспортных желобов; применение различных марок полиуретана; применение эпоксидных компаундов, наполненных абразивостойкими, твёрдыми материалами; применение алюмооксидной керамики, изготовленной из корунда. Были изготовлены изделия из стеклопластика — отводы и тройники с подобранными материалами. Изделия были установлены на опытную эксплуатацию на те участки трубопроводов, где происходил износ. Опытная эксплуатация, в частности, показала, что применение резины абразивостойких марок приводит к увеличению срока эксплуатации в 1,5–2 раза, что является незначительным.

Основные надежды возлагались на керамику, которая в силу своих превосходных характеристик (твёрдость и прочность) применяется в качестве облицовочного материала металлических ёмкостей и трубопроводов, применяемых для транспортирования особо абразивных материалов и смесей на различных предприятиях добывающей и металлургической промышленности. Однако изделий из стеклопластика с внутренним покрытием из корунда пока не существовало.

ООО «ТСС» разработало технологию одноэтапного изготовления стеклопластиковых труб и деталей с керамикой. Внедрены материалы, обеспечивающие адгезию керамики к стеклопластику, а так же подобран инструмент и отработаны режимы резки трубных заготовок с керамикой.

Полученные изделия совместили в себе все плюсы применённых материалов: прочность и химическую стойкость стеклопластика и абразивную стойкость корунда. Изделия не подвергаются коррозии ни изнутри, ни снаружи, что является важным фактором в условиях применения оборудования в химически агрессивных, влажных условиях. Изделия имеют меньшую массу по сравнению со стальными в силу того, что плотность стеклопластика в четыре раза ниже плотности стали, что, безусловно, нельзя не учитывать при определении нагрузок от трубопровода на строительные конструкции и затрат на строительно-монтажные работы.

При опытно-промышленной эксплуатации изделия из керамики показали отличные результаты. При осмотрах через 6, 9, 12, 18 месяцев эксплуатации элементов, установленных в трубопроводы обвязки оборудования предварительной классификации и измельчения износ зафиксировать не удалось. На сегодняшний день срок эксплуатации по сравнению с резиной превышен уже в шесть раз. Износ отсутствует.

Результатом проделанной работы стала первая закупка ООО «ЕвроХим-УКК» комплекта деталей с

внутренним покрытием из керамики для сооружения трубопровода, к безаварийности которого предъявляются особые требования. Изделия изготовлены, поставлены в адрес заказчика. Трубопровод смонтирован без нареканий и введён в эксплуатацию.

Достигнуты предварительные договоренности на поставку этой уникальной продукции для замены трубопроводов предварительной классификации и измельчения, слива с флотомашин и других трубопроводов, в которых присутствует интенсивный абразивный износ.

Перспектива применения изобретения очень разнообразна. На сегодняшний день ООО «ТСС» изготавливает различные модификации изделий с покрытием из корунда, в том числе и те, где между стеклопластиком и корундом присутствует слой из резины, или ПВХ. Данный слой создаёт демпфирующий эффект, который гасит энергию удара крупных, твёрдых частиц руды, тем самым повышая надёжность конструкции в целом.

ООО «ТСС» также освоило технологию восстановления изношенной поверхности корундовыми плитами.

Данная технология даёт вторую жизнь изношенным деталям, причём продолжительность этой жизни на данный момент нет возможности спрогнозировать, так как износ внутренней поверхности восстановленных изделий, находящихся на опытно-промышленной эксплуатации, отсутствует.

Освоение керамической футеровки расширяет линейку производимой продукции ООО «ТСС» и ее применение позволяет комплексно и полностью решить проблемы абразивного износа трубопроводов на всех стадиях технологического процесса обогатительных фабрик. **КМ**



Первый трубопровод с футеровкой из керамики, сентябрь 2020

Кистрин Сергей Иванович

Заместитель генерального директора

ООО Научно-производственное предприятие «Альтаир»

**АЛЬТАИР**

научно-производственное предприятие

Композиционные материалы «Тегнофор»

НПП «Альтаир» — разработчик и производитель большого ассортимента композиционных материалов и концентратов на основе конструкционных полимеров, таких как поликарбонат, АБС, полиамид, отвечающих самым высоким требованиям современного полимерного рынка. Среди продукции — как светорассеивающие материалы, так и сложные: антистатичные, морозостойкие и трудногорючие компаунды.

Таблица 1. Марки материала «Тегнофор»

Аббревиатура	Расшифровка
	Стеклонаполненный материал, со стеклонаполнением:
Г	10%
2Г	20%
3Г	30%
ФР	Трудногорючий материал (ПВ-0)
МС	Морозостойкий
АС	Антистатичный
1	Экструзионный
2	Литьевой

Самыми распространенными среди всей линейки предлагаемых компанией материалов являются композиционные материалы торговой марки «Тегнофор». В материалах «Тегнофор» в качестве полимерной матрицы используется поликарбонат. Благодаря регулированию структуры и введению добавок, ему удалось придать целый ряд уникальных свойств, например, трудногорючесть и морозостойкость. В зависимости от способов последующей переработки и характеристик «Тегнофор» выпускается под разными кодами, расшифровка значений которых приведена в таблице 1.

Наполнение стекловолокном обеспечивает меньшую усадку материала, составляющую до 0,2–0,3 %, что почти в три раза меньше, чем у ненаполненного поликарбоната — (0,6–0,8 %). Также с увеличением процентного содержания стеклонаполнителя увеличивается и предел текучести при растяжении, определяемый по ГОСТ 1162-80 (50 мм/мин.). Предел текучести стеклонаполненных материалов «Тегнофор» («Тегнофор-Г-ФР-2», «Тегнофор-2Г-ФР-2», «Тегнофор-3Г-ФР-2») составляет 83–134 МПа, тогда как у стандартного поликарбоната — 55–65 МПа (рисунок 1–2).

Обладая более низким, чем у стандартного поликарбоната, относительным удлинением при разрыве (4,4 %), «Тегнофор» серии «Г» является жестким и

малоэластичным. А благодаря наличию в его составе стекловолокна — более электроизоляционным и трудногорючим. Температура размягчения по Вика у стеклонаполненных поликарбонатов увеличена до 150 °С. Благодаря чему увеличен и диапазон рабочих температур. **Материал отлично подходит для производства изделий электротехнического назначения.**

Линейка торговой марки «Тегнофор» включает и серию морозостойких материалов: «Тегнофор-МС», «Тегнофор-ФР-МС-1», «Тегнофор-ФР-МС-2». В данных композициях сохранены все преимущества поликарбоната, но увеличена морозостойкость. Под морозостойкостью в НПП «Альтаир» понимают устойчивость материала, в том числе и стойкость к физико-механическому воздействию при достаточно низких температурах: от -30 до -60°С. Одним из показателей, по которому можно оценить данное свойство, является ударная вязкость по Шарпи. «Тегнофор-МС» обладает более высокими параметрами относительно стандартного поликарбоната (рисунок 3).

Как видно из данных, представленных на рисунке 3, «Тегнофор-МС» существенно превосходит стандартный поликарбонат по физико-механическим характеристикам не только при отрицательных температурах, но и при стандартных условиях. **Материал нашел применение в производстве изделий, к которым предъявляются повышенные требования к температурному диапазону эксплуатационных характеристик, например, предназначенных для работы на Крайнем Севере.**

Трудногорючие марки серии — «Тегнофор-ФР-МС-1» и «Тегнофор-ФР-МС-2», согласно ГОСТ 27483-87 («Раскаленная проволока 960°С») и ГОСТ 28157-89 («Открытое пламя»), отнесены к категории ПВ-0. Разница между ними лишь в методе переработки — экструзия и литье под давлением.

Отдельно хотелось бы выделить «Тегнофор ФР-МС-АС». Этот композит обладает всеми свойствами вышеупомянутых материалов, но при этом антистатичен. Согласно испытаниям, проведенным по ГОСТ 6433.2-71, его удельное сопротивление не более 3×10^8 Ом. «Тегнофор-ФР-МС-АС» также обладает устойчивостью к повышенным вибрационным нагрузкам. **Из данного материала изготавливаются изделия с высокими эксплуатационными характеристиками для нефтегазовой промышленности и взрывозащиты, а также он хорошо работает в изделиях с металлическими закладными.**

Вся линейка разработанных компанией НПП «Альтаир» композиционных материалов «Тегнофор», благодаря разнообразию свойств, помогает решать множество инженерных задач и имеет широкую сферу применения. В зависимости от предъявляемых заказчиками требований материалы могут окрашиваться (по RAL, Pantone или образцу), а их характеристики могут корректироваться. **КМ**

Получить более подробную информацию о продукции НПП «Альтаир» можно на сайте: npp-altair.ru, в офисе компании по тел.: +7 (495) 120-55-62 и/или e-mail: info@npp-altair.ru



Рисунок 1. Сравнение усадки ненаполненного поликарбоната и стеклонаполненных материалов «Тегнофор»

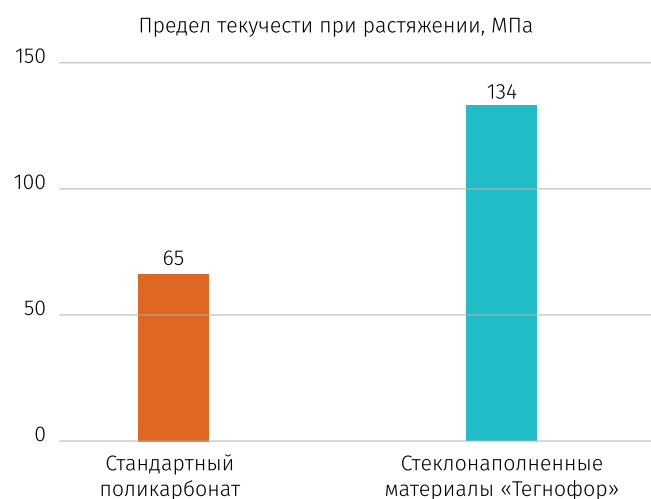


Рисунок 2. Сравнение предела текучести при растяжении ненаполненного поликарбоната и стеклонаполненных материалов «Тегнофор»

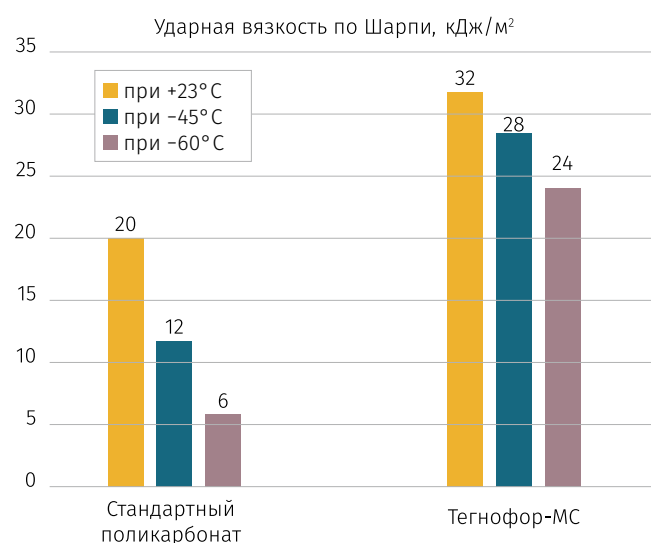


Рисунок 3. Сравнение показателей ударной вязкости по Шарпи стандартного поликарбоната (ГОСТ 4647-80 тип 3 надрез А) и материалов марки «Тегнофор-МС» (ГОСТ 4647-80 тип 3 надрез А)

Уретанакрилатные смолы Crestapol в производстве углекомполитов



Рисунок 1. Катер на этапе состязания Skiff Challenge



Рисунок 2. Корпус, изготовленный из высокомоульного полипропиленa, углепластика и нетканых материалов

В 2018 году для состязаний в открытом океане компанией Hell's Bay был выпущен скоростной катер, вес которого был на 45 кг меньше стандартной комплектации (до 260 кг). Углекомполитный корпус катера был изготовлен с использованием уретанакрилатной смолы Crestapol 1260. А элементы палубы были закреплены адгезивом Crestomer 1152, применение которого позволило сократить время сборки при сохранении чистоты склеиваемых поверхностей.

Ламинат на основе уретанакрилатной смолы Crestapol 1260 обладает исключительной устойчивостью к воде и гидролизу. А возможность работы смолы со всеми типами армирующих материалов (углеродные, арамидные и базальтовые ткани) позволяет существенно облегчить ее технологическое применение.

Крис Петерсон, владелец компании Hell's Bay, комментируя выбор сырья для реализации проекта, отдельно акцентировал внимание на высокой ударной вязкости получаемого ламината, позволяющей избежать его деформации при ударах волн на скорости свыше 67 км\ч.

В сравнении с эпоксидными аналогами смола обладает рядом преимуществ: меньшая цена и быстрое отверждение. Уже через 6–7 часов смола набирает 100%-ю прочность при комнатной температуре.

Уретанакрилатная смола Crestapol 1260 хорошо себя зарекомендовала и при изготовлении автомобильных частей для гоночной машины SUZUKI на чемпионате Европы по ралли-кроссу в классе Super1600. Полученные детали были использованы в семи гонках, в то время как аналогичные детали на эпоксидной основе обычно выдерживают только одну.

Смола обладает низкой вязкостью, не требует дегазации и может использоваться для производства композитных изделий с помощью технологий намотки, пултрузии, RTM и вакуумной инфузии, а варьируемое время гелеобразования (15–90 минут) позволяет использовать ее и для контактного формования. Может настаиваться при уровнях вакуума до -1,0 бар.

