

КОМПОЗИТНЫЙ МИР

ISSN 2222-5439

#4 (91)
2020

Tensorgrip

A BRAND OF
QUIN: ADHESIVE
GLOBAL INNOVATORS

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ
СПРЕЙ-АДГЕЗИВЫ

ТС 49

INTREY

ТС 43

POLYMERNYE

ТС 42

SYSTEMY



WWW.INTREY.COM

#INTREY

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 & BON SOMER



BANG & BON SOMER
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



Дорогие друзья!

Первый запрос на подписку 2021 года поступил в редакцию в конце августа. Формально это можно считать началом подписной кампании. Для того чтобы подчеркнуть важность этого события для нас, как для независимого СМИ, я бы хотела объяснить почему именно подписка, другими словами ваша активная поддержка, является залогом нашего дальнейшего развития, а пассивное чтение бесплатных материалов, выкладываемых нами в сеть, ведёт к постепенной, но неизбежной стагнации любого СМИ.

Согласно теории «Модели пропаганды» Эдварда Хермана и Ноама Хомского, существуют систематические перекосы в средствах массовой информации, объясняющиеся экономическими причинами. С точки зрения модели пропаганды, СМИ рассматриваются как предприятия, продающие товар — читателей и аудиторию (а не новости) — другим предприятиям (рекламодателям). Теория постулирует существование нескольких типов «фильтров», которые определяют содержание материала (новостей и т. п.) в СМИ. Основными рассматриваются три:

- принадлежность (владелец) СМИ — информация публикуется с учётом интересов владельца/учредителя;
- источник финансирования — информация публикуется с учётом интересов клиента (подписчика или рекламодателя);
- источник информации — информация публикуется с учётом интересов поставщиков информации (информационных агентств, пресс-служб крупных компаний и органов исполнительной власти и т.д.).

Безусловно, каждое издание публикует материалы, так или иначе пропуская их через все три «фильтра». А вот степень очистки на каждом зависит от его значимости и финансового вклада в бюджет СМИ.

Поэтому становится очевидным, что финансирование издания из средств, собираемых преимущественно в рамках подписной кампании, делает его по-настоящему независимым, даёт возможность публикации материалов с гораздо более широким «информационным горизонтом», чем в рамках рекламной.

**Подписывайтесь
на журнал «Композитный мир»
на 2021 год и читайте с пользой!**

С уважением, Ольга Гладунова

Научно-популярный журнал
Композитный мир
#4 (91) 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 Глудунов
gladunov@kompomir.ru

Главный редактор:

Ольга Глудунова
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 03.09.2020

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

* 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 18

Отрасль

Отраслевой союз Composites Germany
выяснил настроения в отрасли 22

Композиты дадут вторую
жизнь водоводам ГЭС 24

МИЦ «Композиты России» открыл
лабораторию «зелёной» химии 26

Россия не знает, куда пристроить
новые материалы 28





Материалы

Трудногорючие смолы и гелькоуты «ДУГАЛАК» применение в производстве современных композитных материалов для общественного транспорта..... 32

Критерии подбора полиэфирных смол для изготовления изделий из стеклопластика и искусственного камня 36

Индустриальные препреги от ООО «Композит-Изделия»..... 42

Технологии

Автоматизированный комплекс неразрушающего контроля лопастей из композиционных материалов..... 46

Применение

Культовые реплики кузова гоночного родстера 60-х годов ручной сборки с использованием композитных элементов из материалов Scott Bader..... 52

Наука

Экспериментальные исследования компенсационного способа снижения напряжений в намоточных конструкциях из полимерных композиционных материалов с механическим нагружением..... 54

Проектный анализ водоизмещающих однокорпусных противоминных кораблей из композиционных материалов..... 58



Строительство нового современного комплекса «ДУГАЛАК» по производству синтетических смол



Компания «ДУГАЛАК», не смотря на ограничения и проблемы, связанные с пандемией, продолжает строительство нового завода в г. Ярославль.

В 2018 году было завершено проектирование объекта по производству и синтезу смол. С 2019 года на-

чалась подготовка к строительству, а также подписаны контракты на закупку всех необходимых материалов и оборудования. В 2020 году уже полным ходом идет строительство нового завода «ДУГАЛАК». На сегодняшний день закончены основные строительные и инфраструктурные работы. Монтаж оборудования начнется в сентябре этого года. Это будет современный комплекс по производству синтетических смол мощностью 24 000 т в год. Новая производственная площадка удвоит производительность компании, а также даст возможность внедрения новых современных смол для композитной отрасли. Запуск нового цеха планируется в первой половине 2021 года.

Компания «ДУГАЛАК» планирует удерживать лидерство по реализации на российском рынке полиэфирных смол.

Пресс-релиз компании

Ребрендинг полиэфирных смол и гелькоутов компании «Полимерпром»



ООО «Полимерпром» осуществило ребрендинг полиэфирных смол и гелькоутов собственного производства. С 1 июня 2020 года полиэфирные смолы производятся под торговой маркой «ПОЛИМЕР», а гелькоуты под торговой маркой «ПОЛИМЕРГЕЛЬ».

Как заявили в компании, ребрендинг никак не отразится на высоком качестве выпускаемых продуктов. Все составы, характеристики и цифровые маркировки смол и гелькоутов остаются неизменными.

Обновленную документацию на продукцию можно запросить у специалистов компании.

Пресс-релиз компании

В Зауралье изготовили уникальные пожарные машины для Чукотки



Пять уникальных пожарных автомобилей для плавучей атомной теплоэлектростанции «Академик Ломоносов» изготовили на Варгашинском заводе противопожарного и специального оборудования.

Станция расположена на Чукотке, в Певеке — самом северном городе страны. Машины будут обеспечивать пожарную безопасность не только на атомном объекте, но и в населенном пункте сообщила пресс-служба предприятия.

Технику разработали и произвели по заказу концерна «Росэнергоатом». Новые машины способны работать при экстремально низких температурах около -60°C и сильном ветре до 50 м/с. В них есть система подогрева кабины, насоса, емкостей. Емкости изготовлены из стеклопластика, специально для условий крайнего севера. Стеклопластик произведен в Варгашах — такой технологией обладают всего два предприятия в стране.

В России автомобили такого класса производит только Варгашинский завод — в числе самых известных изготовленных им северных пожарных автомобилей «Север» и «Гефест». Именно поэтому руководство «Росэнергоатома» сделало заказ в Курганской области.

Машины разработали и изготовили за полгода. В августе машины из порта Архангельск отправятся Северным морским путем в порт Певек Чукотского автономного округа.

vargashi.com
kikonline.ru

ГК «Каспий Композит» планирует открыть завод текстильного стекловолоконного волокна в этом году

Группа компаний «Каспий Композит» (г. Махачкала, Дагестан) намерена в 2020 году ввести в эксплуатацию «Каспийский завод стекловолоконного волокна» (г. Каспийск) по производству текстильного стекловолоконного волокна и изделий из него на территории опережающего социально-экономического развития ТОСЭР «Каспийск». Сейчас ведутся строительные-монтажные работы и работы по подведению ЛЭП. Завершение строительных работ запланировано на конец текущего года.

Проектная мощность производства текстильного стекловолоконного волокна составляет 2,365 тыс. т в год с переработкой в стеклоткань и технический текстиль для выпуска электроизоляционных, строительных и композиционных материалов. В денежном выражении объем выпускаемой продукции оценивается в 539,4 млн. руб. в год.

Инвестиции в проект оцениваются в объеме 323,9 млн руб. с выходом на проектную мощность в 2022 году. В дальнейшем, в ходе реализации проекта и строительства стекловаренной печи для производства одностадийного текстильного стекловолоконного волокна (стеклоткани и стеклоровинги), планируется создать 364 рабочих места и привлечь 2,850 млрд. руб. инвестиций.

По оценке инвестора, сегодня в России не осталось ни одного подобного производства текстильного стекловолоконного волокна, при этом в страну импортируется около 100 тыс. т волокна в год.



На первом этапе в Каспийске планируется запустить производство тонкой текстильной пряжи, которая будет поставляться на российские перерабатывающие заводы. По словам представителя компании эта работа уже ведется, но с учетом существующего спроса необходимо увеличить объемы. Текстильное стекловолоконное востребовано в таких секторах, как автомобильная промышленность, авиакосмическая промышленность, радиоэлектроника и др.

По данным ИС Seldon ОАО «Корпорации Развития Дагестана» принадлежит 64,9% уставного капитала «Каспийского завода стекловолоконного волокна». Учредителями Группы компаний «Каспий Композит» в равных долях являются Магомедов Патахуди Магомедович, Кандауров Казбек Османович, ООО «Дагполимер» и ООО «Каспийский завод стекловолоконного волокна».

plastinfo.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



В Москве идет реконструкция Филевского канализационного канала с использованием стеклопластиковых труб



На западе столицы идут работы по реконструкции Филевского канализационного канала. Решение о частичном переустройстве канала было принято из-за строительства северного дублера Кутузовского проспекта, который свяжет МКАД с Третьим транспортным кольцом и деловым центром «Москва-Сити».

Мэр Москвы Сергей Собянин отметил, что благодаря реконструкции Филевского канализационного канала запад и северо-запад Москвы будут обеспечены надежной коммунальной инфраструктурой. Работы по сдаче канала должны быть закончены уже в этом году.

По словам генерального директора «Мосводоканала» Александра Пономаренко, работы по проходке канала на 85 процентов выполнены: «Сейчас у нас осталось порядка 170 метров открытой траншеи и 180 метров щитовой проходки. 15 сентября мы рассчитываем запустить первый участок — примерно 30 процентов от трех километров должны запустить в работу. В октябре полностью запускаем весь канал».

Филевский канализационный канал построили в 1973 году. Это главная артерия системы водоотведения северо-запада и запада Москвы, а также Красногорска, Химок и других городов Подмосковья. Подводящий канал общей протяженностью свыше восьми километров проходит от Живописной улицы вдоль Карамышевской набережной к Филевской насосной станции АО «Мосводоканал». Филевская

насосная станция введена в эксплуатацию в 1972 году. Ее производительность составляет 800 тысяч кубических метров в сутки. Канал выполнен из железобетонных труб диаметром от 2,7 до 3,5 метра.

Работы по выносу трубопровода за пределы границ будущей магистрали начались в октябре 2019 года.

«Существующий канал строился в период с 1970 по 1973 год. Так как здесь планируется устройство автомобильной дороги с интенсивным трафиком и старый канал попадает в полотно дороги, конструкция старого канала выполнена таким образом, что она не рассчитана на новые нагрузки от дорожного полотна. Поэтому было принято решение вынести канал из дорожного полотна путем строительства дублера», — рассказал главный инженер производственно-эксплуатационного управления канализационных сетей АО «Мосводоканал» Александр Комов.

Чтобы ускорить сроки проектирования и строительства, объект разделили на четыре участка. Строительство трубопровода ведется различными методами: открытым способом с заключением трубопровода в железобетонную обойму и закрытым с помощью щитовой проходки.

Для сооружения нового участка канала применяются стеклопластиковые трубы, отвечающие современным требованиям эксплуатации канализационной системы города.

Реконструкцию планируется завершить осенью текущего года. Это позволит повысить надежность и экологичность системы водоотведения северо-запада и запада Москвы.

Ранее, в 2005–2016 годах, были построены участки дублера (усиления) Филевского канала от Живописной улицы до улицы Шенюгина. Их общая протяженность составляет пять километров, диаметр труб — от 1,9 до трех метров.

www.mos.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



В Перми представили новую композитную лопатку для перспективных авиадвигателей

АО «ОДК» и АО «ОДК-Авиадвигатель» в начале августа этого года провели совместную видеопресс-конференцию на тему: «Рабочая лопатка вентилятора из полимерных композиционных материалов для двигателя ПД-35. Итоги первого этапа испытаний».

Спикерами пресс-конференции стали заместитель генерального директора-руководитель приоритетного технологического направления «Технологии двигателестроения» АО «ОДК» Валерий Гейкин и управляющий директор-генеральный конструктор АО «ОДК-Авиадвигатель» Александр Иноземцев.

На пресс-конференции, организованной для федеральных и региональных СМИ, журналистам продемонстрировали изготовленную из полимерных композиционных материалов (ПКМ) лопатку вентилятора, а также видеоматериалы о процессе ее создания.

Александр Иноземцев во вступительном слове сообщил, что в «ОДК-Авиадвигатель» успешно завершился первый этап испытаний вентилятора-прототипа двигателя ПД-35, изготовленного из современных полимерных композитных материалов. Поскольку сам двигатель большой тяги ПД-35 пока находится в стадии разработки, полигоном для испытаний композитных лопаток стал современный двигатель ПД-14.