Уретанакрилатная основа позволяет использовать смолу при экстремальных температурах в диапазоне от -40 до +120°C и создавать токопроводящие\нетокпроводящие покрытия для различных задач.

Учитывая современные тенденции — нарастающее промышленное производство углепластика и снижение себестоимости углеволокна, потенциал применения уретанакрилатных смол, обладающих

Таблица 1. Свойства смолы Crestapol 1260 и ламинатов на её основе
(образцы отверждались 24 часа при комнатной температуре, и постотверждались 3 часа при 80°C)

Свойства	Показатель	Единицы измерения
Внешний вид	Жидкость светло-желтого цвета	-//-
Время гелеобразования при 20°C, 2% Trigonox 239, 2% Co	56	°C
Время гелеобразования при 20°C, 2% Trigonox 239, 2% Co	37	°C
Вязкость (при 25°C)	220	сПз
Удлинение на разрыв	2,4	%
Твёрдость по Барколу	38	Ед.
Предел прочности при растяжении	67	МПа
Модуль упругости при растяжении	3500	МПа
Температура тепловой деформации (HDT)	109	°C
Температура стеклования (Tg)	120	°C



Рисунок 3. Для изготовления бампера и передних крыльев потребовалось два слоя арамидной ткани и один слой стекловолокна



Рисунок 4. Покрытия от SCC Ltd. на смоле Crestapol, экспортирующиеся по всему миру

высоким качеством и низкой ценой, высок. А компания ООО «Химснаб Композит» готова помочь Вам внедрить в производство данные современные материалы и провести выездные консультации по применению систем Crestapol. **КМ**

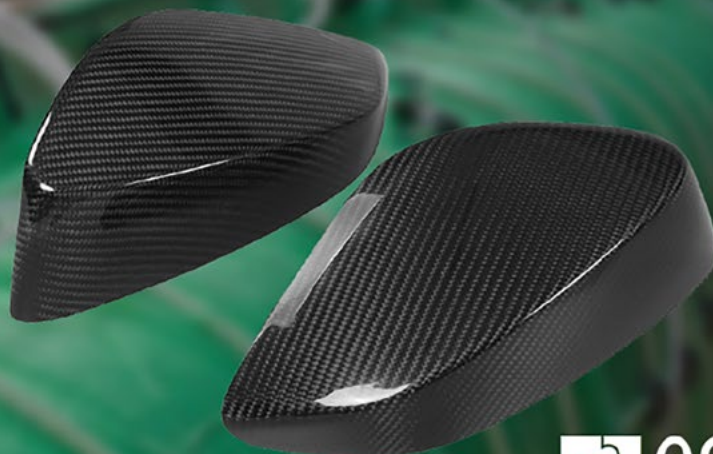
Получить более подробную информацию о предлагаемых компанией продуктах, а также заказать необходимые материалы или получить консультацию можно на сайте igc-market.ru

SCOTT BADER

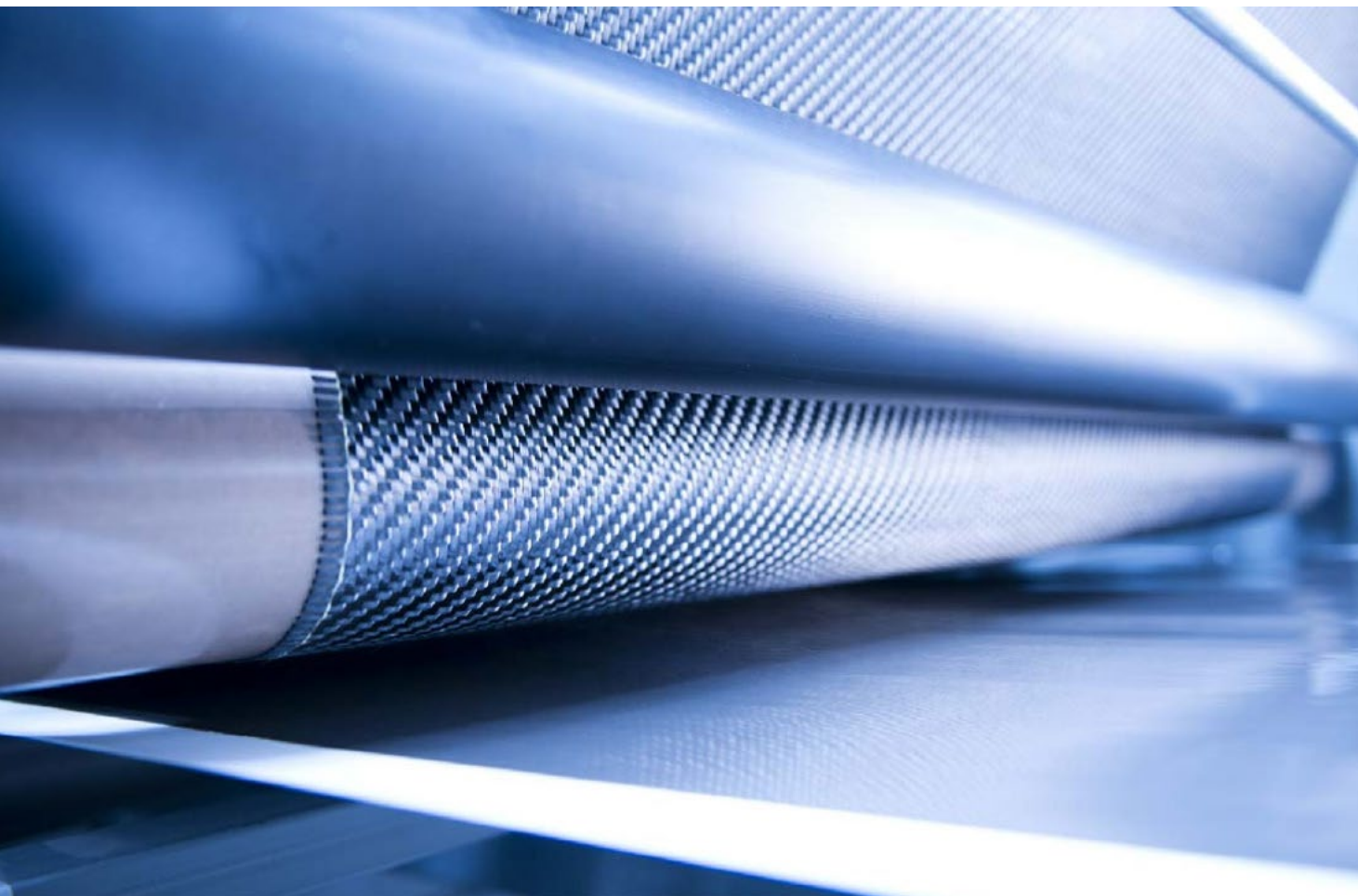
CRESTAPOL 1260

УРЕТАНАКРИЛАТНАЯ СМОЛА ДЛЯ ЗАКРЫТЫХ ПРОЦЕССОВ ФОРМОВАНИЯ

IGC-MARKET.RU



CS
composites



Экономичные препреги для композиционных оснасток



www.cp-vm.ru

В результате роста эксплуатационных требований к конечным изделиям на основе ПКМ производители сталкиваются с рядом технологических проблем из-за повышенных температур формования препрегов. В случае производства крупногабаритных изделий оснастки из композиционных материалов в отличие от металлических имеют существенное преимущество по стоимости изготовления, расходам на их эксплуатацию и затратам на технологический цикл производства. Оснастки на основе УВ превосходят остальные композиционные оснастки по размеростабильности, что особенно важно при изготовлении ответственных изделий. Уменьшение разницы значений ТКЛР материалов оснастки и детали позволяет снизить эффект коробления итогового композитного изделия.

В связи с развитием нового «препрегового» направления компания ООО «Композит-Изделия»

предлагает ознакомиться с широким ассортиментом продукции на сайте prepreg.ru. В линейке эпоксидных полимерных матриц представлены связующие с рабочими температурами от 90 до 200°C для различного применения, начиная от декора и заканчивая высоконагруженными деталями.

Особый интерес на рынке вызвали препреги на основе эпоксидного связующего CP201 для производства высокотемпературных композиционных оснасток. Основные характеристики приведены в таблице 1. Данный материал был разработан для решения проблемы размеростабильности композитных изделий, формируемых при высоких температурах. Кроме этого, материал обладает отличной драпировкостью и оптимальными режимами отверждения. Препреги на основе связующего CP 201 производятся на различных видах армирующего наполнителя, но

Таблица 1. Характеристики препрегов на основе связующего CP201

Тип УВ	Поверхностная плотность армирующего наполнителя	Тип плетения	Толщина монослоя	Массовое содержание связующего	Ширина препрега	Размер рулона
Высокопрочное УВ	200 г/м ²	Саржа 2/2	0,23 мм	45%	1250 мм	25 м
Высокопрочное УВ	600 г/м ²	Саржа 2/2	0,50 мм	35%	1250 мм	25 м

в основном используются равнопрочные ткани на основе УВ с плотность 200 г/м² для внешний слоев и 600 г/м² для набора толщины. Способ выкладки, требования по формованию и советы по работе представлены в сопроводительной документации на материал, а так же возможно дополнительное обучение от технических специалистов компании и разработчиков.

Отличительной особенностью препрегов на основе связующего CP 201 является низкая температура стадии предварительного отверждения, что позволяет использовать более дешевый материал для изготовления исходной мастер-модели. К примеру, возможность проведения первой стадии отверждения при температуре 50°C допускает использование недорогого материала МДФ для изготовления мастер-модели, так же это дополнительно сокращает затраты на электроэнергию при ведении технологического цикла.

Основные режимы представлены на рис. 1. Стадии доотверждения могут быть модифицированы в зависимости от требований по эксплуатации композиционной оснастки. Основные режимы представлены на рис. 2. Главным требованием при подборе режимов отверждения является то, что финальная стадия отверждения должна проводиться при температуре не менее чем на 20°C выше максимальной температуры эксплуатации композиционной оснастки. Выдержка при этой температуре должна быть примерно 6 часов. Оптимальная вязкость связующего обеспечивает идеальную поверхность и пропитку композиционной оснастки, поэтому для дальнейшей эксплуатации необходимо лишь обезжирить поверхность и нанести раздельный агент.

Преимущества препрегов на основе связующего CP201:

- оптимальная драпируемость,
- доступная стоимость,
- безопасность для работы операторов,
- отличная финишная поверхность,
- режимы предотверждения при температуре от 50°C,
- гибкие режимы отверждения,
- низкий ТКЛР,
- максимальная температура эксплуатации 205°C.

Если у вас остались вопросы или требуется профессиональная консультация по подбору материалов, обращайтесь к нашим специалистам: info@cp-vm.ru **КМ**

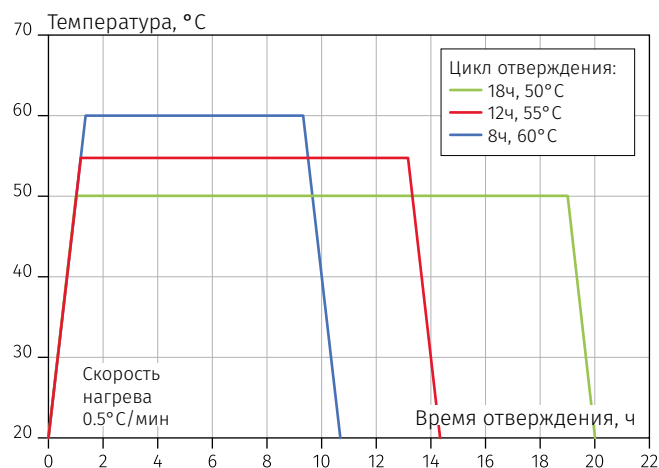


Рисунок 1. График стадии предотверждения препрега на основе связующего CP201



Рисунок 2. График доотверждения препрега на основе связующего CP201

Зиновьев Радий Сергеевич

к.т.н., доцент, технический директор ГНПК «Полидор»

Мережко Юрий Александрович

к.т.н., председатель совета директоров ГНПК «Полидор»

Хищенко Юрий Михайлович

к.т.н., доцент кафедры летательных аппаратов ЮУрГУ

Технологический контроль процесса отверждения изделий из ПКМ методом акустической эмиссии (забытая проблема)

Продолжительный по времени заключительный этап рождения материала композитной конструкции — охлаждение оказался первопричиной потери монолитности макроструктуры материала ответственных изделий. На первом этапе освоения полимерных композиционных материалов (ПКМ) особенно досаждали дефекты в виде межслойного трещинообразования. Осознание сути происходящего [1] и понимание важности последствий его для несущей способности изделия, вывели монолитность материала в проблему проблем.

В статье описано, как она решена. Однако после того как провозгласили, что «всё купим», и опустили на уровень наивысшей прибыли для акционеров, эта проблема стала мало кому интересной.

Но коль скоро начали осознать, что наше будущее остаётся в одной отдельно взятой стране, к качеству изделий из композитов пора возвращаться.

Тем, кому довелось в прошлом веке внедрять композиционные материалы в ракетную технику, памяты последствия «рационализаторства» с целью сокращения длительности режима отверждения материала на его заключительной стадии. Протест конструкции на подобные нарушения порой был столь устрашающе громким, что сеял панику среди непосвящённых свидетелей. На стремление сократить цикл изготовления и снизить материальные затраты при организации серийного производства емкостей из композитов, рационализаторы получили выразительный отклик конструкции на изменение её напряженно-деформированного состояния в результате силового и температурного воздействия.

Акустическая эмиссия (АЭ), сопровождающая все четыре типа повреждений в композиционном материале (растрескивание матрицы, разрыв волокон, расслоение и отслоение), первоначально была использована с целью фиксации накапливаемых структурных повреждений и определения допустимой их доли по толщине и площади локализации в тонкостенной конструкции, при которой конструкцию можно было продвинуть для дальнейшей сборки, не опасаясь существенной потери несущей способности готового изделия. Но технологи мечтали о монолитности и бездефектности конструкции после её полимеризации.

Здесь очень уместно высказывание космонавта Уолтера Ширры о невольном возникающем чувстве «беспокойства, когда твоя жизнь зависит от правильности функционирования тысяч деталей, каждая из которых поставлена фирмой, предложившей изготовить её за самую низкую цену». И вдохновляющий пример полностью композитного фюзеляжа «Боинга-787», стыкуемого из четырёх цилиндрических секций, в которых исключены 50 тыс. элементов крепежа, необходимых в алюминиевом варианте. И теперь ваше, читатель, невольное беспокойство по поводу количества повреждений (из тех четырёх типов), уже обнаруженных АЭ в этих секциях перед тем, как они попали на сборку лайнера. Такова интрига принципа безопасной повреждаемости, на который переходит наш потенциальный авиаперевозчик.

Основная причина возникновения начальных напряжений в волокнистых композитах — термическая усадка компонентов при охлаждении от температуры отверждения связующего до комнатной. Поскольку коэффициент линейного термического расширения (КЛТР) матрицы обычно выше, чем у волокон, напряженное состояние в матрице характеризуется наличием сжимающих радиальных и растягивающих тангенциальных и осевых напряжений, а в волокнах — сжимающих радиальных и осевых напряжений.

Наиболее опасны для высокомодульных композиций возникающие в матрице продольные и окружные растягивающие напряжения. Величина которых, особенно при многократных нагружениях и нагревах, может превысить прочность матрицы или прочность связи её с волокном и вызвать растрескивание матрицы. Как следствие — уменьшение упругих и прочностных характеристик, а далее — снижение реализации свойств

волокон в композите из-за нарушения сплошности.

В конце процесса охлаждения технологические напряжения незначительно релаксируют, однако после повторного нагрева они возникают вновь. Больше всего это отмечается на углеволокнистых, наполнители которых имеют минимальные значения КЛТР.

Проблема охлаждения оболочек из реактопластов стала актуальной [1]. Об излучении звуковых и ультразвуковых импульсов при росте трещин в стали было уже известно, и этот опыт был опробован при неразрушающем контроле композиционных материалов [2]. В 1976 году появилась модель трещины как излучателя упругих колебаний [3]. Подробный анализ механических характеристик нескольких типов эпоксидных связующих в процессе отверждения был проведён в МЭИ (Московском энергетическом институте). Исследовалась кинетика химической и термической усадок, вязкости, коэффициента фильтрации, мгновенная и квазиравновесная податливость, кинетика характеристик прочности полужаготовки по отношению к межслойному отрыву и сдвигу. Численным анализом и экспериментом была доказана существенная роль скорости охлаждения в образовании остаточных температурных напряжений, которые возникают при охлаждении готового изделия от температуры термообработки до комнатной температуры. В результате в монографии В. В. Болотина и Ю. Н. Новичкова появилась глава, посвящённая технологическим задачам механики слоистых композитов [4].

Формирование структуры контрольно-измерительного комплекса (КИК) для автоматизированного управления температурно-временным режимом охлаждения изделий из ПКМ стало этапом на пути создания конструкций с высокой надёжностью.

Столкнувшись со столь неожиданным и неприятным проявлением АЭ, не сразу удалось убедиться в том, что трещина способна тихим шёпотом информировать о своём росте. Тогда возникла задача выделить и поймать этот шёпот, потому что фон акустических шумов несёт в себе электромеханические помехи, шумы, излучаемые технологической оснасткой и технологическим оборудованием, и сигналы о дефектах в самой конструкции из ПКМ.

Электромагнитные помехи проявлялись сигналами с большой амплитудой и малой суммой осцилляций. Сигналы с малыми амплитудами, но большой суммой осцилляций были характерны для механических шумов, излучаемых технологической оснасткой, в том числе при механических воздействиях на неё. Дефектам материала контролируемого изделия типа межслойных трещин были присущи сигналы с большими амплитудами и большой суммой осцилляций (существует ещё эквивалентный параметр — сумма событий). При параллельной регистрации шум/сигналов из этого хаоса нужно было извлечь информативную составляющую для управления стадией охлаждения.

В разрешении этих проблем был сформирован специализированный КИК для контроля термообработки цилиндрических заготовок [11].

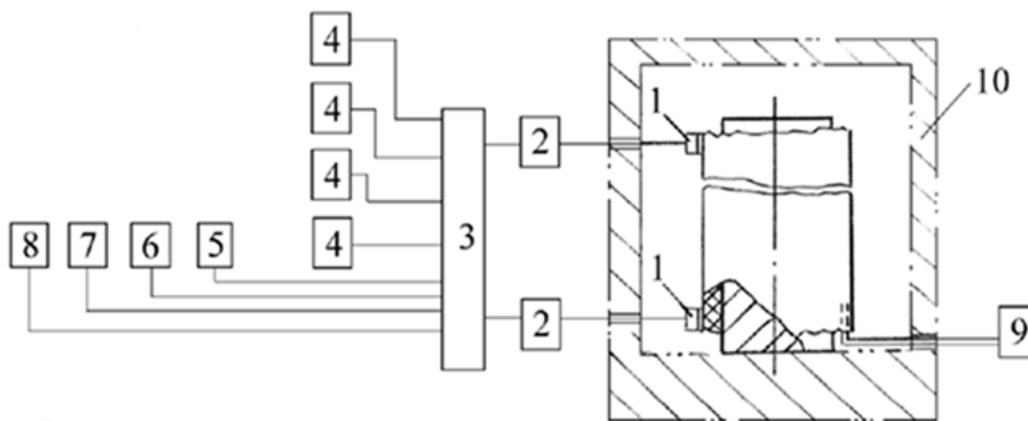


Рисунок 1. Схема контрольно-измерительного комплекса для проведения контроля методом акустической эмиссии

В его основе (см. рис. 1) использовался базовый двухканальный акустико-эмиссионный прибор АФ-15 (3) производства ПО «Волна» (г. Кишинёв). В качестве приёмных (1) применены высокотемпературные пьезоэлектрические преобразователи акустической эмиссии (ПАЭ) с рабочей температурой до 523K, в качестве предусилителей (2) — блоки САА-06 из комплекта прибора АФ-15 (применялись и блоки специальной разработки). Коммутация ПАЭ с предусилителями выполнена термостойкими кабелями с фторопластовым покрытием типа РТКФ-71, допускающим температуру до 673K. Остальные соединения осуществлялись обычным кабелем типа РТК.

Состав регистрирующей аппаратуры определялся

задачами контроля. В наиболее полном варианте в него вошли: частотомеры (4) типа 43-33, 43-38, 43-57; самописцы (5 и 9) типа Н-306, Н-308, Н-327-3 и ЭПП-09; анализаторы (7) типа АИ-128, АИ-1024; осциллографы (6) типа С1-68, С1-72, С1-94; цифроречевое устройство (8) типа Щ68000К. На рисунке 1, 10 — термостат.

В графической или цифровой форме регистрировались следующие сигналы АЭ: сумма событий (импульсов) и сумма осцилляций по обоим каналам; активность, скорость счёта, амплитуда, распределение сигналов по амплитудам; форма высокочастотного импульса АЭ.

В целях выбора оптимального режима эксплуатации КИКА и воспроизведения выбранного режима проводилась калибровка каналов электроакустического тракта и настройка (градуировка шкал) регистрирующей аппаратуры при помощи блока имитатора акустической эмиссии СМА-04 из комплекта прибора АФ-15.

Для оценки влияния темпа охлаждения на монолитность цилиндрических заготовок опробовано четыре режима охлаждения (рис. 2):

- а — жёсткий (охлаждение отверждённой заготовки на воздухе), град/час;
- б — ускоренный (охлаждение в печи с открытой дверью), град/час;
- в — нормальный (охлаждение в печи с закрытой дверью), град/час;
- г — мягкий или релаксационный, град/час.

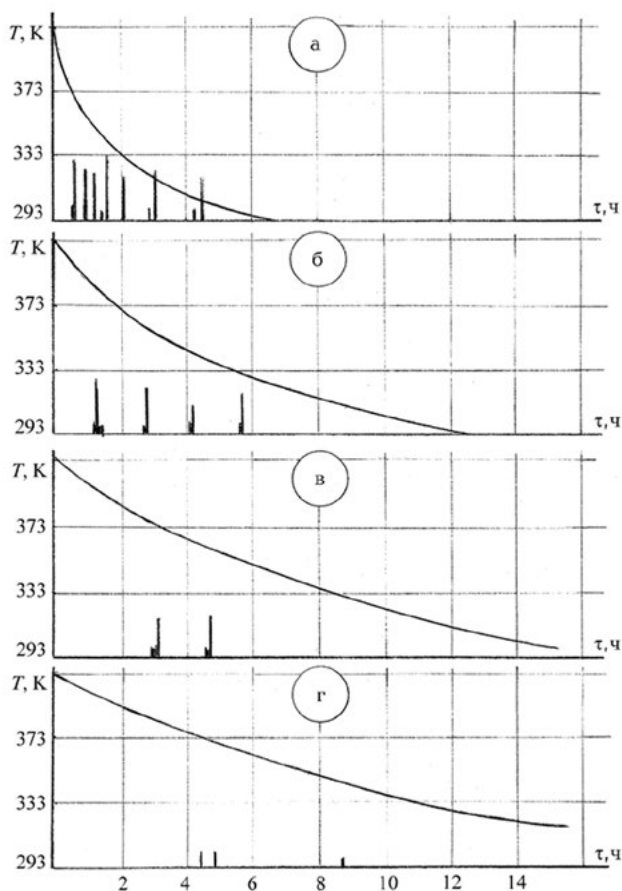


Рисунок 2. Акустическая активность в зависимости от режима охлаждения отверждённой заготовки

Контроль за изменением температуры охлаждаемой заготовки осуществлялся прибором ЭПП-09 с помощью хромель-копелевой термопары, вмотанной в срединные слои оболочки. Материал цилиндрической заготовки — стеклопластик на основе ткани ТС-11-76 и связующего ФФЭ-70. Внутренний диаметр заготовки — 320 мм; толщина стенки — 20 мм; длина заготовки — 310–315 мм.

Акустическое «прослушивание» осуществлялось с температуры 413 K. На рисунке 2 показано изменение температуры цилиндрической заготовки в процессе охлаждения по четырём режимам, на оси абсцисс нанесены штрихи, соответствующие зарегистрированным звуковым сигналам.

Растрескивание в заготовке начинается при температуре стеклования связующего и заканчивается при

Материалы для производства КОМПОЗИТНЫХ ИЗДЕЛИЙ:

Смолы и отвердители

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

Армирующие материалы

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

Оборудование для RTM и инфузии

Разделительные составы

- Грунты для форм
- Очистители для форм
- Полупостоянные разделители

Материалы для производства оснастки

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

Адгезивы и клеи

- Полиэфирные пасты
- MMA клеи
- Крепёжные элементы



COMPOSITES & POLYURETHANES
BANG & BONSUMER



BANG & BONSUMER
DELIVERING SMART MATERIAL TECHNOLOGIES

ООО Банг и Бонсомер, Москва

Отдел композиционных материалов

Телефон: +7 (495) 258 40 40 доб. 116

e-mail: rus-composites@bangbonsomer.com

313–323 К. С увеличением скорости охлаждения интенсивность и амплитуда звуковых сигналов возрастает.

Процесс охлаждения сопровождался двумя видами звуковых сигналов:

- звуковой фон с переменной амплитудой, который является следствием накопления микроразрушений от непрерывно возрастающих температурных напряжений;
- звуковой «щелчок» — соответствующий моменту образования трещины в цилиндрической заготовке.

По амплитуде этого сигнала можно судить о величине трещины. Обычно сигналам с большой амплитудой предшествует 3–4 сигнала с более низкой амплитудой. Это говорит о скачкообразном, а затем лавинном образовании трещин. Сначала образуется несколько рядом находящихся микротрещин, которые постепенно растут и, достигнув критической длины, соединяются между собой, превращаясь в макрорасслоения [11].

Отработанный алгоритм технологического контроля режима отверждения цилиндрической заготовки из ПКМ методом АЭ представлен на рисунке 3. При размещении ПАЭ на внешней поверхности цилиндра удобно эту операцию проводить после калибровки каналов и настройки аппаратуры, обеспечивая гарантированный контакт преобразователя с поверхностью заготовки. При необходимости установки ПАЭ на внутренней поверхности цилиндра приходится действовать наоборот. Оправка с заготовкой и установленными ПАЭ отправляются в печь на транспортной тележке. При установке оправки на тележку необходимо предусмотреть акустическую изоляцию оправки от остального технологического оборудования (в нашем случае использованы асботканевые подушки). После стопорения тележки в печи производится подключение кабелей от ПАЭ к аппаратуре КИК.

Перед началом охлаждения заготовки аппаратура КИК включается на прогрев (около 30 мин.). В процессе охлаждения проводится приём сигналов АЭ и регистрация параметров этих сигналов в такой комбинации: амплитуда, сумма событий либо активность АЭ, сумма осцилляций либо скорость счёта АЭ. Целесообразно дополнительно регистрировать и распределение сигналов АЭ по амплитудам. Этот параметр позволяет достаточно точно оценить степень дефектности трубчатой заготовки по принятым сигналам акустической эмиссии.