Валерий Гейкин подчеркнул, что технология создания рабочей лопатки вентилятора из ПКМ – ключевая для создания ПД-35 и других двигателей в классе 25-50 т. с.: «Это определяющая технология, говорящая в принципе о том, сможем мы создать такой двигатель или нет. Первые испытания показали, что мы на правильном пути и можем делать такие лопатки. Считаю, что мы ни в чем не уступаем в технологиях западным аналогам. И по итогам наши двигатели



ничем не будут уступать «одноклассникам».

Отвечая на вопросы журналистов, Александр Иноземцев подчеркнул, что переход от широкохордной пустотелой лопатки из титана, которая используется на ПД-14, к композитной лопатке для вентилятора ПД-35 — это технологический прорыв. Его обеспечил научно-технический задел, созданный специалистами ЦИАМ и ВИАМ, а также многолетняя совместная работа пермских конструкторов с «ОДК-УМПО», Пермским национальным исследовательским политехническим университетом.

В августе 2020 года начнутся разгонные испытания двигателя на стенде в ЦИАМ. Затем — дополнительные исследования на подтверждение устойчивости композитных лопаток к попаданию в двигатель посторонних предметов. По словам Александра Иноземцева, успешное проведение этих тестов позволит в 2021 году приступить к летным испытаниям двигателя ПД-14 с лопатками из ПКМ на летающей лаборатории Ил-76ЛЛ.

www.avid.ru

Комплектующие для авиадвигателя ПД-14 из отечественных композиционных материалов

ОНПП «Технология» им. А. Г. Ромашина изготовило и передало на испытания в Объединенную двигателестроительную корпорацию («ОДК-Сатурн»), комплектующие — звукопоглощающие конструкции резонансного типа и прирабатываемые панели — для российского перспективного гражданского авиадвигателя ПД-14, выполненные из отечественных композиционных материалов.

Для производства элементов конструкции ПД-14 на ОНПП «Технология» в рамках программы «Импорт-замещение» были разработаны и выпущены новые материалы: алюминиевые и полимерные сотовые наполнители, клеевые пленки, обеспечивающие требуемые характеристики. Конструкции пройдут испытания в составе опытного экземпляра ПД-14.

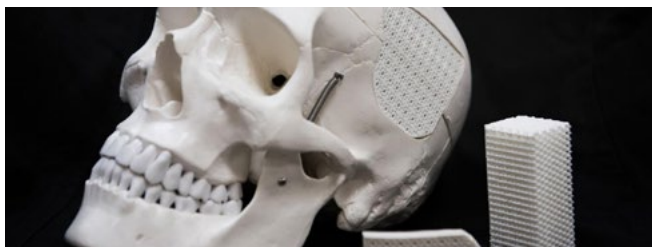
Многослойные сотовые звукопоглощающие конструкции применяются в авиационных двигателях для снижения шума, а прирабатываемые панели обеспечивают безопасную работу рабочих лопаток



вентилятора. Применение композиционных материалов позволило не только повысить надежность агрегатов, но и массовую эффективность двигателя. С начала участия в программе ПД-14, с 2011 года, на ОНПП «Технология» были выпущены 25 комплектов звукопоглощающих конструкций для нового отечественного авиадвигателя.

technology.ru

Разработан хирургический композит для устранения черепных травм на основе яичной скорлупы



Биоактивный полимерно-керамический композит для фиксации имплантатов и восстановления костных дефектов черепа разработан международной группой материаловедов Центра композиционных материалов НИТУ «МИСиС». Инновационный состав материала на основе биокерамики из яичной скорлупы обеспечивает повышенную прочность и биоинтеграцию имплантатов.

Полиметилметакрилат (ПММА) — это синтетический полимер, который используется хирургами в качестве «костного цемента», благодаря его способности к самоотверждению и прочности. Но этот материал биоинтертен по своей природе, поэтому имеет слабое химическое и биологическое взаимодействие с живыми тканями и почти не интегрируется с костью.

Ученые активно исследуют ПММА на предмет «оптимизации» для более широкого применения в различных биомедицинских областях, например, обеспечения надежной фиксации искусственных суставов/имплантатов, стоматологических фиксаторов, закрытия дефектов черепа при различных травмах и т.д.

Коллектив Центра композиционных материалов НИТУ «МИСиС» решил эту задачу, модифицировав полиметилметакрилат с помощью добавки диоксида — материала из разряда силикатной биокерамики, полученного из яичной скорлупы. Он известен такими свойствами, как отсутствие токсичности для живых клеток, биоразлагаемостью и способностью

стимулировать остеогенез — образование костной ткани на своей поверхности.

Разработчики предложили оптимизировать материал путем добавки биоактивной керамики в полимерную матрицу ПММА.

«В итоге мы получили пористый композиционный материал ПММА-диоксид, который был произведен методом литья. В ходе опытов мы экспериментировали с разными пропорциями диоксида: 25%, 50% и 75%» — добавил один из авторов разработки, постдок НИТУ «МИСиС» Раджан Чоудхари.

По словам ученого, известно, что процесс формирования и резорбции костей регулируется несколькими агентами, включая факторы роста, белки и гормоны. При этом различные ионы, такие как фосфор, кальций, стронций, магний и диоксид кремния участвуют в регенерации, минерализации и метаболизме костей, и именно ряд этих элементов обеспечивает введение диоксида в состав композита.

«Лучшие результаты показали образцы, содержащие 50% диоксида — они продемонстрировали увеличение прочности на сжатие в 4 раза, а также в течение 4 недель испытаний *in vitro* показали хорошую способность к осаждению костных минералов на своей поверхности. При этом мы установили, что механические свойства полученных пористых композитов соответствуют свойствам губчатой кости человеческого организма», — добавил Раджан Чоудхари.

По словам ученых, для промышленного изготовления хирургического материала можно использовать отходы сельскохозяйственного, а также пищевого производств. Однако, сбор, очищение и переработка потребуют отдельного сбора мусора.

В настоящее время разработчики завершают серию лабораторных испытаний полученных образцов.

Пресс-служба НИТУ «МИСиС»
misis.ru



Матричные системы

РЕШЕНИЯ ОТ АВТОТЮНИНГА ДО ЯХТ

Бесстирольные смолы

ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

Пожаростойкие системы

БЫСТРОЗАТУХАЮЩИЕ СМОЛЫ И ОГНЕСТОЙКИЕ ГЕЛЬКОУТЫ

IGC-MARKET.RU

Продукция от мирового производителя

Сырье

СТЕКЛОМАТ | ГЕЛЬКОУТ | СМОЛА | ОБОРУДОВАНИЕ

Обучение

МАСТЕР-КЛАССЫ | СОПРОВОЖДЕНИЕ | ВНЕДРЕНИЕ



На Кубани полностью решат проблему водоснабжения до 2024 года

Власти Краснодарского края планируют к 2024 году полностью решить проблему водоснабжения курортных городов и районов благодаря реконструкции трех магистральных водопроводов: Троицкого, Ейского и Таманского, сообщил губернатор Кубани Вениамин Кондратьев.

«Мы выделяем миллиарды рублей на ремонт Троицкого, Таманского, Ейского групповых водопроводов. Эти объекты капитально не ремонтировались с момента сдачи в эксплуатацию. Сети изношены практически полностью. Поэтому до 2024 года на обновление этих трех объектов из краевого бюджета направлено 10 млрд. рублей. По Троицкому работа в активной фазе, по Таманскому и Ейскому идет подготовительная работа», — сказал глава региона.

Магистральные системы обеспечивают водой восемь муниципалитетов, в которых проживает около 1 млн. человек, а в летний период это количество увеличивается в два раза за счет туристов. По словам губернатора, Краснодарский край является одним из самых привлекательных регионов для переезда и ведения бизнеса. Кубань лидирует в рейтинге инвестиционной привлекательности среди регионов, занимает третье место в стране по вводу жилья. Новые дома и предприятия увеличивают нагрузку на уже имеющуюся инфраструктуру, в связи с чем руководством края было инициировано масштабное строительство и реконструкция коммунальной инфраструктуры.

«К 2024 году мы построим и реконструируем более 160 км магистральных сетей водоснабжения. Таким образом, мы повышаем надежность систем, решаем проблему с авариями на групповых водопроводах. В целом создаем задел для развития территорий, для подключения новых потребителей», — сказал Кондратьев.



По информации пресс-службы регионального министерства ТЭК и ЖКХ, всего в рамках проекта планируется реконструировать около 95 км Ейского группового водопровода, который снабжает водой Ейский, Щербиновский, Староминской, Куцевский районы Краснодарского края и Азовский район Ростовской области. На эти цели в 2020-2023 гг. будет выделено более 5 млрд. рублей. Кроме того, на строительство новой ветки и комплексный ремонт Троицкого водопровода, которым пользуются жители Крымского района, Новороссийска и Геленджика, планируется выделить около 4 млрд. рублей. Также около 1,5 млрд. рублей будет направлено на обновление Таманского группового водопровода, который подает воду в 28 населенных пунктов на Таманском полуострове. В настоящее время рассматриваются различные варианты используемых материалов, по характеристикам не уступающие стали. Это чугун, полиэтилен и стеклопластик. Окончательное решение по выбору материала труб для магистралей принимается после согласования задания на проектирование.

admkrai.krasnodar.ru
www.gazeta.ru

Автоспорт выходит в космос!

АНО «Гоночная команда Сергея Карякина» начинает техническое сотрудничество с АО «КОМПОЗИТ», входящего в госкорпорацию «Роскосмос».

Сергей Карякин: «Наша команда подписала договор о техническом партнёрстве с АО «Композит». Для нас это уникальная возможность получить доступ к самым современным технологиям и материалам. Я благодарен генеральному директору Александру Германовичу Бересневу за предоставленную возможность посетить производство компании и увидеть технологии, которые используются и разрабатываются. Испытываю чувство большой гордости за то, что в нашей стране есть предприятия такого высокого уровня, и люди, инвестирующие в научный и технологический потенциал отраслей. Данное техническое партнерство открывает новые горизонты для разработок. Я уверен, что в совместном сотрудничестве мы создадим принципиально новый, высококонкурентный продукт, который станет залогом побед российских команд на крупных международных соревнованиях».



Для справки:

Сергей Карякин — является мастером спорта международного класса, первым и единственным представителем России — победителем и призёром ралли Dakar в двух категориях.

АНО «Гоночная команда Сергея Карякина» является разработчиком и поставщиком сертифицированных каркасов безопасности для автоспорта (FIA, РАФ).

www.kompozit-mv.ru
www.snagracing.ru

Российский консорциум займется разработкой новых технологий получения экологически чистых полимеров



На заседании Совета по приоритетному направлению Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации «Переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, повышение эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, формирование новых источников, способов транспортировки и хранения энергии» был единогласно поддержан комплексный научно-технический проект (КНТП) полного инновационного цикла, в котором принимает участие Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова в консорциуме с Федеральным исследовательским центром «Институт катализа им. Г. К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук», Институтом нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева Российской академии наук, Московским государственным универ-

ситетом им. М. В. Ломоносова и МИРЭА — Российским технологическим университетом.

Проект будет реализован совместно с ГК «Титан». Стоимость проекта 14,8 млрд. рублей, из которых 12 млрд. вкладывает ПК «Титан» в создание нового инновационного производства.

Цель проекта — организация экологически безопасных промышленных производств базовых высокотехнологических химических продуктов из углеводородного сырья для автомобильной, строительной, медицинской и пищевой промышленности. В рамках проекта ученые будут разрабатывать новые технологии получения экологически безопасных полимеров и композитов для автомобильной, медицинской и пищевой промышленности.

Разработка и реализация комплексных научно-технических программ и проектов полного инновационного цикла предусмотрены Стратегией научно-технологического развития РФ, утвержденной Указом Президента РФ от 01.12.2016 № 642. КНТП — один из основных механизмов достижения результатов по приоритетам научно-технологического развития Российской Федерации, объединяет интересы государства, науки и бизнеса и включает в себя полный цикл — от научных разработок до выхода на рынок готовой продукции.

kbsu.ru



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

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

Подробнее на сайте
www.prepreg.ru



В России выпустили ведро из биокompозита

Уникальная технология как минимум на 10% снизит себестоимость пластиковых изделий.

Производитель полимерных изделий «Бипласт» и изготовитель композитов «Композит ОСНОВА» провели успешное тестирование новой технологии по изготовлению пластикового ведра из инновационного биокompозитного материала. В основе технологии лежит использование отходов сельскохозяйственной и пищевой промышленности в качестве биологического композита, связанного с полимером на молекулярном уровне.