Поскольку контролем охватывается практически весь период охлаждения, признано целесообразным вести съём и фиксирование показаний регистрирующей аппаратуры пошагово. Выбор длительности шага измерений определяется длительностью всего периода контроля. Причём на наиболее ответственных этапах периода охлаждения изделия (например, при переходе связующего из вязкой фазы в твёрдую) разумно шаг уменьшать. Практиковали этапы контроля длительностью от двух до восьми часов с учётом требований изготовителя аппаратуры по соблюдению условий надёжной её эксплуатации. Рекомендуем показания регистрирующей аппаратуры сбрасы-

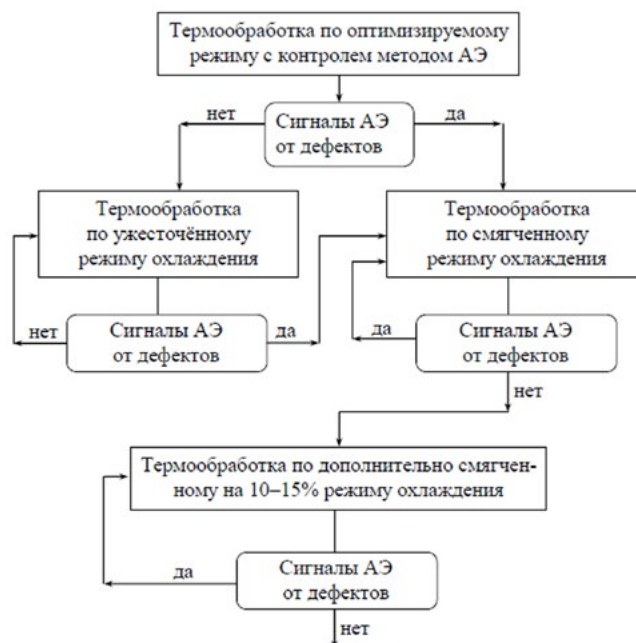


Рисунок 3. Алгоритм отработки бездефектного режима термообработки цилиндрических заготовок с использованием метода акустической эмиссии [5, 11, 12]

вать после каждого шага для исключения влияния промахов и случайных погрешностей измерений на последующие шаги.

При обработке результатов контроля выделяются температурно-временные интервалы с наиболее интенсивным поступлением сигналов. Среди них выделяются сигналы, поступающие от дефектов типа межслоевых трещин. Эти сигналы характеризовались большой амплитудой (более 2,2 В по откалиброванной шкале самописца), большими значениями активности АЭ (более 5–8 импульсов в секунду) или скорости счёта (более 50 импульсов в секунду). Заключение о качестве цилиндрической заготовки по критерию монолитности выдаётся по количеству этих сигналов и их температурно-временному распределению. Распоряжение о прекращении работ застало нас на этапе калибровки эталонных откликов АЭ.

Для монолитной конструкции звуковых сигналов, характерных для трещинообразования в матрице композита, быть не должно. Достижение этой цели было отработано по алгоритму на рисунке 3. Вначале термообработка ведётся по рекомендуемому для используемого связующего режиму. В случае появления сигналов АЭ от дефектов производится корректировка режима охлаждения в сторону его смягчения. В противном случае возможно ужесточение режима охлаждения. На выходе из этого итерационного процесса в цикле смягчения режима осуществлялось дополнительное 10–15-процентное смягчение режима (по скорости охлаждения, температуре и времени выдержки) с целью гарантирования технологической бездефектности. При отсутствии сигналов АЭ от дефектов данный режим термообработки фиксировался в нормативной документации на изделие в качестве рекомендуемого.

В подтверждение приведём зависимость темпе-



ДУГАЛАК

МЫ ТАМ, ГДЕ НАШИ КЛИЕНТЫ

Производство:
ДУГАЛАК, г. Ярославль, РФ
Отдел продаж
тел. +7 (4852) 73-37-01, 73-37-64
Техническая поддержка
тел. (4852) 73-52-51
dugalak@nordnet.ru
www.dugalak.ru

Dugalak d.o.o., г. Шабац, Республика Сербия
тел. +(381) 117-119-590
nevena.tisma@dugalak.com
www.dugalak.com

Дугалак ЦФО
г. Москва
тел. 7 (926) 793-26-25
www.dugalak.moscow

Дугалак Северо-Запад
г. Санкт-Петербург
тел. 7 (812) 458-50 89
www.dugalak.spb.ru

ДУГАЛАК ПФО
г. Нижний Новгород
тел. 7 (831) 282-00-53

Дугалак Трейд
г. Ярославль
тел. 7 (920) 143-65-95
www.dugalaktrade.ru

ДУГАЛАК СИБИРЬ
г. Новосибирск
тел. 7 (913) 770-74-51
www.dugalaksibir.ru

ДУГАЛАК-САМАРА
г. Самара
тел. 7 (987) 955-18-31
www.dugalak-samara.ru

Дугалак-Урал
г. Екатеринбург
тел. 7 (922) 603-99-11
www.dugalak-ural.ru

Дугалак-Юг
г. Краснодар
тел. 7 (989) 271-83-16
www.dugalak-yug.ru

Дугалак-Дальний Восток
г. Владивосток
тел. 7 (914) 690-09-11
www.dugalak-dv.ru

ДУГАЛАК КАЗАНЬ
РТ, г. Казань
тел. 7 (962) 505-38-94

ДУГАЛАК-КРЫМ
АРК, г. Симферополь
тел. 7 (978) 982-83-52
www.dugalak-yug.ru

ДУГАЛАК БЕЛАРУСЬ
РБ, г. Минск
тел. (375) 17-344-08-44
www.dugalak.by

Дугалак Казахстан
РК, с. Иргели
тел. 7 (708) 709-14-14
www.dugalak.kz

DUGALAK CZ s.r.o.
Чешская Республика
тел. +(420) 773-984-444
daniil.lissichkin@dugalak.cz

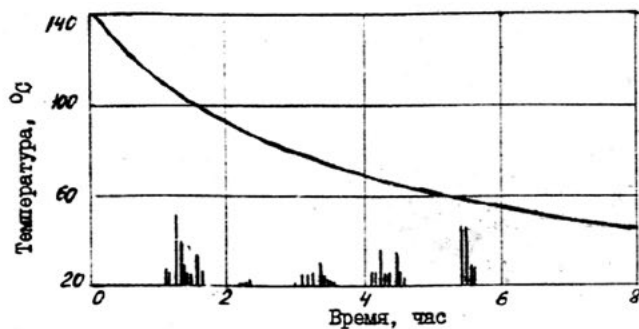


Рисунок 4. Охлаждение стеклопластиковой оболочки вместе с термостатом

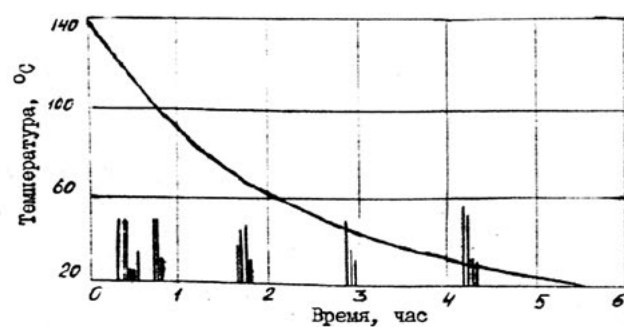


Рисунок 5. Повторное охлаждение оболочки на воздухе

ратуры охлаждения стеклопластиковой оболочки вместе с термостатом (рисунок 4). Температура замерялась термопарами, помещёнными в оболочку. На оси времени показаны звуковые импульсы — следы проявления трещин. Интенсивное растрескивание началось с температуры $\sim 100^{\circ}\text{C}$, то есть при переходе связующего в стеклообразное состояние. Эта же оболочка через 24 часа повторно нагревалась до уровня выше температуры стеклования и охлаждалась на воздухе в помещении (рисунок 5). То, что накопилось, то и проявилось, хотя режим охлаждения другой. Да и интенсивность звуковых сигналов стала, естественно, выше, а время охлаждения меньше.

Выводы

- подтверждено, что монолитность конструкции достигается на этапе охлаждения полимеризуемого реактопласта;
- эффективные менеджеры оценивают технологию АЭ-метода достаточно сложной, необходимое оборудование дорогим, а квалификацию персонала высокой. А где прибыль? Однако чтобы избежать рекламаций, приходится его использовать, а в авиационной и ракетно-космической технике — бесспорно!
- задача автоматизированного управления температурно-временным режимом охлаждения высокоответственных изделий, которая лежит в основе прогнозирования надёжности конструкций, осталась незавершённой. Требуется предусмотреть исключение возможности какого-либо вмешательства в ход бездефектного процесса охлаждения;
- дополнительный интерес к АЭ-контролю связан с его диагностическими возможностями в много-разовых ракетных системах [6, 7], когда на борту ракеты должно быть оборудование для идентификации различных этапов разрушения композита и диагностики состояния ракеты накануне очередного предстоящего старта [8]. В реальном масштабе времени оно должно оценивать степень опасности возникших дефектов и возможность очередного нагружения конструкции. В русле этих проблем появились работы новосибирских исследователей [9, 10];
- и ещё раз: пора поворачиваться к бездефектности, ведь в прошлом даже японцы признавали приоритет СССР в бездефектном производстве.

Список литературы

1. Шалыгин В. Н. Проблема охлаждения стеклопластиковых оболочек. — В сб.: Полимерные материалы в машиностроении. Пермь, Пермский политехнический институт, 1979. — №127.
2. Детков А. Ю., Потапов А. И. Опыт применения метода акустической эмиссии при неразрушающем контроле композиционных материалов. — ЛДНТП, 1975.
3. Маслов Л. А. Модель трещины как излучателя упругих колебаний // Прикладная механика и теоретическая физика. — 1976. — № 2. — С. 160–166.
4. Болотин В. В., Новичков Ю. Н. Механика многослойных конструкций. — М.: Машиностроение, 1980. — 375 с.
5. Зиновьев Р. С. Методы оценки качества при изготовлении тонкостенных подкреплённых оболочек из ПКМ. // Р. С. Зиновьев, В. Д. Клеймёнов, И. М. Крымский, О. Л. Петровский, З. С. Салихов, В. Н. Шалыгин. ЦНТИ «Поиск», серия VII, №95. — Миасс: КБ Машиностроения, 1989. — 72 с.
6. Макаров О. С. Спасение с небес // Популярная механика. — 2015. — № 8. — С.24–29.
7. Фишман Р. От простого к сложному // Популярная механика. — 2017. — № 4. — С.32–42.
8. Попов А. В., Тесля Д. А., Комлев А. Б. Система прочности конструкций авиационной и ракетно-космической техники на основе метода акустической эмиссии // Контроль. Диагностика. — 2018. — №8. — с. 34–39.
9. Батаев А. В., Степанова Л. Н., Лапердина Н. А., Чернова В. В. Акустико-эмиссионный контроль ранней стадии развития дефектов при статическом нагружении образцов из углепластика // НТЖ: Контроль. Диагностика. — 2018. — №8. — с. 14–20.
10. Степанова Л. Н., Чернова В. В. Акустико-эмиссионный контроль процесса разрушения образцов из углепластика при воздействии статической нагрузки, положительных и отрицательных температур // НТЖ: Контроль. Диагностика. — 2019. — № 6 — С. 34–41.
11. Зиновьев Р. С., Мережко Ю. А. Методология создания бездефектной технологии изготовления подшипников скольжения из армированных реактопластов. — LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. — 377 с.
12. АС274545 СССР Способ технологической отработки режимов отверждения композитных оболочек // Р. С. Зиновьев, В. Н. Шалыгин, Г. В. Додин, А. Ю. Максаков, В. А. Кузнецов. 1987. Заявка № 3174403/23-05.26.06.87; МКл В29С 35/00.



ATL / AFP
ДЕТАЛИ/ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ
НА КОТОРУЮ МОЖНО РАСЧИТЫВАТЬ!

- Модульные узлы, с возможностью надстройки
- Сменные головки для разных материалов
- Проверено в работе с термопластами
- Конфигурации: рука робота и портальная конструкция
- Система контроля в процессе укладки

Пророкова Н. П., д.т.н.

Институт химии растворов им. Г. А. Крестова
Российской академии наук

Ширшова Е. П.,

Асташкина О. В., к.т.н.

Санкт-Петербургский государственный
университет промышленных технологий и дизайна

Уникальный материал — бумага



Одним из древнейших изобретений человечества, не потерявших актуальность по сей день, является бумага. Принято считать, что бумага — это листовый материал, обычно состоящий из растительных волокон, соответствующим образом обработанных и соединенных в тонкий лист, в котором филаменты связаны между собой поверхностными силами сцепления. Однако известны бумаги на основе различных волокон как синтетических, так и минеральных [1]. В числе волокон, из которых были получены бумаги специального назначения, — арамидные, углеродные, керамические, металлические и другие.



Рисунок 1. Фотография листа бумаги из углеродных волокон

Бумаги отличает ряд важных достоинств: большая прочность на раздирание, устойчивость к многократным изгибам. Благодаря их пористости, они хорошо пропитываются различными составами и, таким образом, являются отличным материалом для создания уникальных композитов [1].

Ускоренное развитие науки и техники потребовало создания новых видов бумаг, обладающих рядом особых свойств. К таким свойствам относятся: стойкость к агрессивным средам, термостойкость или термопроводность, высокая механическая прочность, высокие электроизоляционные свойства или высокая электропроводность, устойчивость к радиации, низкая степень деформации, биостойкость и так далее. Все перечисленные свойства могли быть достигнуты за счёт расширения сырьевой базы и обогащения теоретических основ технологии производства.

На сегодняшний день разнообразие терминов и определений, относящихся к видам бумаг, насчитывает более двухсот стандартизированных видов бумаг, используемых в различных сферах [2].

В данной статье будут рассмотрены основные виды бумаг со специальными свойствами, в том числе полученные из волокон специального назначения.

Бумаги на основе углеродных волокон могут быть получены из нетканого материала, пропитанного связующим. Пропитанный материал подвергается горячему прессованию и далее при необходимости карбонизации и графитации. На рисунке 1 показан внешний вид листа бумаги из углеродных волокон [3].

Бумаги на основе углеродного волокна, как правило, отличаются высокой электропроводностью и могут быть использованы в качестве электродов в водородном топливном элементе, электрохимических процессах [3, 4].

Известны также бумаги, получаемые из смеси углеродных волокон и волокон других типов — вискозных, поливинилспиртовых, асбестовых, полиамидных, полиолефиновых, целлюлозных. В зависимости от содержания углеродных волокон, бумаги этого вида могут иметь регулируемую электропроводность и среди прочего использоваться в качестве листовых нагревателей.

Относительно новыми углеродными материалами волокнистой структуры являются бумаги из углеродных нанотрубок. Это лёгкий, прочный, устойчивый к действию высоких температур материал. Он интересен не только как объект изучения физиков-экспериментаторов. Благодаря своим уникальным свойствам, углеродные нанотрубки (УНТ) уже давно привлекли внимание исследователей, работающих над созданием новых материалов для катализаторов, фильтров, электродов, конденсаторов и также бумаги. В теории эти бумаги должны иметь такие же хорошие механические, электрические и термические свойства, как и отдельные нанотрубки.

Один из способов получения бумаги из УНТ описан в работе [5]. Сначала методом химического газофазного осаждения (CVD) на кремниевой подложке (обычно круг диаметром 10 см) выращивают плотный массив многостенных нанотрубок высотой более 100 мкм. Затем применяется принцип домино (рисунок 2). Массив нанотрубок покрывают микропористой мембраной и «прокатывают» с помощью небольшого стального валика, сплющивая массив. Силы Ван-дер-Ваальса прочно скрепляют нанотрубки друг с другом. Образуется материал в форме плотной бумаги. С помощью микропористой мембраны она легко отделяется от подложки. Мембрану, в свою очередь, можно отделить, пропитав ее этанолом.

Использование принципа домино позволяет получить плотный материал, состоящий из хорошо ориентированных нанотрубок. Такие материалы наиболее перспективны для электродов суперконденсаторов.

Керамическая бумага является наиболее массовым видом бумаги, производимым на основе волокон минерального происхождения.

Керамическая бумага изготавливается из керамических волокон на оборудовании для производства бумаги. Небольшое количество органического связующего добавляется с целью повысить прочность бумаги на растяжение. Данное связующее выпари-

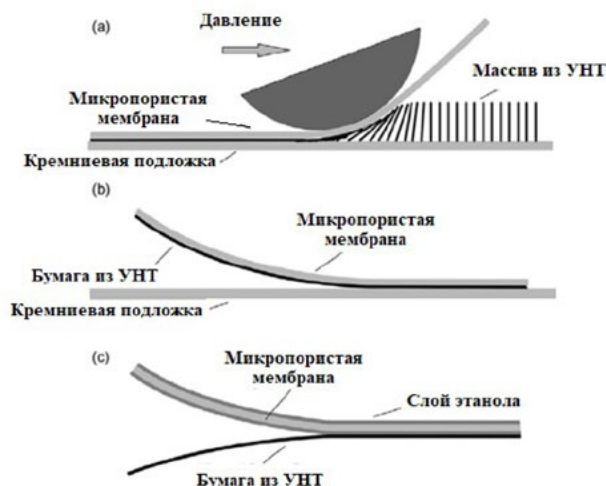


Рисунок 2. Схема принципа «домино» для получения бумаг из УНТ: а — формирование бумаги из отпрессованных ориентированных нанотрубок; б — отделение бумаги от подложки; с — отделение бумаги от микропористой мембраны (источник: www.nanonewsnet.ru)

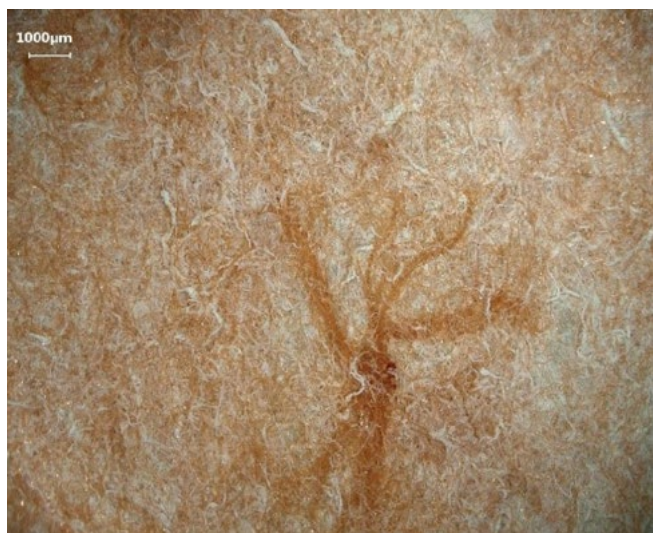


Рисунок 3. Бумага из синтетических волокон
ПОД и целлюлозы

вается при достижении бумагой рабочих температур.

Такая бумага применяется в качестве тепло- и электроизоляции электронагревательных аппаратов, теплоизоляции тепловых агрегатов, термических печей, для термических швов в футеровках печей, изоляции паропроводов, герметических высокотемпературных прокладок, для фильтрации горячих металлов, масел и расплавов солей; в автомобильных камерах сгорания дорогую нержавеющую сталь заменяют мягкой сталью, обшитой тонкой керамической бумагой. Температура применения керамической бумаги — не выше 1250°C [6]. Для керамических бумаг характерно хорошее сопротивление разрыву, высокая гибкость, устойчивость к термоударам, отсутствует адгезия к металлам (даже расплавленным). Также

она характеризуется высокой хемостойкостью.

В настоящее время бумага из синтетических волокон стала незаменимым материалом, определяющим прогресс в ряде отраслей мировой промышленности. Высокотемпературная электроизоляция, обеспечивающая надёжную работу электрооборудования при повышенных температурах; фильтрующие материалы, обладающие высокой стойкостью к агрессивным средам, улучшенной удерживающей способностью и повышенной скоростью фильтрации; сорта бумаги для печати, в которых сочетается высокая механическая прочность в сухом и влажном состоянии, низкая степень деформации, биостойкость с прекрасными печатными свойствами — вот области использования бумаги из синтетических волокон.

Благодаря своим уникальным свойствам, она способна не только конкурировать, но и частично, а в ряде случаев полностью заменить традиционные виды бумаг из растительных волокон.

Технология производства бумаги из синтетических волокон принципиально не отличается от производства бумаги из растительных волокон. Однако в связи с тем, что большинство синтетических волокон по своей природе гидрофобны, не набухают в воде и не фибриллируются при размоле, производство бумаги из них имеет свои специфические особенности. Они заключаются в необходимости резки волокон на определённую длину, изыскании способов получения устойчивых суспензий, выборе связующих веществ для обеспечения связи между волокнами в процессе формирования бумаги и её отделки.

Также бумагу из синтетических волокон можно получать по сухому способу — путём изготовления бумажного полотна без помощи воды при использовании специальных связующих. Из-за отсутствия у

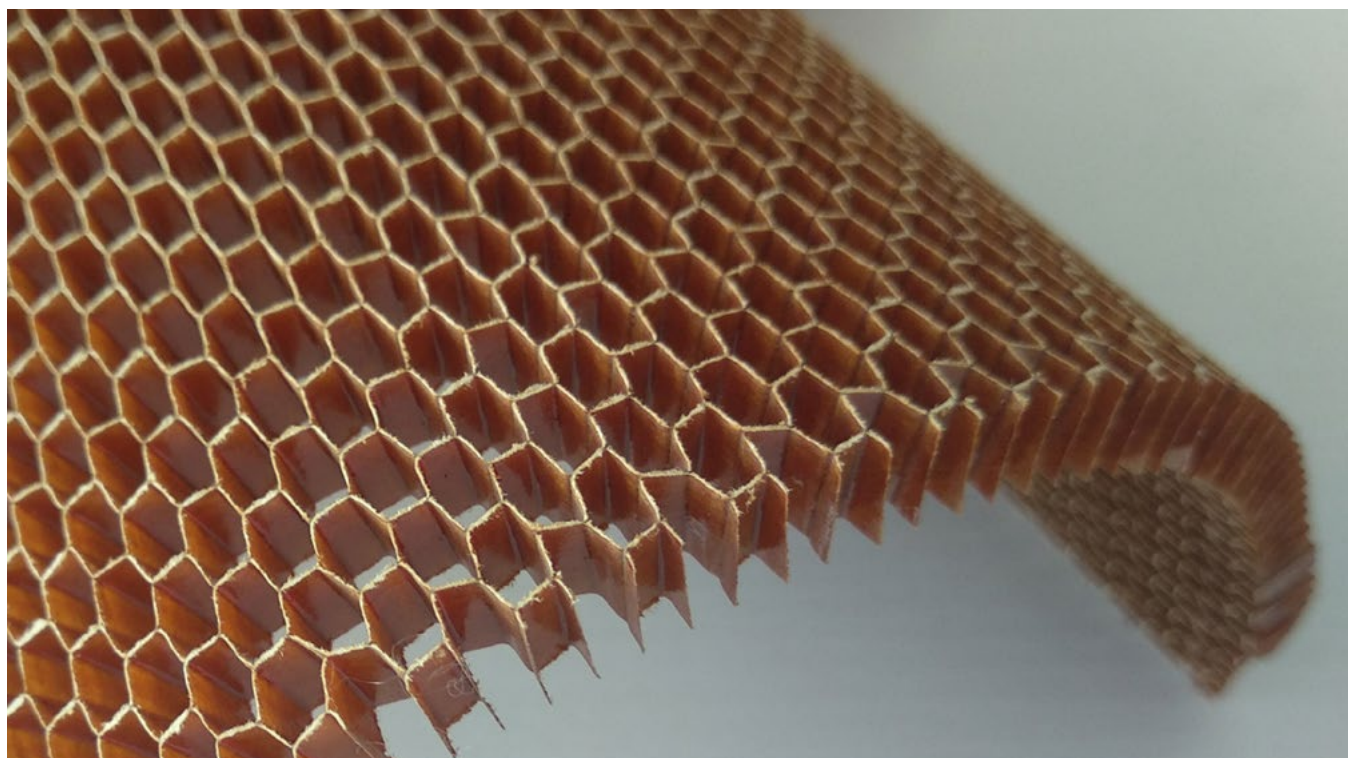


Рисунок 4. Сотовый наполнитель из мета-арамидной бумаги

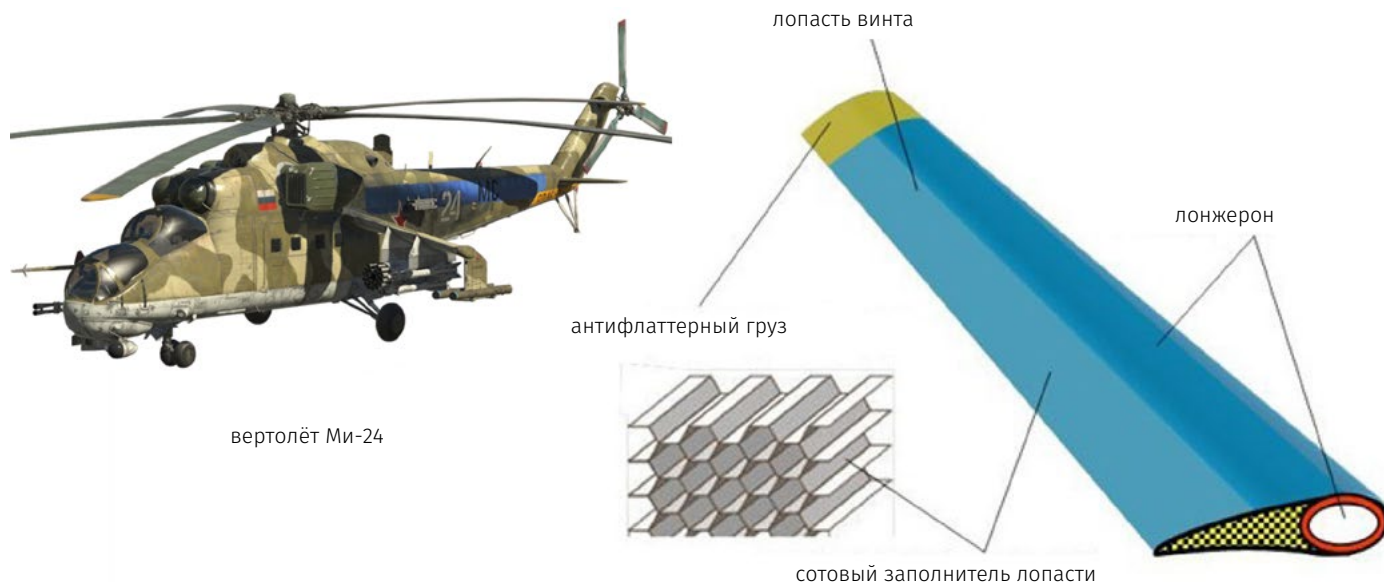


Рисунок 5. Пример использования сотовластов в авиастроении

синтетических волокон достаточных сил сцепления, аналогичных присущим волокнам целлюлозы, в производстве бумаги на основе синтетических волокон приходится прибегать к специальным связующим, обеспечивающим бумаге определённую механическую прочность. На рисунке 3 представлен снимок поверхности бумаги, полученной из синтетических термостойких полиоксидиазольных волокон и связующего — целлюлозы.