«В сравнении с обычным пластиком изделие из нового инновационного материала более экологично, так как после утилизации биологическая часть наполнителя быстрее разлагается, а оставшийся полимер, сформировавший матрицу, схлопывается. Это, конечно, не идеальное решение. Но в сегодняшнем мире, где утилизации ждет огромное количество пластмасс и нет способа снизить объем захоронения такого мусора, оно может быть самым эффективным и экологичным на ближайшие 50–70 лет. Плюс его производство является более выгодным для производителя. Стоимость биологических наполнителей, которые ранее массово не использовались в производстве, существенно ниже стоимости стандартных полимеров, входящих в состав пластмассовых изделий, что позволяет снизить общую себестоимость изделия на 5–10%. Сейчас продукт находится на этапе тестирования», — рассказал генеральный директор компании «Бипласт» Борис Ашмарин.

По понятным причинам компании не раскрывают состав биокompозитной гранулы. Известно, что около 60% такой гранулы составляет мука определенной фракции различных растительных материалов, которые являются отходами различных производств и которые в обычных обстоятельствах утилизируются. Однородная мелкодисперсная фракция, получаемая из данного сырья, применяется как наполнитель для полимерных композитов. Продукты, полученные из нового материала, не имеют запаха пластмассы и приятны на ощупь. Органический наполнитель прекрасно абсорбирует запахи полимерных материалов, особенно ярко выраженный запах вторичных полимеров. Полученные изделия прошли все испытания по механическим и физическим свойствам и соответствуют всем потребительским характеристикам.

«Мы работаем с различными материалами растительного происхождения, которые мы учились измельчать последние три года. За это время мы с различными поставщиками оборудования усовершенствовали технологию размолла. Это оказалось действительно сложной задачей, так как наиболее интересный материал является настолько абразивным, что за незначительное время эксплуатации оборудования полностью истерал его металлические части. Но именно такие характеристики нашего материала, его физико-химический состав является оптимальным и привлекательным для производства полимерных изделий с его добавлением. В ближайшее время мы



планируем размещение производства композитных материалов в местах концентрации отходов, а также строительство завода по производству биокompозитных гранул. Также нам интересно направление производства 100% разлагаемой гранулы», — говорит генеральный директор ООО «Композит Основа» Поликарпов Г. В.

Несколько компаний-дистрибьюторов пластиковых изделий, в том числе ИКЕА, уже заинтересовались полученными результатами. Впоследствии новый материал на основе биокompозитов может использоваться в производстве товаров народного потребления и промышленности для изготовления строительных компонентов, а также любых пластмассовых изделий, не относящихся к упаковке.

В планах компании «Бипласт» — изготовление изделий и детской мебели с добавлением натуральных компонентов.

Для справки:

Компания «Бипласт» — один из ведущих российских производителей полимерных изделий. В формате процессинга выпускает изделия для различных сегментов рынка, таких как товары для дома, бытовая техника, электроника, складская логистика и строительство. Для массового рынка производит собственные продукты — изделия для пищевой промышленности.

Компания «Композит-Основа» более 4-х лет занимается исследованиями в области производства наполнителей растительного происхождения для композиционных материалов. Имеет собственное производство муки из отходов переработки сельскохозяйственного сырья.

«ПМ-Композит» создает в ОЭЗ Тольятти продукцию из инновационных материалов



Резидент особой экономической зоны «Тольятти» в Самарской области ООО «ПМ-Композит» расширил линейку выпускаемых изделий из полимерных композитных материалов.

По словам менеджера по производству ООО «ПМ-Композит» Михаила Кобленкова, для создания

своей продукции здесь используют инновационные материалы. «Мы разработали собственную коллекцию кухонных моек, для создания которых применяли алюмарин — материал с запатентованной формулой на основе кварцевой смеси и полиэфирной смолы, с добавлением еще одного, секретного ингредиента. Аллюмарин является легким, но при этом весьма прочным», — рассказал он.

Предприятие по созданию изделий из композитных материалов открылось на площадке ОЭЗ «Тольятти» в октябре 2019 года. В настоящее время на производстве занято 128 человек. Продуктовая линейка предприятия представлена широким ассортиментом изделий для автомобильной, железнодорожной, энергетической отраслей, а также промышленного строительства, судостроения и др. Выйти на устойчивый уровень развития предприятию помог статус резидента ОЭЗ «Тольятти».

economy.samregion.ru

Амфибию «Дрозд» представили на форуме «Армия-2020»



Первая российская полноприводная глассирующая амфибия «Дрозд» была представлена «Балтийской машиностроительной компанией» на прошедшем в конце августа в Московской области международном военно-техническом форуме «Армия-2020».

«Дрозд» создан на базе одноименной модульной платформы. Машина практически непотопляема и способна разогнаться до 70 км/ч на воде и до 100 км/ч на суше. Высокая проходимость позволяет использовать амфибию на дорогах общего пользования, по бездорожью, в акваториях рек, озер и морей.

Грузоподъемность машины составляет 1,5 тонны при общем весе 2 тонны. Облегчение конструкции

достигнуто за счет использования композитных материалов, в частности углепластика. На амфибию можно установить различное вооружение — от пулеметов и боевых модулей до ракетных установок залпового огня. «Дрозд» оснащается дизельным двигателем мощностью 260 л. с. массой 120 кг.

Корпус обладает противоминной защитой и возможностью установки легкого бронирования. Амфибия способна на высокой скорости высаживаться на берег и продолжать движение на колесах.

tvzvezda.ru

Завод «Порше Современные Материалы» стал частью UMATEX

Композитный дивизион «Росатома» UMATEX приобрел компанию ООО «Порше Современные Материалы». Это российское представительство французской компании Porcher Industries, которое специализируется на производстве технического текстиля для применения в разных отраслях промышленности.

ООО «Порше Современные Материалы» расположено в Калужской области. Предприятие оснащено современным производственным оборудованием для выпуска широкого ассортимента тканей различного типа плетения и однонаправленных лент на основе углеродного и стекловолокна волокна.

Промышленный текстиль разного типа плетения на основе углеродных и других технических волокон в легком, прочном, устойчивом к кислотным средам, долговечном композитном материале востребован в таких индустриях, как авиа-, судо-, автомобилестроение, энергетика, строительство, производство спортивного инвентаря.

«Вхождение ООО «Порше Современные Материалы» в структуру UMATEX позволит нам в 1,5 раза увеличить производственные мощности композитного дивизиона в области создания технических тканей, а также приобрести опыт, компетенции и новые разработки в части адаптации и модернизации оборудования и создания новых продуктов», — прокомментировал приобретение компании ООО «Порше Современные



Материалы» генеральный директор композитного дивизиона Росатома UMATEX Александр Тюнин.

Для справки:

Промышленная группа «Порше» (PORCHER INDUSTRIES) создана в 1912 году. На данный момент компания является одним из мировых лидеров в производстве технического текстиля, в том числе тканей и лент высочайшего качества для авиационного и индустриального применения. Производство организовано на 16 заводах, работающих на трех континентах (Европа, Китай, США и Бразилия).

umatex.com



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.

«ПК Транспортные системы» приступила к производству троллейбусов для Омска



Разработчик и производитель современного городского электрического транспорта «ПК Транспортные системы» приступил к производству первой партии полностью низкопольных троллейбусов «Адмирал 6281» для Омска на «Энгельском заводе электрического транспорта» в Саратовской области.

Напомним, что в июле 2020 года «ПК Транспортные системы» заключила контракт с ПАО «Государственная транспортная лизинговая компания» на производство и поставку 33 троллейбусов «Адмирал» для омского муниципального предприятия «Электрический транспорт» на сумму порядка 679,1 млн. рублей.

Новые современные низкопольные модели «Адмирал 6281», первые единицы которого в конце мая поступили в Санкт-Петербург, приедут в Омск до 20 ноября 2020 года.

Троллейбус «Адмирал 6281» относится к самым современным разработкам и не имеет аналогов на отечественном рынке. В его создании конструкторы «ПК Транспортные системы» использовали негорючие композитные материалы.

pk-ts.org

В Тверской области может появиться еще одна особая экономическая зона



Создание в Твери особой экономической зоны «Эммаусс» обсудили 14 августа губернатор Тверской области Игорь Руденя и заместитель генерального директора Государственной корпорации «Ростех» Максим Выборных.

«Инициатива Тверской области о создании особой экономической зоны промышленно-производственного типа «Эммаусс» поддержана Правительством Российской Федерации. Сейчас идет разработка проекта планировки территории и плана развития ОЭЗ.

Резидентам предоставят льготы: сниженную налоговую ставку на прибыль, освобождение от земельного налога на срок до пяти лет, от налога на имущество организаций — на 10 лет, на такой же период — пониженный транспортный налог.

Предполагается, что якорным резидентом «Эмма-

усса» станет АО «РТ-Химкомпозит». Холдинг создан «Ростехом» как центр компетенций в области полимерных композитных материалов.

Планируется развивать и тверской Научно-исследовательский институт синтетического волокна, входящий в холдинг. АО «ВНИИСВ» расположено рядом с будущей ОЭЗ «Эммаусс».

Земли на территориях «Эммаусса» находятся в государственной собственности и будут предоставляться инвесторам бесплатно без торгов при соблюдении установленных требований. Также парки обеспечивают необходимой дорожной и коммунальной инфраструктурой — газом, электричеством, водой, сообщает пресс-служба Правительства Тверской области.

tverreg.ru

ОНПП «Технология» оснастило боевой корабль полимерным укрытием для радиолокационного оборудования

Обнинское научно-производственное предприятие «Технология» им. А.Г. Ромашина разработало укрытие из полимерных материалов для антенной системы радиолокационной станции фрегата «Адмирал флота Касатонов». Специальная конструкция защищает оборудование от климатических воздействий, обладает высокой надежностью и длительным сроком службы.

Новый фрегат «Адмирал флота Касатонов» вошел в состав Северного флота 21 июля 2020 года в канун Дня Военно-морского флота и предназначен для несения службы в дальней морской и океанской зоне. Эксплуатация судна в морях как тропической зоны, так и арктического бассейна предполагает повышенные ветровые нагрузки, влажность и перепады температур.

Укрытие сохраняет уверенный прием и передачу сигнала для обнаружения и распознавания целей, в том числе малоразмерных, в радиусе до 300 км. Защитная конструкция из полимерных композиционных материалов способна работать в экстремальных условиях более 15 лет.

Для фрегата «Адмирал флота Касатонов» ОНПП «Технология» также выпустило и другие изделия из композиционных материалов: воздухопроводы, балки и элементы антенных блоков. 26 июля 2020 года корабль принял участие в главном военно-морском параде в Санкт-Петербурге вместе с однотипным головным фрегатом «Адмирал Горшков» и корветами



типа «Стерегущий». Радиолокационные станции этих боевых кораблей также защищены композитными укрытиями производства ОНПП «Технология».

technologiya.ru



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**

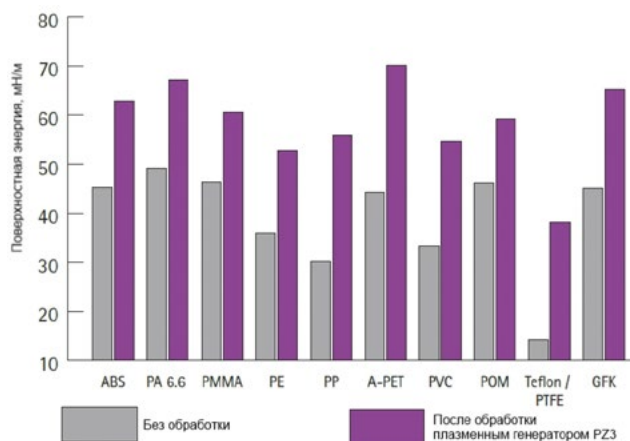
Самый компактный в мире генератор холодной атмосферной плазмы Piezobrush PZ3

В мае 2020 года компания Relyon Plasma GmbH представила новое поколение ручных генераторов атмосферной плазмы — Piezobrush PZ3.

По сравнению с прибором Piezobrush PZ2, новая модель оснащена цветным ЖК-дисплеем, с которого можно регулировать мощность плазменной обработки, задать/контролировать ее длительность. И главное изменение — в 2 раза увеличилась эффективная



Обработка PA12 перед приклейкой генератором Piezobrush PZ3. Повышение адгезии в 3 раза в сравнении с использованием химических праймеров



Изменение поверхностной энергии материалов при обработке атмосферной плазмой

площадь обработки.