На сегодняшний день среди бумаг на основе синтетических волокон, используемых в технике, самыми распространёнными являются бумаги на основе мета- и параарамидных волокон.

Наиболее известной метаарамидной бумагой, производимой в промышленном масштабе, является бумага из волокон «Номекс». По химическому составу она представляет собой ароматический полиамид и в целом известна под названием «арамид». Молекулярная структура этого материала отличается высокой стабильностью, что и определяет свойства волокон и бумаги «Номекс» [7].

Эта бумага производится из двух форм арамидного полимера. Непосредственно из полимера под высоким сдвиговым усилием производятся небольшие волокнистые связующие частицы — фибриды. Они смешиваются с короткими волокнами — флоком, которые нарезаются определенной длины из элементарного волокна.

Оба компонента: флок и фибриды — смешиваются в пульпу на водной основе, из которой на специальной бумагоделательной машине производится непрерывный листовый материал. При выходе из машины бумага имеет низкую плотность и обладает довольно посредственными механическими и электрическими свойствами.

Последующее уплотнение и упрочнение внутренних связей осуществляется с помощью высокотемпературного каландрования. Получаемая в результате бумага обладает механической прочностью, гибкостью и хорошими электрическими свойствами, которые

сохраняются при высоких температурах [8, 9].

Бумаги «Номекс» характеризуются высокой механической прочностью, гибкостью, стабильностью электроизоляционных характеристик при воздействии высоких температур, ввиду хорошей термостабильности метаарамидного полимера.

Такие бумаги наряду с параарамидными применяют для создания многослойных электроизоляционных материалов, а также лёгких и не поддерживающих горения сотовых наполнителей (рисунок 4).

Сотовые наполнители на основе мета- и параарамидных бумаг активно используются в авиастроении. Из них изготавливают сотовласты, которые используют для изготовления лопастей, лонжеронов и других элементов корпуса летательных аппаратов (рисунок 5).

Материалами для получения сотовластов могут быть фольги, целлюлозные или полимерные бумаги, стеклоткани, углеткани, гетинаксы и текстолиты, пропитанные фенолоформальдегидными или эпоксидными смолами. Конструкция стандартной сотовой панели представлена на рисунке 6.

На рисунке 7 показана сотовластовая панель, изготовленная из параарамидной бумаги и углепластика.

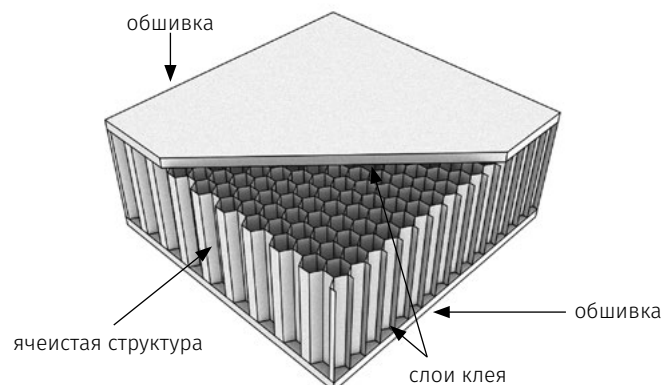


Рисунок 6. Конструкция стандартной сотовой панели

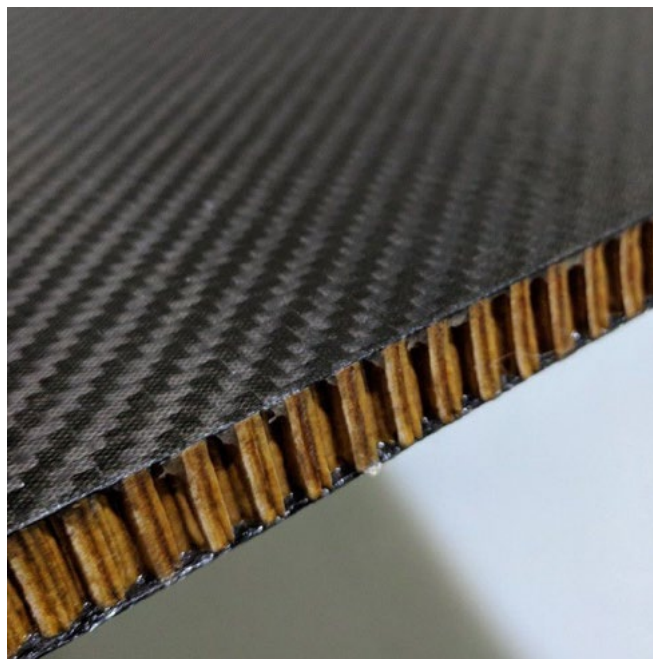


Рисунок 7. Композит с сотовым наполнителем и покровными слоями из углепластика (источник: kmvcity.ru)

Конструкция сухих трансформаторов с изоляцией из мета- и параарамидной бумаги способна выдержать рост температуры до 150°C. При этом требуется меньше токопроводящих материалов и стали для сердечников, что приводит к снижению исходных затрат.

Такие изоляционные материалы сохраняют превосходные электрические и механические характеристики в течение всего срока эксплуатации трансформатора. Незначительное старение, стойкость к усадке и сжатию, а также прекрасная эластичность материалов способствуют сохранению плотности намотки и ее способности противостоять короткому замыканию, даже после длительной эксплуатации [10].

Некоторыми примерами применения бумаги и прессованного картона из мета- и параарамидной бумаги в электродвигателях (рисунок 8) и генераторах являются пазовые прокладки, вкладыши, средние и верхние изоляционные штанги, изоляция фаз, обертка проводников, обертка обмоток и шихтовка, концевые пластины и другое.

Таким образом, бумаги, на основе обладающих комплексом особых свойств волокон специального

назначения, являются незаменимыми материалами в технике. Применяются для решения широкого спектра задач, в числе которых разработка высокотемпературной электроизоляции, термоизоляции, композиционных материалов, устройств водородной энергетики.

Литература

1. Фляте Д. М. Технология бумаги / Д. М. Фляте. — М.: Лесная промышленность, 1988. — 440 с.
2. Бумага. Термины и определения (с Изменением N 1): ГОСТ 17586-80. — Изд. май 1991с изм. (ИУС N 11-12, 1994 год); введ. 01.07.81.
3. Михалчан А. А. Электропроводящие композиты на основе нано- и микродисперсий углерода / А. А. Михалчан, А. А. Лысенко, В. А. Лысенко // Дизайн. Материалы. Технология. — 2008. — №. 4. — С. 35–38.
4. Лысенко В. А. Углеродные волокнистые материалы. Получение, свойства, области применения: учеб. пособие для студентов вузов / В. А. Лысенко и др. — СПб.: СПГУТД, 2011. — 96 с.
5. Володин А. А. Электропроводящие композиты на основе оксида титана и углеродных нанотрубок / А. А. Володин и др. // Неорганические материалы. — 2013. — Т. 49. — №. 7 — С. 702.
6. Керамическая бумага [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://termokeramika.com/teploizolyatsiya-ogneupory/bumaga-karton> (дата обращения 01.10.2020).
7. Демышок Т. И. Электроизоляционная термостойкая бумага с применением параарамидных фибридов и пульпы в качестве связующего / Т. И. Демышок, Л. П. Антоненко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2013. — № 6 (10). — С. 42–47.
8. Михайлин Ю. А. Термоустойчивые полимеры и полимерные материалы / Ю. А. Михайлин. — СПб.: Профессия, 2006. — 624 с.
9. Буринский С. В. Бумаги технического назначения на основе термостойкого волокна / С. В. Буринский, И. О. Цыбук, Е. А. Антонова // ВЕСТНИК СПГУТД. Сер. 1, Естественные и технические науки. — 2016. — № 3. — С. 39–43.
10. Цыбук И. О. Бумажные материалы на основе термостойких и огнестойких волокон / И. О. Цыбук, С. В. Буринский, А. А. Лысенко // Химические волокна. — 2016. — № 3. — С. 72–74.

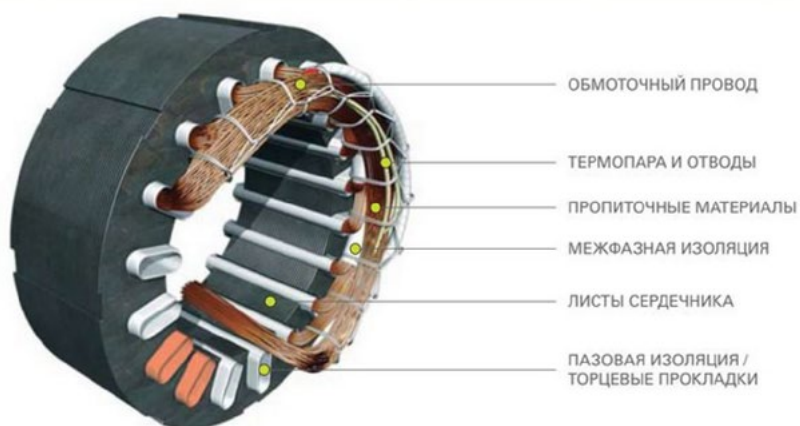


Рисунок 8.

Применение пазовой изоляции на основе метаарамидной бумаги «Номекс» в конструкции электродвигателя (источник: elmatec.ru)



СОБСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО ПОЛИЭФИРНЫХ СМОЛ

**для
НАМОТКИ**

**для ИНЖЕКЦИИ:
ИНфуЗИЯ, RTM,
LRTM,
FLEX MOLDING**



**для РУЧНОГО
ФОРМОВАНИЯ
и НАПЫЛЕНИЯ**

**для ЛИТЬЯ:
ИСКУССТВЕННЫЙ
КАМЕНЬ**

ТРУДНОГОРЮЧИЕ

- Ортофталевые
- Изофталевые
- Полиэфиракрилатные
- Эпоксивинилэфирные



Полимер

Серия Полиэфирных Смол



Полимергель

Серия Гелькоутов



Поливоск

Серия
Разделительных Восков



Полипигмент

Серия Пигментных Паст



Полиактив

Серия Ускорителей



Полиадгезив

Серия Склеивающих
Составов



Полигранул

Серия Гранул
для Искусственного Камня

ДИСТРИБЬЮЦИЯ

- Magnum Venus Products (MVP)
- Chomarat
- Lantor BV
- Jiangsu Changhai Composite Materials Holding Co.
- ChemTrend
- ES Manufacturing

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ

И ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА / ОБУЧЕНИЕ

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

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

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

Анастасия Вырикова
пресс-секретарь

Олег Поволокин
руководитель лаборатории
формообразования

МИЦ «Композиты России»
emtc.ru



Некоммерческий проект МИЦ «Композиты России» по созданию купола из композиционных материалов

Специалисты Межотраслевого инжинирингового центра «Композиты России» МГТУ им. Н.Э. Баумана (МИЦ «Композиты России») принимают участие в реставрации храма в честь Владимирской иконы Божией матери в поселке Индустрия Коломенского округа Московской области. Проект является некоммерческим. Расходные материалы закупаются на внесенные сотрудниками и партнерами компании средства, а производство ведется в нерабочее время, факультативно.

По словам специалистов МИЦ «Композиты России», этот храм в начале XX века утратил свой первоначальный вид, но не был разрушен полностью и продолжает работать. В нем регулярно проводятся службы. Инициативной группой было принято решение изготовить купол из композиционных материалов.

«В данный момент выполнена вся эскизная работа, создана трехмерная модель, отфрезерована мастер-модель для композитной оснастки, выполняются работы по изготовлению оснастки, — поясняют в МИЦ «Композиты России». — Все отлично получается, идею поддержало как руководство Центра, так и дру-

гие сотрудники. Все оказывают посильную помощь. Кроме того, помогают и наши партнеры — компании Formula Carbon, «Комфайбер», Graphite PRO и Umatex, а также члены Московского композитного кластера, за что мы им очень благодарны».

Применение композитов в сфере реставрации и строительства достаточно востребовано. И это неудивительно. Ведь возможность селективного выбора, программирования свойств данных материалов позволяет изготавливать из них изделия для различных областей применения. А малый вес, удобство монтажа, высокая стойкость к воздействию негативных факторов окружающей среды, ремонтпригодность являются неоспоримыми их преимуществами перед традиционно используемыми материалами. В случае с храмом в поселке Индустрия использование композитов позволит исключить дополнительную нагрузку на конструкцию старого здания со слабой несущей способностью.

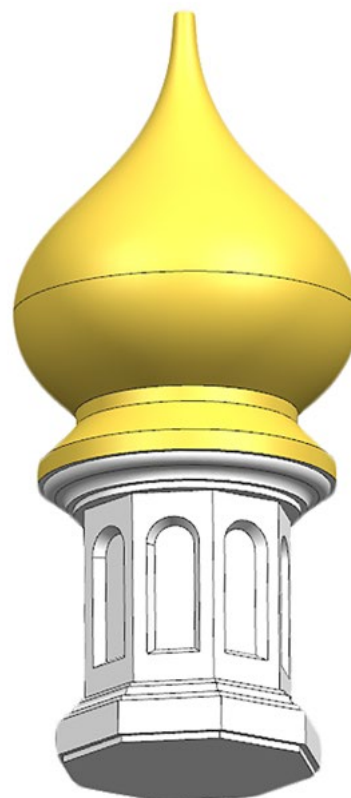
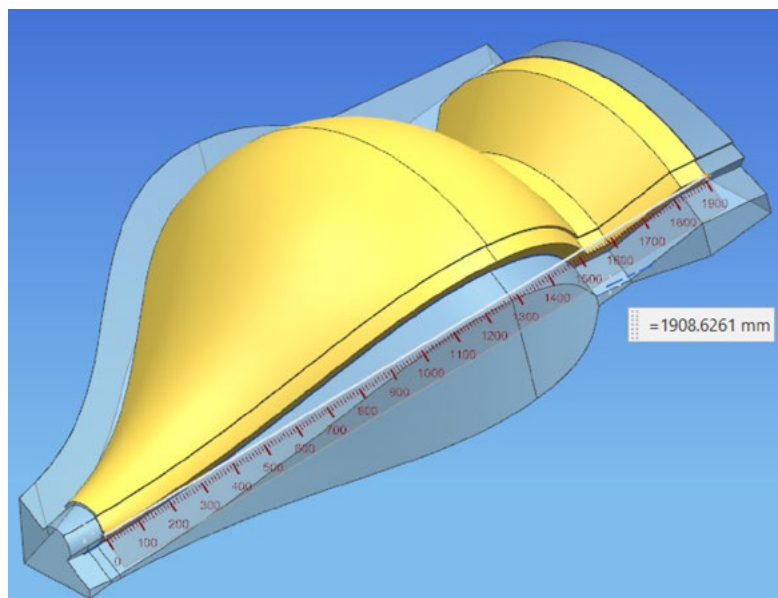
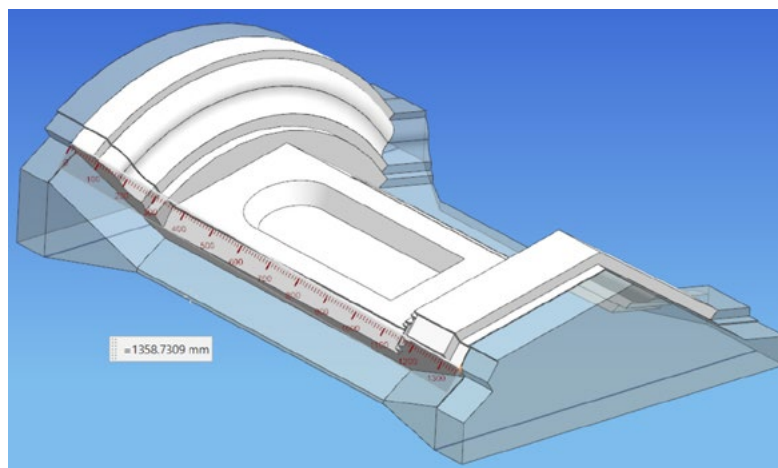
Кроме того, купол удобен в изготовлении. На первом этапе проекта изготавливается необходимая для формования 1/8 части купола оснастка, с помощью

которой создается восемь одинаковых элементов весом по 5 кг, которые затем, как дольки апельсина, собираются в одно целое. Подобные быстровозводимые модульные конструкции сейчас очень популярны за рубежом. В России это новая тенденция.

В настоящее время сотрудникам Центра «Композиты России» предстоит доделать композитную оснастку и изготовить сам купол, а затем осуществить его монтаж. За счет используемых материалов установка будет осуществляться фактически вручную, без привлечения подъемного крана. Высота купола вместе с колонной под ним будет составлять 3 м, диаметр купола — 1,5 м. Конструкция, спроектированная в МИЦ «Композиты России», имеет расчетную массу 80 кг, и кровля такой вес выдержит без проблем.

При формовании изделия будет использоваться конструкционная стеклоткань, эпоксидная смола для инфузии, светло-синий гелькоут, стойкий к воздействию высоких температур, УФ-лучам и абразивам, что позволит защитить купол от усадки под воздействием солнечных лучей, снега и града.

Подобные технические решения в настоящее время применяются не только при реставрации или возведении православных церквей и соборов, но и мечетей и буддистских храмов, где также используют композиционные материалы, только иные по геометрии. Однако стоит отметить, что пока еще это не частая практика, и львиную долю работ выполняют с использованием традиционных материалов: камня, цемента, металлов, дерева. Надеемся, что рост числа успешных примеров внедрения современных композитов в данную сферу поможет их более активному использованию для целей ремонта и реставрации. А специалисты МИЦ «Композиты России» всегда готовы в этом помочь! **КМ**



Композиты в моде!

В начале 2018 года мы писали о российском производстве углепластиковой мебели Modeloni. По истечении двух лет проект расширил не только модельный ряд мебели, пополнив его стулом Cavallo и столом De Laval, но и начал работу в абсолютно новой для себя и для российского рынка нише.

В сентябре 2020 года Modeloni представила свою первую модель женской углепластиковой сумки-клатча. Идея столь нестандартного применения композитных материалов родилась у основателя проекта Александра Баклунова. По мнению создателя, многие изделия из углепластика, помимо высоких физико-механических характеристик, имеют также и довольно интересный внешний вид за счет переплетения углеволокон в тканях. При этом углепластик до сих пор почти не применяется в сфере аксессуаров.

Начальные этапы создания сумки из углепластика оказались очень схожими с изготовлением автомобильных деталей из углекомпозитов, с которыми специалисты из Modeloni имеют уже довольно большой опыт. После отрисовки эскизов от руки, сумка была выполнена в чертежах и 3D-моделях. Далее на ЧПУ станках из модельных плит был изготовлен точный прототип, с которого сняли композитную оснастку для последующего производства с помощью технологии вакуумной инфузии. В качестве связующего для углепластика использовалась эпоксидная смола с низкой вязкостью. После снятия деталей с матрицы было произведено их постотверждение.

Дальнейшие этапы изготовления относились уже скорее к сфере производства кожаных изделий, чем к композитам. Начиная от сборки сумки до внутренней обтяжки алькантарой и прошивки ручек — все осуществлялось вручную.





На изготовление одной сумки уходит несколько дней. Производитель надеется, что в случае небольших тиражей время на производство получится сократить.

Первая модель клатча получила название Halo. Полный цикл производства, начиная с разработки эскизов и до готового изделия, был осуществлен работниками Modeloni на площадке в Москве.

В настоящее время Halo представлена уже в 3-х вариациях — из ткани твил 4×4, плейн 8×8 мм и алюминия, покрытого красным прозрачным лаком. В ближайшее время линейка будет пополняться новыми цветами и материалами. В частности, планируется использовать редкие сорта кожи.

Изначально сумка создавалась как эксперимент. Но уже сейчас рассматривается возможность мелкосерийных поставок на рынки Азии и США, где бытовые предметы и аксессуары из углепластика пока что более привычны и востребованы, чем на российском рынке. При этом в России сумки уже доступны к заказу.

Помимо серийных моделей в ближайшей перспективе планируется изготовление кастомизированных версий под клиента. Покупатель сможет сам выбирать тип переплетения ткани для корпуса, цвет и материал внутренней обивки, цвет фурнитуры и другие компоненты.

По мнению работников Modeloni, изделия такого рода в первую очередь могут быть интересны людям увлекающимся и, возможно, имеющим автомобили с тюнингом из углепластика, а также работающим в сфере композитов. Производитель надеется, что углекомпозит рано или поздно приобретет популярность, и будет востребован как материал не только за свои весовые и механические, но и за визуально-эстетические характеристики у более широкого круга людей. **КМ**



Зарубин Владимир Степанович

д.т.н., профессор, научный консультант НПП «Маштест»

Гвоздикив Алексей Иванович

ведущий инженер-технолог НПП «Маштест»

Эволюция напряженно-деформированного состояния металлопластикового баллона при его изготовлении, испытании и эксплуатации

К металлопластиковым баллонам со сжатым воздухом, входящим в состав дыхательных аппаратов пожарных и спасателей, предъявляют повышенные требования по массе, прочности и надежности. Одним из факторов, определяющих эксплуатационный ресурс таких баллонов, является циклическая прочность герметичного тонкостенного металлического лайнера. Каждый цикл наполнения баллона и последующего расходования воздуха приводит к накоплению циклической усталости материала лайнера. Темп ее накопления можно понизить, если в процессе изготовления баллона определенным образом изменять натяжение ровинга при его намотке на лайнер. Такой подбор связан с необходимостью проследить эволюцию напряженно-деформированного состояния цилиндрической оболочки баллона на всех этапах его изготовления, испытания и эксплуатации.

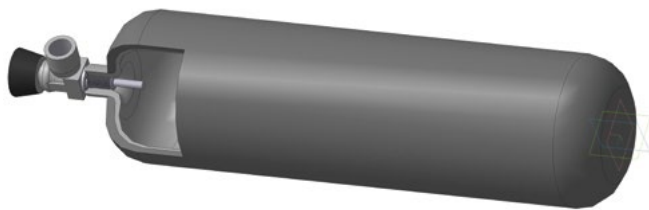


Рисунок 1. Общий вид баллона БК-7-300

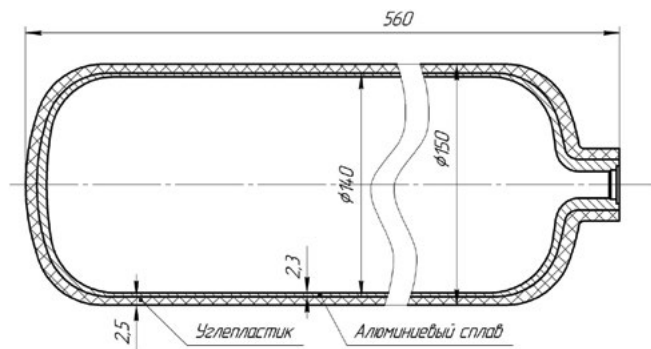


Рисунок 2. Осевое сечение баллона БК-7-300

Введение

Следствием накопления циклической усталости является возникновение в материале лейнера микротрещин, нарушающих герметичность баллона и являющихся зародышами макротрещин, которые приводят к разрушению лейнера. Потеря герметичности лейнера и тем более его разрушение может вывести из строя использующего дыхательный аппарат пожарного или спасателя.

В пределах отдельно взятого цикла наполнения баллона и последующего расходования воздуха локальное накопление микротрещин происходит за счет работы знакопеременных механических напряжений на соответствующих деформациях материала лейнера [1–3]. По условиям эксплуатации дыхательного аппарата композитный баллон должен без потери герметичности и разрушения выдержать 5000 циклов наполнения воздухом и его последующего расходования [4].

Интенсивность нагружения обечайки по сравнению с днищем обычно выше. Поэтому целесообразно основное внимание уделить анализу эволюции напряженно-деформированного состояния обечайки лейнера. Такой анализ следует начать с рассмотрения последовательности этапов нагружения этой обечайки, включая намотку ровинга, нагрев с последующей полимеризацией связующего, перейдя затем к этапам возрастания и убывания давления в баллоне при его испытаниях и эксплуатации.

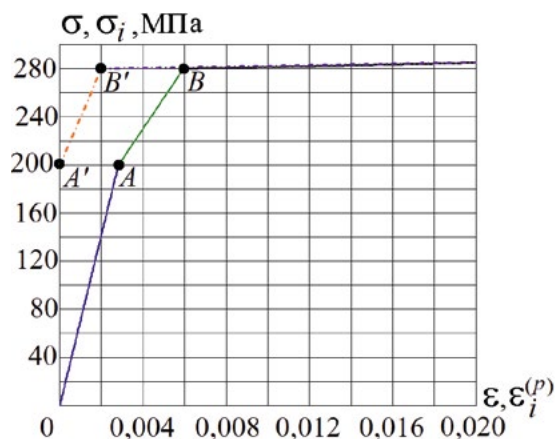


Рисунок 3. Аппроксимация механических характеристик материала лейнера

В качестве примера целесообразно выбрать широко используемый в дыхательных аппаратах композитный баллон БК-7-300 производства ЗАО «МАШТЕСТ» вместимостью 7 литров с рабочим давлением 30 МПа. Общий вид этого баллона представлен на рисунке 1, а его осевое сечение — на рисунке 2.

Диаграмма нагружения обечайки лейнера

Обечайка лейнера рассматриваемого композитного баллона выполнена из алюминиевого сплава АД33. На рисунке 3 приведены сплошными линиями трехзвенная аппроксимация диаграммы растяжения при температуре 293 К образца из этого сплава и штрихпунктирными линиями двухзвенная аппроксимация зависимости при той же температуре интенсивности σ_i напряжений от интенсивности $\epsilon_i(p)$ неупругой деформации (точки A и A' отвечают пределу пропорциональности, а точки B и B' — условному пределу текучести). Принято, что ровинг сохраняет свойства линейной упругости вплоть до разрыва при растяжении.

Этапы нагружения обечайки лейнера целесообразно проследить по изменению окружного напряжения в зависимости от радиального перемещения обечайки (рисунок 4). В случае намотки на обечайку ленты ровинга с повышенным натяжением в полости лейнера необходимо поддерживать внутреннее давление, позволяющее избежать потери устойчивости обечайки. На рисунке 4 для упрощения рассмотрен

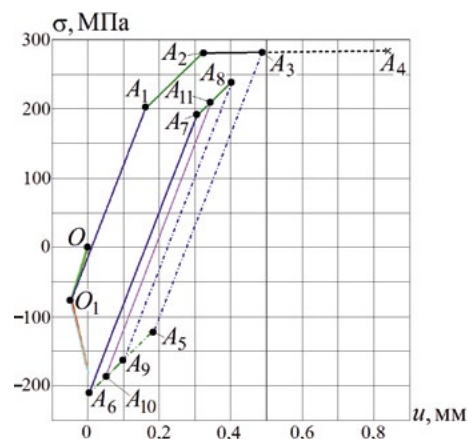


Рисунок 4. Этапы нагружения обечайки лейнера

Таблица 1

Номера последовательно наматываемых слоев n	1–3	4–9	10, 13	11, 14	12, 15
Угол намотки слоя относительно продольной оси лейнера φ_n , °	88,61	88,61	20	18	16
Толщина слоя h_n , мм	0,17	0,17	0,48	0,48	0,48
Натяжение слоя σ_n , МПа	180	114	114	114	114

Таблица 2

Номера последовательно наматываемых слоев n	1–3	4–11	12, 15	13, 16	14, 17
Угол намотки слоя относительно продольной оси лейнера φ_n , °	88,61	88,61	20	18	16
Толщина слоя h_n , мм	0,17	0,17	0,48	0,48	0,48
Натяжение слоя σ_n , МПа	180	114	114	114	114

случай отсутствия внутреннего давления. Поэтому начальной точкой представленной диаграммы нагружения обечайки, соответствующей началу этапа намотки, является начало координат (точка О).