Прибор применяется для значительного повышения адгезии поверхности при склейке и окраске пластиков, металлов, керамики, дерева, композиционных и других материалов. Эргономичный компактный дизайн делает Piezobrush PZ3 отличным решением для серийной обработки небольших изделий и научно-исследовательских работ по обработке изделий атмосферной плазмой.

Повышение адгезии достигается благодаря ультратонкой очистке поверхности, ее активации и функционализации. При максимальной потребляемой мощности 18 Вт, прибор генерирует плазму температурой около 50°C. Благодаря конструктивным особенностям, прибор практически не требует технического обслуживания. Все независимые компоненты генератора имеют долгий срок службы, не требуют замены или ремонта.

Пресс-релиз компании
www.partitech.ru

Электрический мини-скутер Walkcar



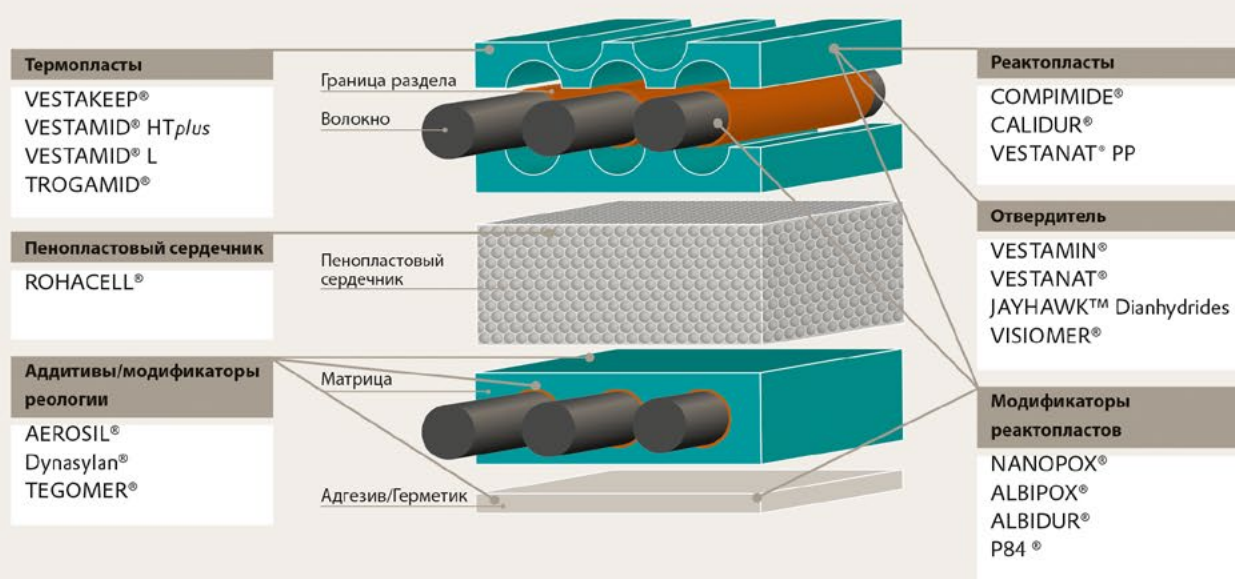
Компания Cocoa Motors продемонстрировала очень маленький электрический скутер Walkcar, чьи размеры сходны с обычным ноутбуком. Передняя пара колес скутера являются ведущими и приводятся в движение встроенными электродвигателями, а задняя пара позволяет маневрировать и управлять. Каждое колесо Walkcar имеет независимую подвеску. Изменяя положение тела, владелец Walkcar может совершать повороты, тормозить, а также увеличивать скорость. Скутер способен преодолевать наклоны под углом 10 градусов.

Аккумулятор емкостью 68 Вт*ч позволяет проехать до 5 км при движении в спортивном режиме либо 7 км в экономном режиме. Скорость в первом случае составляет 16 км/ч, а во втором — 10 км/ч. Весит скутер всего 2,9 кг, потому что в нем применены сверхлегкие материалы — углепластик и алюминий.

www.cocoamotors.com

Композитная сэндвич система

Понимание всех аспектов сложной системы –
ключ к решению поставленных задач



.....

Подробная информация на www.evonik.com/composites

Первый в мире 3D-печатный композитный пешеходный мост

Первый в мире легкий пешеходный мост, изготовленный методом 3D-печати из композитных материалов, будет установлен в парке Kralingse Bos park — зеленом сердце Роттердама (Голландия). Это совместный проект компаний Royal Haskoning DHV и DSM с администрацией города.

Отмечается, что для производства моста в качестве связующих будут использоваться термопластичные материалы торговой марки Arnite®, пригодные для вторичной переработки. По словам Мозафара Саида, менеджера по управлению активами Роттердама: «Мы рассматриваем использование композитных мостов как разумное решение для замены наших старых конструкций. Имея более 1000 мостов в Роттердаме, мы постоянно стремимся раздвинуть границы, чтобы разработать следующее поколение мостов, которые будут более экологичными и экономичными, с меньшими затратами на ремонт и обслуживание в течение жизненного цикла».

Мост будет оснащен специальными датчиками для создания его цифрового двойника. С их помощью



будет возможно предсказывать и оптимизировать техническое обслуживание, что поможет обеспечить безопасность и одновременно продлить его срок службы.

Предполагается, что пешеходный мост будет установлен и введен в эксплуатацию к концу 2020 года.

www.royalhaskoningdhv.com
www.dsm.com

На 3D-принтере создали уникальный электробайк



Компания Superstrata (США) представила свой флагманский продукт — первый в мире эклектический велосипед с ударопрочной цельной углекомпозитной рамой, изготовленной методом 3D-печати.

В отличие от других углепластиковых велосипедов, рамы которых склеены и скреплены болтами с использованием десятков отдельных деталей, рама Superstrata сформована единой конструкцией без швов или клея, что совместно с применением термопластичных материалов нового поколения обуславливает прочность и легкость велосипеда.

Рама может быть адаптирована к росту велосипедиста, его весу, длине рук и ног, положению при езде и даже предпочтительному уровню жесткости. Имея

более 500 000 возможных комбинаций, Superstrata — это самый универсальный велосипед из когда-либо сделанных из углепластика.

Потребителям будут доступны две версии:

- Superstrata C — просто велосипед;
- Superstrata E — электрический велосипед с электродвигателем, полностью заряжаемым за два часа.

Обе версии доступны для предварительного заказа уже сейчас. Первые поставки готовых велосипедов заказчикам начнутся в декабре 2020 года.

www.superstrata.bike

ЭЛАСТИЧНАЯ ЭПОКСИДНАЯ СИСТЕМА



RESOLTECH
1600

ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ С СИСТЕМОЙ RESOLTECH 1050, ОТНОСИТЕЛЬНОЕ УДЛИНЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ МОЖЕТ ВАРИРОВАТЬСЯ ОТ 4,5% ДО 80%, В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРОПОРЦИЙ СМЕШИВАНИЯ



WWW.INTREY.COM

#INTREY

Ольга Gladunova
 при использовании
 информации с сайта
www.composites-germany.org



Отраслевой союз **Composites Germany** провел опрос участников рынка композитов и выяснил сегодняшние настроения в отрасли

Союз Composites Germany регулярно проводит качественную оценку настроений и тенденций развития композитной отрасли как в Германии и Европе, так и общемировых. Летом 2020 года организация провела уже 15-й опрос компаний, входящих в три основных отраслевых объединения: AVK, Leichtbau Baden-Württemberg и рабочую группу по гибридным технологиям для облегченного строительства VDMA.

После довольно осторожных, но всё-таки положительных прогнозов насчет будущей деловой ситуации, полученных в опросе, проведенном в начале этого года, в сегодняшнем исследовании замечены крайне отрицательные настроения среди участников отрасли. Это связано в большей части с воздействием негативных последствий, вызванных пандемией коронавируса, затронувших как сферы производства, так и потребления изделий из композитов.

Компании пессимистично оценивают и общую экономическую ситуацию, и собственное положение дел. Поэтому рейтинги развития композитной отрасли достигли самых низких значений с момента начала опросов в январе 2013 года.

И это несмотря на то, что в настоящий момент в некоторых отраслях идет восстановление производства и возврат к допандемийным показателям. Например, это касается автомобилестроения или строительства. Но многие компании пребывают в неопределенности, поэтому боятся загадывать на будущее. Да и введенные меры поддержки и стимулирования промышленности и экономики в целом, кажется, еще не принесли желаемого положительного экономического эффекта.

По-разному оценивают в компаниях отрасли и развитие применения композитов по отраслям. Согласно данному опросу, представленным в диаграмме на рисунке 1, большинство респондентов ожидают ухудшения рыночной конъюнктуры в автомобиле- и авиастроении, а в сфере строительства и производства товаров для спорта и отдыха, наоборот, прогнозируют развитие применения композитных материалов.

Интересно, что в опросах, проведенных в 2013–2019 гг., большинство респондентов выделяли драйверами роста композитной отрасли угленаполненные материалы. Тогда как в 2020 году мнение некоторых

отрасль

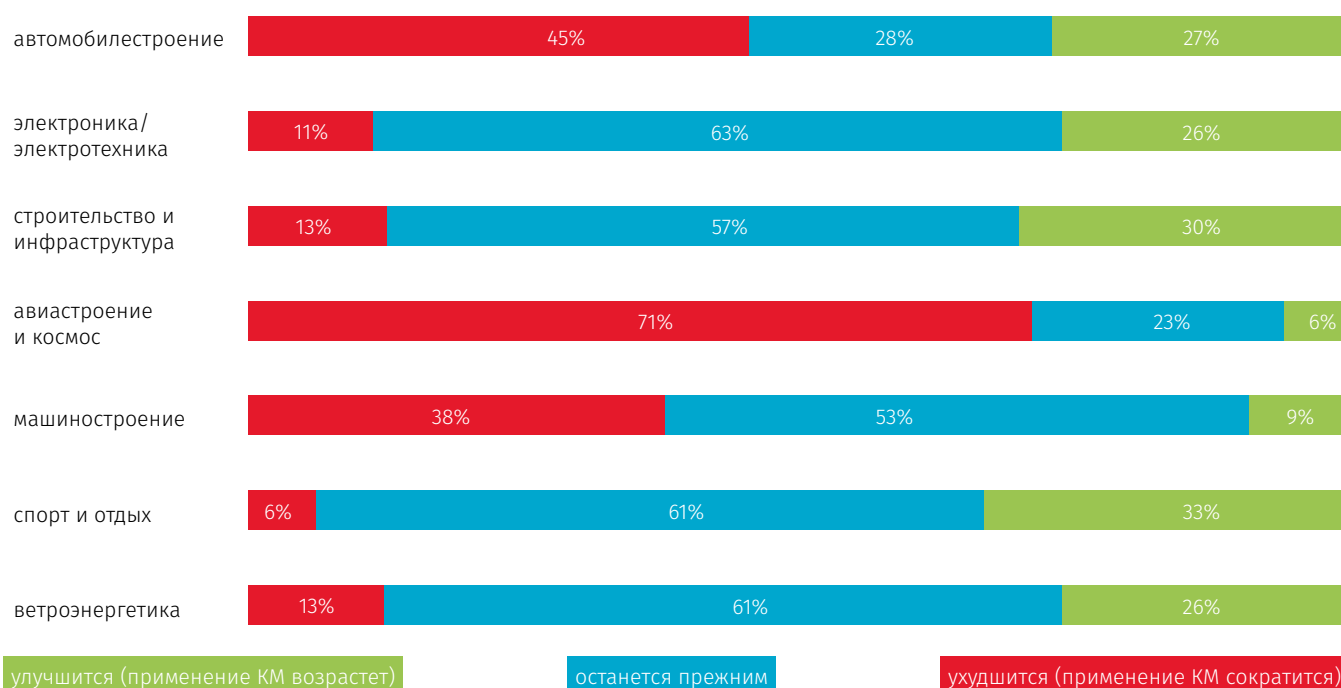


Рисунок 1. Общий качественный прогноз развития применения композитов по отраслям

изменилось, в связи с чем развитие композитного рынка в ближайшей перспективе многие связывают с внедрением стеклоармированных композитных материалов (рисунок 2). В Composites Germany отмечают, что тенденция передачи пальмы первенства стеклокомпозитам только усиливается.

Негативные настроения в отрасли, конечно же, в первую очередь обусловлены падением спроса, сокращениями производства, снижением инвестиций. Политическая неопределённость, спорная экономическая политика и недостаточные, по мнению многих опрошенных, меры поддержки также не способствуют созданию благоприятной среды для развития композитного бизнеса.

Но, не смотря на это, композиты, благодаря возможности создавать материалы и изделия с уникальными сочетаниями необходимых свойств, остаются важными составляющими производства современной продукции, отвечающей вызовам времени и соответствующей мировым стандартам.

Результаты следующего опроса Composites Germany планируют опубликовать в феврале 2021 года, поэтому в первых выпусках журнала «Композитный мир» 2021 года мы обязательно их разместим. Будем надеяться, что пандемия закончится, и процесс восстановления производства и сбыта композитных материалов и изделий из них как в нашей стране, так и в мире будет идти только нарастающими темпами. **КМ**

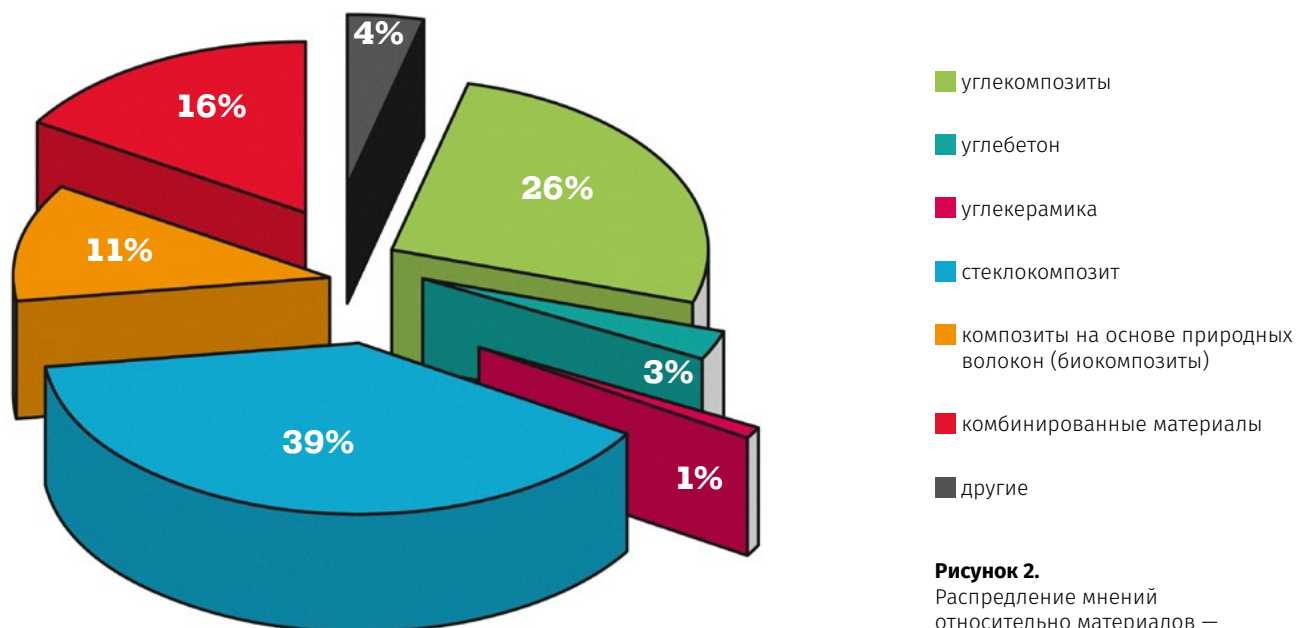


Рисунок 2. Распределение мнений относительно материалов — драйверов роста композитной отрасли



Композиты дадут вторую жизнь водоводам ГЭС



UMATEX
ROSATOM

Пресс-релиз
компании UMATEX
umatex.com
Фото: «РусГидро»

Углеродные ленты FibArm производства предприятий дивизиона UMATEX успешно опробованы для усиления несущих конструкций участка водовода Эзминской ГЭС («РусГидро»), расположенной в Северной Осетии. В ближайшее время эти материалы будут применены в ходе работ по комплексной реконструкции этой станции.

На целом ряде гидроэлектростанций «РусГидро», построенных по деривационной схеме, в состав сооружений входят стальные водоводы. Это очень ответственный элемент конструкции — они подают воду к турбинам и работают под большим напором, поэтому к надежности их работы предъявляются особые требования.

Некоторые из этих гидроэлектростанций построены более пятидесяти лет назад, и возникает вопрос о дальнейшей судьбе водоводов. Если их состояние очевидно ухудшается, то выход один — менять. Так было сделано на Баксанской ГЭС, вскоре будет сделано на Свистухинской ГЭС. Но зачастую водоводы сохранились неплохо, и вместо дорогостоящей замены более оптимальным решением является их усиление. Чтобы продлить жизнь водоводам, специалисты ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева разработали инновационный метод — внешнее армирование водовода композитной муфтой.

Метод внешнего армирования несущих конструкций с применением углеродных лент FibArm опробован на опытном участке водовода Эзминской ГЭС.

Предварительно очищенная поверхность водовода обматывается несколькими слоями специального полотна из углеродного волокна, пропитанного эпоксидным составом. Слои полотна образуют так называемую твердую и прочную композитную муфту, которая повышает прочность, несущую способность и сейсмостойкость водовода, а также защищает его от внешних воздействий, в первую очередь от коррозии, повышает долговечность сооружения. Применение углеродных лент позволяет избежать увеличения объема и массы объекта.

Метод внешнего армирования углеродными лентами FibArm будет использован в ходе работ по комплексной модернизации этой станции, к которым «РусГидро» приступит в ближайшее время.

Однонаправленные углеродные ленты FibArm изготавливаются на предприятии «Препрег-Дубна» из углеродного волокна, которое производится на заводе «АЛАБУГА-ВОЛОКНО».

Управляющей организацией Композитного дивизиона ГК «Росатом» «Перспективные материалы и технологии» — UMATEX является АО НПК «Химпромминжинг». **КМ**

Для справки

UMATEX — единственный производитель углеродного волокна (УВ) в России, располагающий



масштабными производственными мощностями по всей цепочке создания композитов.

Дивизион включает в себя промышленные производства углеродного волокна (УВ) ООО «АЛАБУГА-ВОЛОКНО» в Республике Татарстан, ООО «Аргон» в Саратовской области, ООО «ЗУКМ» в Челябинске. В число предприятий дивизиона также входят производства тканей и препрегов АО «Препрег-СКМ» в Москве, ООО «Препрег-Дубна» в Московской области, ООО «Порше современные материалы» в Калужской области, компания по производству спортивного инвентаря «Заряд» в Татарстане, два Торговых дома в Чехии и Китае. Научно-исследовательский центр, расположенный в Москве, оборудован самым современным оборудованием по разработке технологий ПАН-прекурсоров, УВ, связующих и препрегов.

С целью развития рынка композитов Российской Федерации дивизион образовал межрегиональный промышленный кластер «Композиты без границ» в Республике Татарстан, Московской и Саратовской областях. До конца 2020 года в него войдут Тульская и Ульяновская области. МПК «Композиты без границ» определен центром компетенций в рамках реализации «дорожной карты» «Технологии новых материалов и веществ» (утверждена от 27.05.2020 г. № ЮБ-П7-42-57) по продуктовому направлению «Полимерные композиционные материалы». На базе Кластера формируется Экспертный совет по направлению, основной задачей которого станет экспертиза проектов, мероприятий и прочих инициатив для включения в «дорожную карту».

UMATEX занимает первое место в России и входит в десятку мировых лидеров по производству углеродного волокна широкого сортамента. Помимо производства углеродного волокна и изделий на его основе, UMATEX оказывает инженеринговую поддержку партнеров, занимается научно-исследовательской деятельностью. В настоящее время

UMATEX реализует стратегическую программу по полноценному импортозамещению углепластиков на рынке РФ и созданию высокотехнологичных и конкурентоспособных на мировом рынке продуктов.

Группа «РусГидро» — один из крупнейших российских энергетических холдингов. «РусГидро» является лидером в производстве энергии на базе возобновляемых источников, развивающим генерацию на основе энергии водных потоков, солнца, ветра и геотермальной энергии.

Группа «РусГидро» объединяет более шестидесяти гидроэлектростанций в России, тепловые электростанции и электросетевые активы на Дальнем Востоке, а также энергосбытовые компании и научно-проектные институты.



Вырикова Анастасия Дмитриевна
пресс-секретарь МИЦ «Композиты России»
МГТУ им. Н. Э. Баумана



МИЦ «Композиты России» открыл лабораторию «зелёной» химии

В Межотраслевом инжиниринговом центре «Композиты России» МГТУ имени Н.Э. Баумана создана новая лаборатория «Функциональных композиционных материалов». Основные исследования, которые будут проводиться сотрудниками лаборатории, охватывают сферы «зелёной» химии, материаловедения, а также находятся на стыке физики, химии, биологии, сельского хозяйства, химической технологии, экономики и экологии.

В настоящее время завершаются пусконаладочные работы оборудования, включающего:

- атомно-адсорбционный спектрометр с индуктивно-связанной плазмой Shimadzu, который позволит определять элементный состав образцов с чувствительностью до одной миллиардной доли;
- реометр Anton Paar для реокинетических измерений реактопластов и термопластов,

определения оптимальных параметров технологических процессов отверждения и пропитки конструкционных композитов;

- гель-проникающий и высокоэффективный жидкостной хроматографы с масс-спектрометрическим детектором, способные анализировать как малые молекулы и их смеси, так и определять молекулярно-массовое распределение линейных полимеров и другое.

Создание новой лаборатории и курс на «зелёные» технологии обусловлены несколькими причинами. Полимерные композиционные материалы (ПКМ), в первую очередь конструкционного назначения, успешно заменяют традиционные материалы, такие как металлические сплавы или железобетон. Это объясняет и ежегодный рост производства (в среднем до 10%) как изделий из композитов, так и отдельных

компонентов композиционных материалов. Особенно сильный рост наблюдается в области инновационных материалов со специальными свойствами, суперконструкционных материалов с высочайшими теплофизическими, физико-механическими и другими эксплуатационными свойствами.

Сейчас активно развивается область так называемых «умных» материалов, особенно быстро в области полимерных композитов. Такие материалы обладают собственными уникальными свойствами, и часто сам материал уже фактически является изделием. Например, материал, способный изменять цвет в присутствии угарного газа, является готовым датчиком. По словам руководителя лаборатории «зелёной» химии МИЦ «Композиты России» Александра Полежаева, наиболее перспективными являются самовосстанавливающиеся материалы, материалы с памятью формы, элетро-, свето- и термоактивируемые материалы, способные изменять свои свойства: цвет, линейные размеры, форму, магнитную восприимчивость, электро- и теплопроводность и так далее.

Такое развитие отрасли сопровождается двумя связанными между собой проблемами. Первая — это проблема утилизации и вторичной переработки изделий из ПКМ. В настоящее время эта задача не решена ни на практическом, ни даже на концептуальном уровне. «Композиционные материалы состоят из многих компонентов: наполнителя, связующего и прочих добавок, которые практически невозможно разделить на отдельные части после окончания срока службы изделия», — поясняет директор МИЦ «Композиты России» Владимир Нелюб.

Вторая проблема — это рост использования ископаемого сырья, в первую очередь углеводородного, для производства компонентов ПКМ. Все смолы, многие наполнители производятся из компонентов нефти или каменного угля, часто с использованием технологий, не эффективных энергетически, и с большим количеством токсичных отходов.

В связи с чем, новое поколение функциональных композитов, в том числе «умных» материалов, должно создаваться с учётом детального проектирования их жизненного цикла. Начиная с того, из какого источника взяты все атомы, из которых состоит материал, какие используются технологии преобразования сырья в компоненты материалов. И заканчивая тем, как материал будет вторично переработан или утилизирован. На каждой из этих стадий должна учитываться энергетическая эффективность, атомная экономность и возобновляемость используемых источников сырья и энергии.

В настоящее время наблюдается взрывной рост исследований в области переработки продуктов растительного сырья, в первую очередь лигнина и целлюлозы в синтетические билдинг-блоки, которые могут быть использованы для создания широкого спектра материалов, в том числе инновационных, компонентов для 3D-печати и тканевой инженерии, элементов мягкой материи и конструкционных композитов с высочайшими эксплуатационными характеристиками, позволяющими использовать их в экстремальных климатических условиях, а также некоторых классов «умных» материалов, в первую очередь самовосстанавливающихся.

«Россия является одной из богатейших стран по запасам биомассы в силу протяженности её территории. Решение задачи по эффективному превращению биомассы в ценные продукты химической промышленности, получаемые с помощью энергоэффективных и экологически безопасных технологий, способно сделать нашу страну ведущим поставщиком таких компонентов на мировые рынки», — говорит Владимир Нелюб.