Рассмотрен вариант намотки пятнадцати слоев ровинга. В первой строке таблицы 1 указаны номера последовательно наматываемых слоев, во второй строке — угол (в градусах) намотки слоя относительно продольной оси лейнера, в третьей — толщина слоя в мм, в четвертой — его натяжение в МПа.

После намотки каждого очередного слоя происходит перераспределение натяжения в этом слое и в ранее намотанных слоях, а также изменяются окружное и осевое напряжения в обечайке лейнера. Для вычисления напряжений разработан специальный программный комплекс. На рисунке 4 изменение окружного напряжения в обечайке и её радиального перемещения отмечено светло-зелёной линией. Красная линия на этом рисунке соответствует этапу нагрева обмотанного лейнера перед полимеризацией связующего, а голубая линия — охлаждению после завершения полимеризации. Эти линии не совпадают, поскольку при полимеризации происходит изменение упругих свойств слоев. На всех рассмотренных этапах деформация материала лейнера оставалась упругой.

Точка O_1 на рисунке 4 является начальной перед нагружением баллона внутренним давлением при проведении испытаний. На первом этапе нагружения (синяя сплошная линия) материал лейнера сохраняет свойства линейной упругости вплоть до достижения окружным напряжением предела пропорциональности 200 МПа (точка A_1). При дальнейшем повышении давления (темно-зеленая сплошная линия) окружное напряжение в обечайке лейнера достигает условного предела текучести 280 МПа (точка A_2). При этом внутреннее давление в баллоне меньше рабочего и равно 24,9 МПа. Точка A_3 соответствует давлению 45 МПа при опрессовке, которой подвергаются все баллоны перед этапом эксплуатации.

Несколько баллонов проходит в соответствии с нормативными документами испытание давлением 78 МПа, превышающем рабочее в 2,6 раза. При выборочном испытании баллона до разрушения предельное значение внутреннего давления обычно определяется разрывом наиболее напряженного из упруго деформируемых слоев ровинга, поскольку материал лейнера при пластической деформации может иметь существенно большие удлинения. В данном случае при внутреннем давлении 80,7 МПа происходит разрыв девятого слоя при достижении в нем предельного растягивающего напряжения (точка A_4 на рисунке 4). После опрессовки баллона при сбросе внутреннего давления сначала происходит упругая разгрузка материала лейнера. На рисунке 4 этот процесс соответствует штрихпунктирной синей линии между точками A_3 и A_5 . Предполагается, что при неупругом деформировании материала лейнера справедлив закон кинематического упрочнения, т.е. происходит полная реализация эффекта Мазинга [1] (при одноосном нагружении образца материала это соответствует известному эффекту Баушингера). Абсолютное значение разности окружных напряжений обечайки лейнера, соответствующих точкам A_3 и A_5 , равна удвоенному значению предела пропорциональности.

При полном сбросе внутреннего давления в баллоне неупругая разгрузка (штрихпунктирная зеленая линия между точками A_5 и A_6 на рисунке 4) в данном случае завершается до достижения материалом лейнера состояния, соответствующего пределу текучести при сжатии. Точка A_6 является начальной перед нагружением баллона рабочим давлением, равным 30 МПа. В рассматриваемом случае этому этапу нагружения соответствует ломаная линия A_6 – A_7 – A_8 . После полного расходования воздуха его избыточное давление в баллоне падает до нуля, а окружное напряжение в обечайке лейнера, изменяясь вдоль ломаной A_8 – A_9 – A_6 , принимает значение,

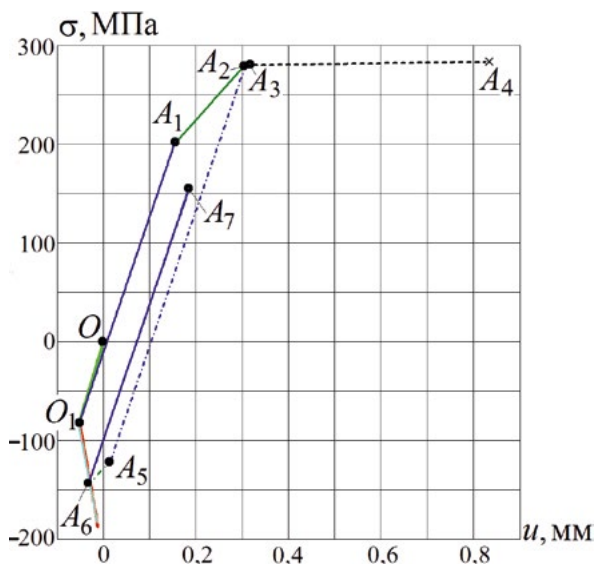


Рисунок 5. Этапы нагружения обечайки лейнера после подбора натяжения ленты ровинга

определяемое ординатой точки A_6 .

Известно, что возникновение микроповреждений материала, характеризующее накопление циклической усталости, пропорционально площади гистерезисной петли [5], в данном случае образованной замкнутой ломанной $A_6-A_7-A_8-A_9-A_6$ на рисунке 4. Эту площадь можно уменьшить, если при расходовании воздуха снижать избыточное давление внутри баллона не до нуля. Выбор остаточного давления, соответствующего точке A_{10} на линии A_5-A_6 , обеспечивает переход к гистерезисной петле $A_{10}-A_{11}-A_8-A_9-A_{10}$ меньшей площади. Если же остаточное давление будет отвечать точке A_9 , то нагружение и разгрузка станет только упругой, гистерезисная петля полностью вырождается. Однако при этом снижается эксплуатационная эффективность баллона, поскольку уменьшается используемая масса воздуха в дыхательной системе.

Подбор натяжения ленты ровинга

Уменьшить площадь гистерезисной петли, а в некоторых случаях свести эту площадь к нулевому значению, можно путем подбора натяжения ленты ровинга при намотке на обечайку лейнера. Соответствующий вариант параметров намотки семнадцати слоев ровинга приведен в таблице 2 (обозначения совпадают с таблицей 1).

На рисунке 5 с использованием обозначений, аналогичных рисунку 4, представлена для рассматриваемого варианта намотки зависимость окружного напряжения в обечайке лейнера от ее радиального перемещения. Расположение линий, характеризующих изменение этих параметров при намотке, нагреве перед полимеризацией связующего и охлаждении, изменилось незначительно. За счет добавления двух слоев ровинга, намотанных почти перпендикулярно оси баллона, возросла суммарная жесткость его обечайки в окружном направлении. Это привело к тому, что при давлении опрессовки окружное напряжение в обечайке лейнера оказалось немного

меньше условного предела текучести (точки A_2 и A_3 на рисунке 5 практически совпадают). Предельное значение внутреннего давления, приводящего к разрыву наиболее напряженного слоя ровинга и соответствующего точке A_4 , заметно возросло и составило 96,2 Па.

Сброс внутреннего давления в баллоне после опрессовки в значительной степени соответствует упругой разгрузке обечайки лейнера (линия A_3-A_5 на рисунке 5). Лишь на завершающей стадии происходит переход на линию A_5-A_6 . В данном случае нагружение баллона внутренним давлением приводит только к упругому деформированию обечайки лейнера вдоль прямой линии A_6-A_7 .

Это определяет и упругую разгрузку обечайки при снижении давления за счет расходования воздуха, которая проходит по той же линии от точки A_7 к точке A_6 . Таким образом, гистерезисная петля вырождается, однако продолжают действовать механизмы накопления многоциклового усталости материала обечайки лейнера. Но влияние многоциклового усталости существенно при числе циклов порядка 107, что на три порядка превосходит регламентированный эксплуатационный ресурс баллонов рассматриваемого типа.

Заключение

На примере металлопластикового баллона, используемого в отечественных дыхательных аппаратах, показана возможность снижения повреждаемости обечайки алюминиевого лейнера вследствие накопления малоциклового усталости материалом лейнера. Анализ эволюции напряженно-деформированного состояния обечайки позволил количественно оценить наибольшие по абсолютному значению напряжения в каждом цикле наполнения баллона и последующего расходования воздуха. Темп накопления малоциклового усталости зависит от площади гистерезисной петли в координатах «радиальное перемещение обечайки — окружное напряжение», возникающей при смене знака напряжений в каждом рабочем цикле баллона. Показано, что подбором количества слоев ровинга, их натяжения и углов намотки на обечайку можно не только снизить площадь этой петли, но и добиться ее полного вырождения при линейно упругом изменении окружного напряжения в рабочем цикле.

Литература

1. Москвитин В.В. Циклические нагружения элементов конструкций. — М.: Наука, 1981. — 344 с.
2. Гусенков А.П., Котов П.И. Длительная и неизотермическая малоцикловая прочность элементов конструкций. — М.: Машиностроение, 1988. — 264 с.
3. Казанцев А.Г. Малоцикловая усталость при сложном термомеханическом нагружении. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. — 248 с.
4. Национальный стандарт РФ ГОСТ 53258-2009. — М.: Стандартинформ, 2009. — 11с.
5. Механика малоциклового разрушения / Отв. ред. Н.А. Махутов, А.Н. Романов. — М.: Наука, 1986. — 264 с.



КОМПОЗИТ-ЭКСПО

Тринадцатая международная специализированная выставка

30 марта - 1 апреля, 2021

Россия, Москва,
ЦВК «Экспоцентр», павильон 1



Основные разделы выставки:

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



выставка
участник
системы



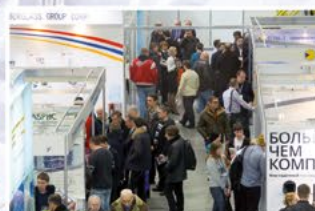
независимый
выставочный
аудит

Параллельно проводится выставка:



ПОЛИУРЕТАНЭКС

Двенадцатая международная специализированная выставка
www.polyurethanex.ru



Специальный
раздел:
**КЛЕИ И
ГЕРМЕТИКИ**

Информационная поддержка:



Дирекция:

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

Организаторы:



Мир-Экспо
Выставочная компания



[youtube.com/user/compoexporussia](https://www.youtube.com/user/compoexporussia)



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



[@compo](https://www.telegram.com/@compo)

20 ^{ноября} 20



ФОРУМ КЛЮЧЕВЫЕ ТРЕНДЫ В КОМПОЗИТАХ: НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ

ONLINE-ФОРМАТ



@compositeforum



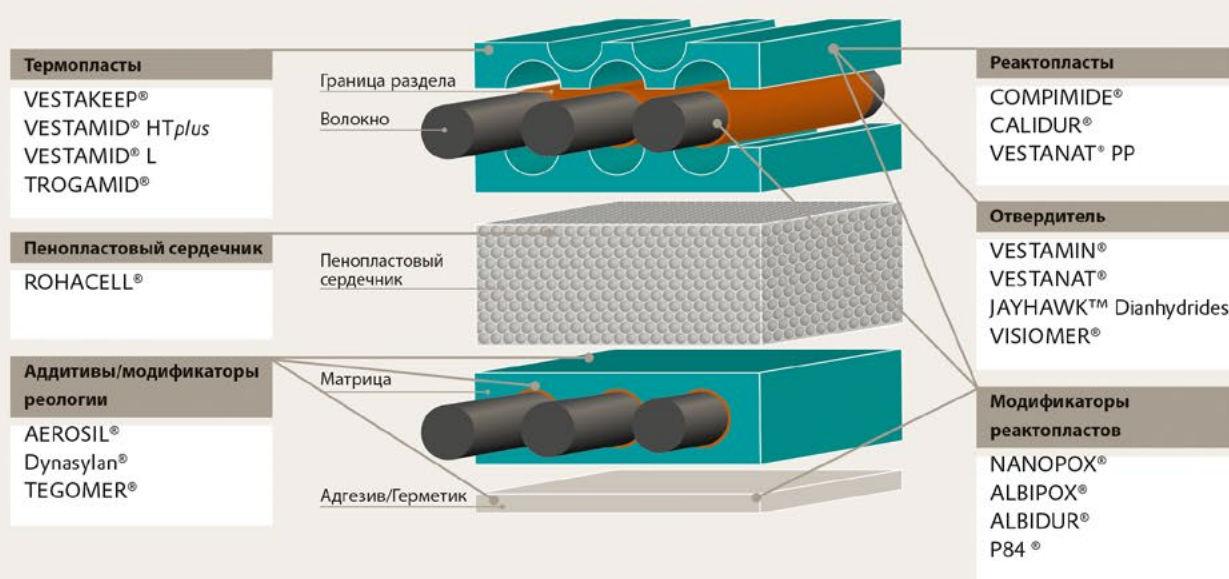
forum.emtc.ru/en/



composite-forum@emtc.ru

Композитная сэндвич система

Понимание всех аспектов сложной системы –
ключ к решению поставленных задач



.....

Подробная информация на www.evonik.com/composites