Решение задач на стыке различных научно-исследовательских сфер позволит создать принципиально новые материалы. А использование «зелёных» технологий позволит запустить их безотходное производство из возобновляемого сырья. **КМ**



Павел Кобер

Первоначальный вариант статьи размещен
в сетевом издании «Эксперт-Урал»
www.acexpert.ru

Россия не знает, куда пристроить новые материалы

В чем причина того, что массовое применение в нашей стране полимерных композитов с уникальными характеристиками откладывается на десятилетия

В ближайшее десятилетие ожидается бурное развитие мирового рынка углеродных волокон (УВ). Его рост прогнозируется на уровне 11% в год. В результате чего объемы 2019 года (в физическом выражении — 100 тыс. тонн УВ, в денежном — 3 млрд. долларов) должны были практически утроиться. И это только инерционный сценарий, с учетом консерватизма основных промышленных отраслей, использующих, как и прежде, преимущественно металлы и сплавы.

Но более вероятен другой сценарий, когда рынок углеволокон начнет ежегодно прибавлять 20% с 2025. Дело в том, что к этому сроку прогнозируется серьезное снижение стоимости УВ — в два раза от нынешней цены (во всяком случае, над этим сегодня работают практически все мировые производители новых материалов). При таком результате потенци-

альные потребители уверенно говорят об увеличении спроса на углеродные волокна.

Россия стремится встроиться в этот высокотехнологичный тренд. В 2018 году в нашей стране было произведено 800 тонн УВ, правительством поставлена цель производить к 2025 году 6 тыс. тонн. Сегодня доля России на мировом рынке углепластиков составляет менее 1%. Ставится задача нарастить эту долю до 3–5% и войти в пятерку ведущих стран-производителей. Такие данные привел генеральный директор UMATEX (крупнейший производитель углеволокон в России, входящий в дивизион «Перспективные материалы и технологии» Госкорпорации «Росатом») Александр Тюнин на состоявшемся в июле в рамках международного марафона «Иннопром-2020» онлайн-мероприятии, посвященном производству и применению новых материалов.

УВ используют в качестве наполнителя в различных видах углепластиков.

«Ключевые характеристики углепластиков — легкость (до пяти раз легче стали), высокая прочность и высокая устойчивость к различного рода агрессивным средам и к коррозиям. Применение данных материалов значительно повышает эксплуатационные характеристики различных изделий, которые могут служить от пятидесяти до ста лет, — отметил Александр Тюнин. — Конечно, нет никакой речи о тотальной замене традиционных материалов на углепластики. Речь идет скорее о комбинированном использовании современных композиционных материалов с различными металлами и сплавами. Но доля композитов будет постоянно расти».

Уже сегодня композиционные материалы играют очень важную роль в мировом авиастроении, судостроении, космической отрасли, ядерной энергетике, ветроэнергетике, в строительстве, производстве военной техники. Если сорок лет назад в авиалайнерах элементы из композитов составляли всего 1%, то сегодня доля новых материалов в передовых самолетах Airbus, Boeing доходит до 50%. Это дало значительное уменьшение массы самолета (до 20%), экономию топлива и сокращение выбросов в атмосферу, экономию на сборочных процессах (за счет оптимизации числа конструктивных элементов), снижение стоимости обслуживания воздушного судна на всем жизненном цикле.

В силу уникальности характеристик углепластики превосходят все основные используемые металлы, высокопрочную сталь и даже современные легкие полимерные композиты, такие как стекловолокно и базальт — по плотности, прочности, модулю упругости. Есть у углепластиков и важная экологическая миссия: процесс получения этого материала практически безотходный, в то время как в металлургии остро стоит вопрос образования отходов производства.

МС-21 — слишком мелкий потребитель

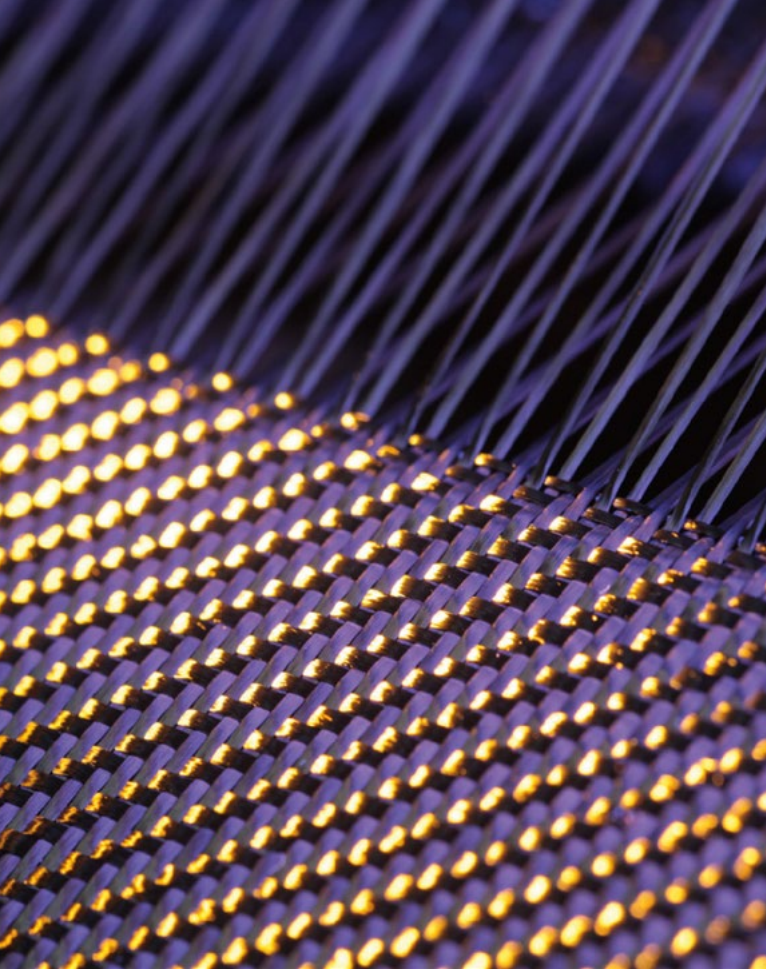
Почему же в России углепластики до сих пор не нашли широкого применения? Главной причиной эксперты называют неконкурентную стоимость новых материалов.

«Есть подводные камни. Сегодня композиты значительно дороже основных металлов и их соединений. Если стоимость килограмма алюминиевой плиты на мировом рынке составляет 8–12 долларов, то стоимость УВ — в пять-шесть раз выше. И это не считая того, что из углеволокна нужно затем сделать конструкционный материал, который будет еще дороже», — считает генеральный директор компании «АэроКомпозит» Анатолий Гайданский.

Но, во-первых, стоимость углепластика из года в год снижается — за счет совершенствования технологий производства УВ и эффекта масштаба. Серьезный потенциал в снижении стоимости может обеспечить развитие рециклинга — вторичной переработки использованных углепластиковых изделий.

Новинке полтора века

Углеродное волокно представляет собой материал, состоящий из тонких нитей диаметром от 5 до 10 мкм, образованных преимущественно атомами углерода (отсюда и название материала). Углеволокно впервые получил американский изобретатель Томас Эдисон, запатентовав его еще в 1880 году. Второе рождение УВ получило значительно позже — во второй половине XX века, когда из этого материала стали изготавливать компоненты ракетных двигателей. Затем углеволокно начали использовать в самолето- и кораблестроении, в автопроме, энергогенерации и многих других отраслях, вплоть до производства спортивного инвентаря.



голландская компания Airborne.

«Конечно, в ближайшей перспективе композиты не смогут составить серьезную конкуренцию стали и даже цветным металлам в основных сегментах потребления. Самая прочная и навороченная сталь стоит максимум полтора доллара за килограмм, в сегменте массового строительства — полдоллара за килограмм. А композитная арматура стоит за погонный метр в полтора-два раза дороже стальной, при этом у нее проблемы с пожаробезопасностью. Но почему мы верим в большие перспективы композитов? Металлургия — технологически зрелая отрасль, мы давно не видели серьезных инноваций в стали, годов с 70-х. В отношении композиционных материалов, напротив, мы видим потенциал в части улучшения характеристик и снижения себестоимости. Цены на углепластик могут снизиться с 200 — 300 долларов до 50 долларов за килограмм в достаточно понятной краткосрочной перспективе», — объяснил интерес к новым материалам директор по развитию бизнеса и корпоративным венчурным проектам компании «Северсталь» Андрей Лаптев.

В России уже реализуется несколько производственных проектов, нацеленных на промышленное использование углепластика. Та же компания «АэроКомпозит» построила в Ульяновске завод по производству силовых элементов конструкций и агрегатов для авиации из композиционных материалов, создаваемых при помощи метода вакуумной инфузии. В Казани этой компании принадлежит завод «КАПО-Композит», специализирующийся на производстве композитных элементов конструкций самолета методом автоклавного формования. В настоящее время на обоих предприятиях ведутся работы по программе МС-21.

Кроме того, в Ульяновске работает совместное предприятие датской компании Vestas и «Роснано», где производятся композитные лопасти для турбин ветроэнергетических установок с использованием стекловолокна и пултрузионного профиля из углепластика.

Но это единичные примеры в нашей стране. Они связаны с формированием пока еще очень узких сегментов инновационной индустрии, а потому не могут тиражироваться. Широкое использование углеволокна и углепластиков возможно только с подключением основных традиционных отраслей в качестве потенциальных потребителей новых материалов (таких как машиностроение, строительство, нефтегазовый комплекс). Для этого необходимы не только более чуткие к инновациям нормативно-технические документы. Нужны квалифицированные специалисты — проектировщики, инженеры, технологи, умеющие работать с новыми материалами, проектировать и конструировать изделия из композитов. К сожалению, сегодня на отечественных предприятиях не хватает соответствующих компетенций. Поэтому важно создать единую общероссийскую базу данных по композиционным материалам с информацией об их свойствах и возможностях применения в различных изделиях. **КМ**

Во-вторых, за рубежом есть примеры широкого использования новых материалов в отдельных промышленных отраслях, являющихся для России базовыми. Например, 5 тыс. км трубопроводов нефтяной компании Saudi Aramco построены из композитных труб, что составляет 20% всей длины. В российской нефтяной отрасли доля пластиковых композитных труб не превышает 1%.

Другой пример — строительная индустрия. В ряде стран (в частности, в США), где техническое регулирование оперативно подстраивается под инновации, при строительстве различных объектов активно применяются углепластики и углеволокно.

«Если посмотреть на тот узкий сегмент в строительной индустрии, который представляют композиты и армирующие материалы, используемые в строительстве различных объектов, то можно увидеть там своего рода революцию. Все, что имеет отношение к фундаменту, на сегодняшний день гораздо эффективнее, в том числе с точки зрения стоимости, строить с применением композитного армирования», — утверждает генеральный директор компании «Гален» Валерий Гуринович.

Даже ведущие мировые металлургические компании — гипотетические конкуренты производителей композиционных материалов сегодня обзавелись собственными подразделениями, выпускающими композиты. По этому пути пошла и Северсталь: ее корпоративный венчурный фонд Severstal Ventures инвестировал несколько десятков миллионов долларов в компанию, разрабатывающую цифровые роботизированные платформы для производства композитных деталей и изделий с интегрированными композитами. Жаль только, что это не российская, а

Композиционные материалы и оборудование для производства композиционных изделий

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

Mahr



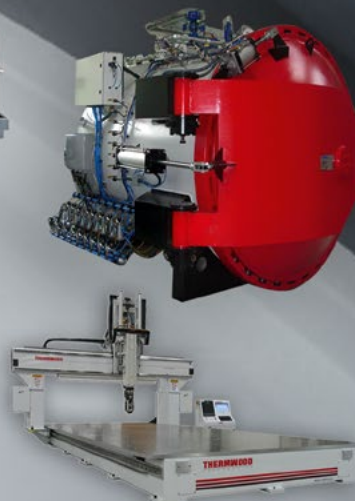
Лабораторные сушильные шкафы и промышленные печи France Etuves (Франция)

FRANCE ETUVES



Автоклавы для композитов и вулканизации резины OLMAR (Испания)

OLMAR
GRUPO OLMAR



Оборудование для механической обработки пластиков Thermwood (США)

THERMWOOD
First in CNC Routers

Гидравлические прессы для композитов Langzauner (Австрия)

Langzauner
PERFECT

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

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

carbonStudio
ВАШ ПАРТНЕР В ИННОВАЦИЯХ!

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





Фомичев Артём Николаевич

Технический директор ООО «ДУГАЛАК»
dugalak.com/rus



Трудногорючие смолы и гелькоуты «ДУГАЛАК»

применение в производстве современных композитных материалов для общественного транспорта

В настоящее время полимерные композитные материалы (ПКМ) широко применяются при производстве различных видов общественного транспорта. Это наземный и водный транспорт: трамваи, троллейбусы, автобусы, железнодорожный транспорт, а также прогулочные катера, спасательные шлюпки на кораблях и буровых платформах, катамараны, водные велосипеды и яхты. Это объекты транспортной инфраструктуры: мосты как пешеходные, так и для авто- и ж/д транспорта, лестничные марши, перила, ограждения, мачты освещения.

Данные ПКМ имеют ряд очевидных преимуществ по сравнению с традиционным материалом — металлом. Это коррозионная стойкость, более низкий вес, высокие прочностные характеристики, быстрота изготовления изделий со сложной геометрией, широкие возможности по применению интегрированных решений, долгий срок эксплуатации.

Пожарная опасность и пределы огнестойкости по ГОСТ Р 56206-2014 — одни из важнейших параметров ПКМ для общественного транспорта, которые необходимо учитывать при их подборе.

Своевременно реагируя на потребности рынка в специальном сырье для трудногорючих ПКМ, компания «ДУГАЛАК» активно занимается разработкой и внедрением таких исходных материалов — трудногорючих полиэфирных и винилэфирных смол и гелькоутов. При их разработке необходимо учитывать множество

факторов, связанных не только со свойствами самих смол и гелькоутов, но и со способами их переработки.

На российском рынке в данное время присутствуют как российские смолы и гелькоуты для трудногорючих ПКМ, так и импортные. Большинство видов этих материалов представляют собой смесевые составы: обычные полиэфирные смолы различной природы плюс сыпучие наполнители-антипирены и галогенсодержащие синергисты. Чтобы обеспечить необходимый уровень трудногорючести, в эти составы, как правило, вводится очень большое количество сыпучих антипиренов. Что влечет за собой увеличение вязкости, ухудшение пропитки, сложность гомогенизации состава перед применением после долгого периода хранения или транспортировки. Таким образом решается (далеко не всегда успешно) вопрос о конкурентной цене при требуемой пожаростойкости. Однако область применения данных материалов ограничивается практически одним способом производства — ручным ламинированием, самым низким по производительности, качеству изготовления и максимально высокому расходу смолы. Для инфузии (включая технологию Flex Molding) и РТМ (RTM) высокое наполнение антипиренами делает практически невозможным либо сильно ограничивает применение таких смесевых составов. В данном случае одно из решений — это применение полиэфирных и винилэфирных смол,

Таблица 1. Свойства смолы «Девинил 950 TG2»

Свойства	Показатель	Единицы измерения	Метод
Внешний вид	Жидкость белого цвета	—	Визуальный
Массовая доля нелетучих веществ	75–80	%	ГОСТ Р 52487-2010
Время гелеобразования при 20°С, 2% Со и 1–2% МЭКП (50 %)	15–20	мин	Методика «Дугалак»
Динамическая вязкость по Брукфильд RV при 23°С, скорость 12, шпindelъ 3	800–1100	мПа·с	ГОСТ 25271-93
Температура вспышки	31	°С	ISO 3679
Плотность	1,5–1,6	кг/м ³	ГОСТ 31992.1-2012
Предел прочности при растяжении*	60	МПа	ISO 527-1
Модуль упругости при растяжении*	3200–3400	МПа	ISO 527-1
Твердость по Барколу*	40	Ед.	ГОСТ Р 56761-2015
Теплостойкость/HDT (температура прогиба под нагрузкой)*	100	°С	ISO 75 Метод А

* — ненаполненные образцы с термообработкой: 24 ч при комнатной температуре, 3 ч при 60°С, 2 ч — 120 °С

Таблица 2. Свойства смолы «Депол — Т810»

Свойства	Показатель	Единицы измерения	Метод
Внешний вид	Жидкость белого цвета	—	Визуальный
Массовая доля нелетучих веществ	73–77	%	ГОСТ Р 52487-2010
Время гелеобразования при 20°С, 2% Со и 1–2% МЭКП(50%)	15–20	мин	Методика «Дугалак»
Динамическая вязкость по Брукфильд RV при 23°С, скорость 12, шпindelъ 3	1000–1200	мПа·с	ГОСТ 25271-93
Температура вспышки	31	°С	ISO 3679
Плотность	1,5	кг/м ³	ГОСТ 31992.1-2012
Предел прочности при растяжении*	35	МПа	ISO 527-1
Модуль упругости при растяжении*	3400–3800	МПа	ISO 527-1
Твердость по Барколу*	35–40	Ед.	ГОСТ Р 56761-2015
Теплостойкость/HDT (температура прогиба под нагрузкой)*	85	°С	ISO 75 Метод А

* — ненаполненные образцы с термообработкой: 24 ч при комнатной температуре, 3 ч при 60°С, 2 ч — 80°С

которые изначально имеют антипирены в своем составе в результате синтеза, кроме тех, что могут быть введены в состав дополнительно. Трудногорючие характеристики таких смол зачастую выше, чем простых смесевых составов, а область применения гораздо шире.

Для сокращения времени от лабораторных изысканий до определения трудногорючих характеристик материалов и, соответственно, внедрения в производство в прошлом году было принято решение о строительстве отдельной испытательной пожарной лаборатории в структуре компании «ДУГАЛАК». В этом году строительство завершено.

Пожарная лаборатория оснащена новым современным оборудованием согласно ГОСТ Р 56206-2014 для определения следующих характеристик: горючесть, дымовыделение, токсичность, кислородный индекс, распространение пламени, воспламеняемость.

Данная лаборатория позволит не только оперативно отвечать на новые запросы рынка, но и помогать партнерам компании в оптимизации производственных

процессов и оценке качества получаемых трудногорючих ПКМ. Характеристики пожарной опасности ПКМ зависят не только от полимерной составляющей, но и от армирования (его вида, количества, соотношения смола/стекловолокно), а также от условий и системы отверждения.

В связи с этим любое изменение в этой многокомпонентной системе будет напрямую влиять на трудногорючесть композита. С помощью пожарной лаборатории «ДУГАЛАК» партнеру-производителю ПКМ будет быстрее, точнее, более обоснованно экономически принимать решение о корректировке производственного процесса для получения лучшего результата по пожаростойкости выпускаемой продукции.

Компания «ДУГАЛАК» предлагает производителям композитной отрасли трудногорючие материалы для различных технологий производства: ручное ламинирование, Flex Molding, инфузия, RTM.

Для ручного ламинирования деталей и комплектующих для всех видов транспортных средств и объектов

Материалы

Таблица 3. Свойства смолы «Депол — Т805»

Свойства	Показатель	Единицы измерения	Метод
Внешний вид	Жидкость белого цвета		Визуальный
Массовая доля нелетучих веществ	73–77	%	ГОСТ Р 52487-2010
Время гелеобразования при 20 °С и 2% МЭКП (50%)	15–20	мин	Методика «Дугалак»
Динамическая вязкость по Брукфильд RV при 23 °С, скорость 12, шпindelь 4	900–1000	мПа·с	ГОСТ 25271-93
Температура вспышки	31	°С	ISO 3679
Плотность	1,5–1,6	кг/м ³	ГОСТ 31992.1-2012
Предел прочности при растяжении*	50	МПа	ISO 527-1
Модуль упругости при растяжении*	3200–3400	МПа	ISO 527-1
Твердость по Барколу*	40	Ед.	ГОСТ Р 56761-2015
Теплостойкость/HDT (температура прогиба под нагрузкой)*	80	°С	ISO 75 Метод А

* — ненаполненные образцы с термообработкой: 24 ч при комнатной температуре и 3 ч при 60 °С

Таблица 4. Свойства смолы «Девинил 950 ТГ»

Свойства	Показатель	Единицы измерения	Метод
Внешний вид	Жидкость от светло-коричневого до темно-коричневого цвета	—	Визуальный
Массовая доля нелетучих веществ	65 ±3	%	ГОСТ Р 52487-2010
Время гелеобразования при 20°, 3% Со и 1–2% «Триганокс 239»	40–60	мин	Методика «Дугалак»
Динамическая вязкость по Брукфильд RV при 23 °С, скорость 50, шпindelь 3	400–500	мПа·с	ГОСТ 25271-93

Таблица 5. Свойства смолы «Девинил 950 ТГ РП»

Свойства	Показатель	Единицы измерения	Метод
Внешний вид	Жидкость от светло-коричневого до темно-коричневого цвета	—	Визуальный
Массовая доля нелетучих веществ	65–70	%	ГОСТ Р 52487-2010
Время гелеобразования при 20 °С и 2% «Триганокс 239»	30–50	мин	Методика «Дугалак»
Динамическая вязкость по Брукфильд RV при 23 °С, скорость 12, шпindelь 2	300–320	мПа·с	ГОСТ 25271-93

Таблица 6. Свойства смолы «Девинил 950 ТГ 2 Р»

Свойства	Показатель	Единицы измерения	Метод
Внешний вид	Белая жидкость		Визуальный
Массовая доля нелетучих веществ	75–80	%	ГОСТ Р 52487-2010
Время гелеобразования при 20 °С, 2% Со и 1–2% МЭКП (50%)	15–20	мин	Методика «Дугалак»
Экзотермический пик	120–140	°С	Методика «Дугалак»
Динамическая вязкость по Брукфильд RV при 23 °С, скорость 12, шпindelь 3	700–800	мПа·с	ГОСТ 25271-93

Таблица 7. Свойства гелькоутов «ИН-900 ТГ (Н/С)»

Свойства	Показатель	Единицы измерения	Метод
Внешний вид	Непрозрачная жидкость	—	Визуальный
Массовая доля нелетучих веществ	70±4	%	ГОСТ Р 52487-2010
Время гелеобразования при 20 °С и 2% «Триганокс 239»	25–30	мин	Методика Дугалак
Динамическая вязкость по Брукфильд RV при 23 °С, скорость 12, шпindelь 7	6500–7000	мПа·с	ГОСТ 25271-93



инфраструктуры подойдут следующие марки смол:

- «Девинил 950 ТГ2» — наполненная тиксотропная бромированная трудногорючая смола, свойства которой представлены в таблице 1. Стеклопластик на её основе является трудногорючим по ГОСТ 12.1.044-89 п. 4.3
- «Депол — Т810» — наполненная тиксотропная смола на базе хлорэндиковой кислоты, свойства которой представлены в таблице 2. Стеклопластик на её основе является трудногорючим по ГОСТ 12.1.044-89 п. 4.3.
- «Депол — Т805» — наполненная тиксотропная трудногорючая ортофталевая смола, свойства которой представлены в таблице 3.

Для производства изделий судостроительного назначения с помощью технологии инфузии целесообразно применять бромированную винилэфирную смолу «Девинил 950 ТГ» (свойства представлены в таблице 4). Данная смола имеет сертификат Морского Регистра.

Для изготовления элементов и деталей для автомобильного и железнодорожного транспорта с помощью инфузии отлично подходит бромированная винилэфирная смола «Девинил 950 ТГ РП» (свойства смолы представлены в таблице 5).

Для производства деталей и комплектующих для всех видов транспортных средств и объектов инфраструктуры по технологиям RTM и Flex Molding в компании «ДУГАЛАК» рекомендуют использовать наполненную бромированную винилэфирную смолу «Девинил 950 ТГ 2 Р» (свойства смолы представлены в таблице 6).

Также компания предлагает производителям трудногорючие гелькоуты «ИН-900 ТГ (Н/С)» (свойства представлены в таблице 7) в цветовой гамме по

предварительному согласованию по каталогу RAL.

Все представленные материалы активно используются партнерами компании — крупнейшими российскими производителями трудногорючих ПКМ. Работая со смолами и гелькоутами компании «ДУГАЛАК», они уверенно проходят необходимую сертификацию на соответствие требованиям ГОСТ Р 56206-2014.

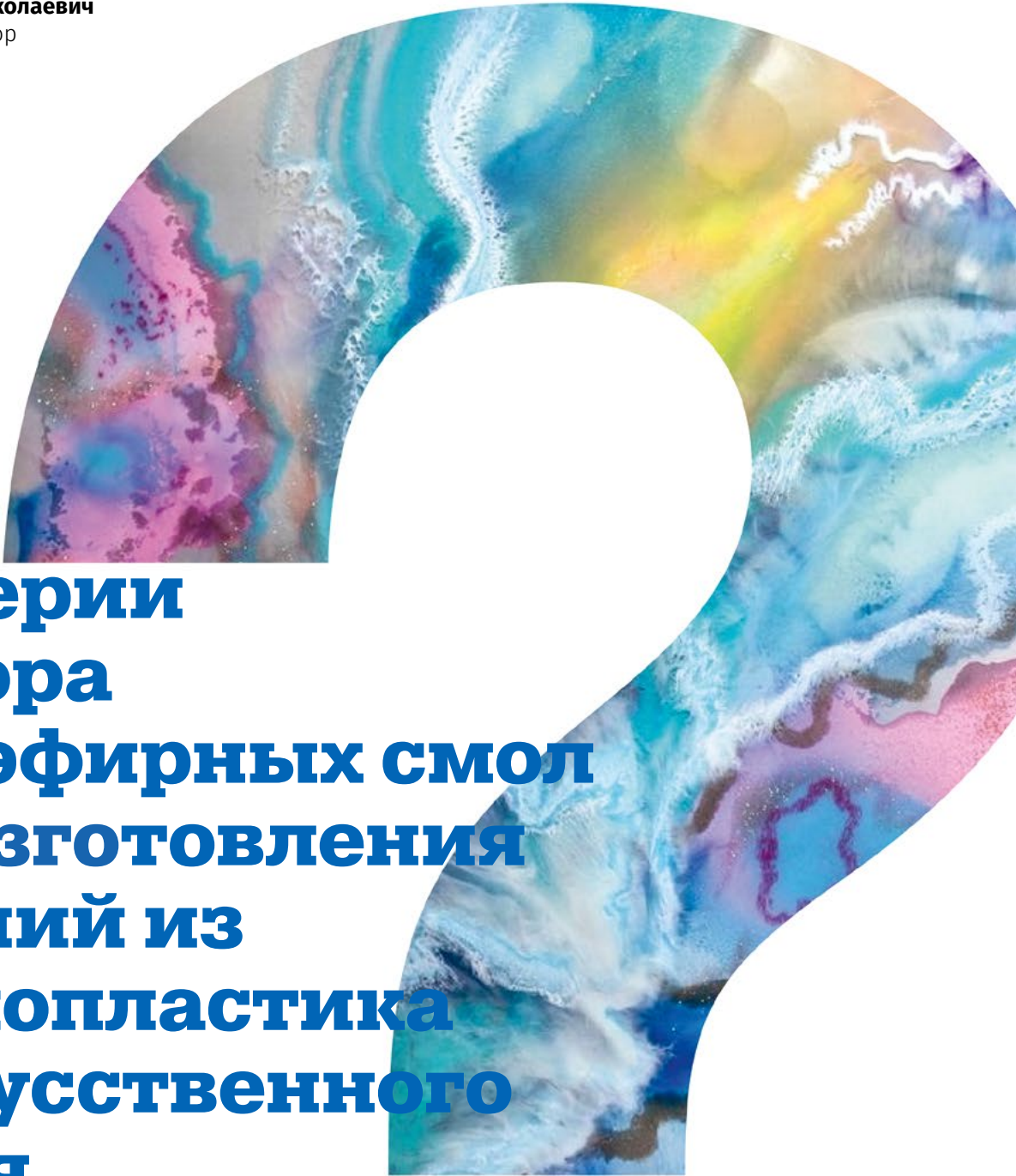
Предприятие «ДУГАЛАК» является клиентоориентированной компанией. Она организует постоянное консультационное сопровождение своей продукции, начиная от решения самых простых вопросов по выбору и применению материалов до технического аудита компаний-партнеров. Тем самым обеспечивает применение своих материалов максимально удобным и эффективным для потребителя способом.

В настоящее время компания «ДУГАЛАК» взаимодействует не только с российскими потребителями. Она проводит большую работу по выводу своей продукции для производства трудногорючих ПКМ на рынок Европейского союза (ЕС), реагируя тем самым на повышенный спрос в ЕС на новые материалы в связи с ужесточением требований по пожарной безопасности в сфере железнодорожного транспорта.

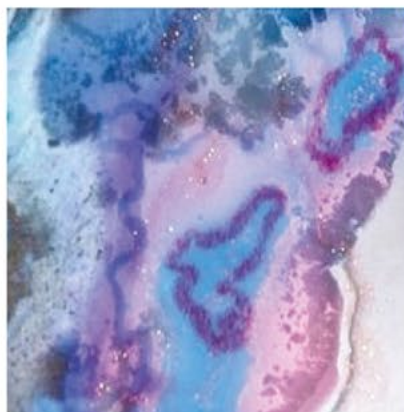
Учитывая недавнюю унификацию требований стран Европейского союза по пожарной безопасности в сфере железнодорожного транспорта, трудногорючие материалы «ДУГАЛАК» проходят сертификацию в этом году в аттестованной лаборатории во Франции на соответствие требованиям EN-45545-2.

Получение данного сертификата позволит российским производителям трудногорючих полимерных композитов и изделий из них участвовать как в реализации различных проектов в сфере железнодорожного транспорта в Европе, так и в европейских проектах по локализации производства в России. **КМ**

Паринос Вячеслав Николаевич
коммерческий директор
ООО «Полимерпром»



Критерии подбора полиэфирных смол для изготовления изделий из стеклопластика и искусственного камня



Как среди многообразия представленных на рынке полиэфирных смол выбрать ту, которая идеально подойдет для решения вашей задачи? С чего начать поиск и как быстро, четко и грамотно сформулировать задачи для поставщиков сырья? Наверно, каждый производитель изделий из композитов хоть раз задавал себе эти вопросы. А задаются ли подобными вопросами заказчики, например, стеклопластиковой продукции? «Нет, конечно», — ответите вы. И действительно, зачем им это? В данной статье я постараюсь объяснить, почему не только производителям изделий из композитов, но и их заказчикам — потребителям важно знать основные критерии, по которым осуществляется подбор исходного сырья, как избежать целого ряда проблем, имея хотя бы общие представления о выборе смол для производства композитов.

В идеале, чтобы решить задачу по подбору полиэфирной смолы, мы должны обратиться к свойствам конечного изделия и, основываясь на них, производить расчеты ламината, используя физико-механические свойства отвержденной смолы. Но, в большинстве случаев, заказчиками во главу угла ставится одна задача — это минимальная цена готового изделия. И производитель вынужден уменьшать материалоемкость, искать более дешевое сырье. Производители связующего по цепочке вынуждены удешевлять свои продукты, используя дешевое низкокачественное сырье, упрощая процесс изготовления, не используя специальные добавки. И получается связующее, которое плохо пропитывает стеклопластики, боится ультрафиолета, воды и имеет пониженные физико-механические свойства. Изготовить и показать заказчику изделие из данной смолы можно, но как оно будет вести себя при эксплуатации — вопрос.

Производители изделий из стеклопластика и искусственного камня для получения более низкой цены готового изделия идут на использование дешевых смол, не соблюдают производственный процесс, упрощая его. В итоге стеклопластик превращается в материал, который зачастую не способен нести на себе какую-нибудь нагрузку, не выдерживает природных атмосферных воздействий, из-за чего теряется возможность длительной эксплуатации

самого изделия. Всё это негативно сказывается на репутации композитов в целом и еще больше подрывает доверие заказчиков к данному материалу.

Приведу несколько примеров. Среди наиболее распространенных изделий из композитов, можно выделить стеклопластиковые водоотводные лотки и емкости. Это те изделия, которые закапываются в землю, поэтому производитель и заказчик часто не обращают внимания ни на внешний вид, ни на свойства изделия. Возможно, что контрольные образцы и проверяются на физико-механику, но кто следит из каких сырьевых материалов сделан контрольный образец, а из каких — все остальные изделия в партии. Не буду вдаваться в вопрос подбора армирующих стеклопластиков, он тоже важен. Но в первую очередь на стойкость изделия влияет именно связующее.

На представленных в статье иллюстрациях видно к чему приводит погоня за дешевизной. Например, водоотводные лотки зачастую ждут монтажа месяц или более. При этом хранятся под открытым небом, под воздействием ультрафиолета, который разрушает изначально несоответствующее назначению изделия связующее. Да и сама смола из-за своей дешевизны порой не способна полностью пропитать, связать стеклопластики. В итоге лотки расслаиваются, разрушаются, складываются при монтаже (рисунок 1).

С намоткой еще страшнее. Дешевые смолы нетехнологичны и не способны поддерживать высокий темп производства при намотке, в результате чего ровинг полностью не пропитывается. Например, образуются непропитанные области наполнителя с внутренней части ёмкости (рисунок 2), а это контакт с жидкостями, и впоследствии осмос и разрушение ламината (рисунок 3).

Неправильный выбор смол без учета технологических особенностей производства изделий также приводит к негативным последствиям. Например, ребра жесткости зачастую наматывают тогда, когда тело ёмкости уже отвердилось или набрало прочность. На рисунке 4 видно разрушение емкости по ребру жесткости. В данном случае это стало следствием нарушения технологии намотки, что, вполне возможно, сопровождалось использованием смолы с высоким



Рисунок 1. Разрушение при монтаже стеклопластиковых лотков, изготовленных из несоответствующих назначению изделия связующих



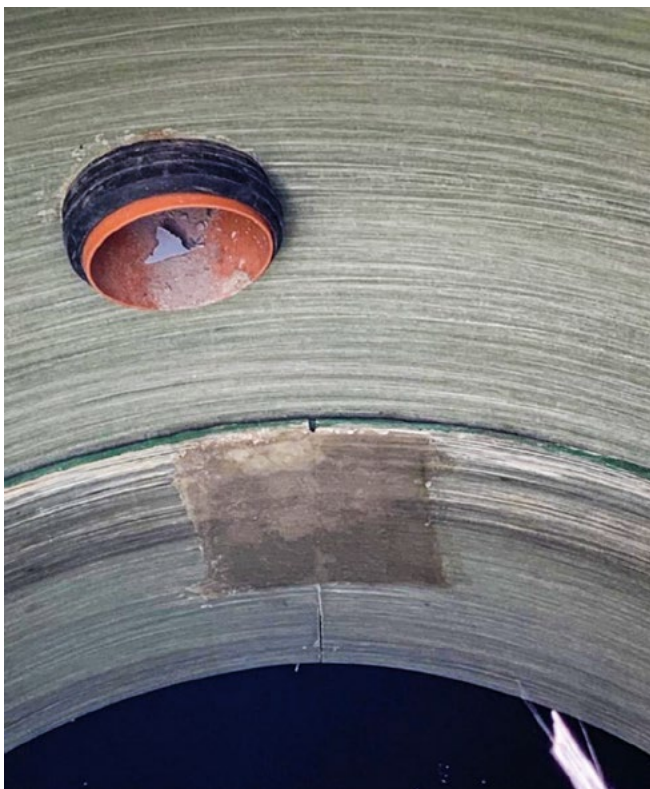
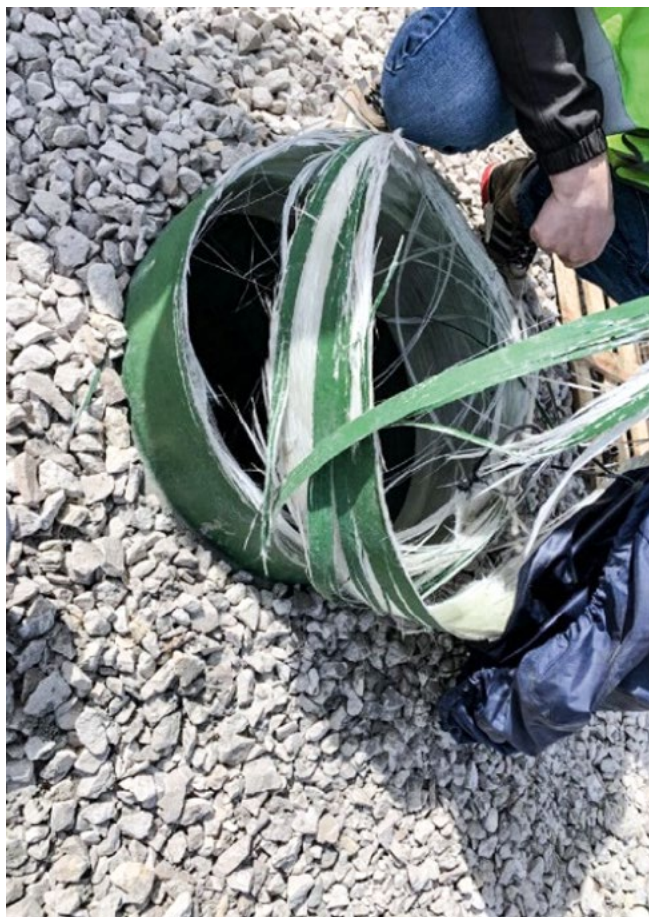


Рисунок 2. Непропитанные области наполнителя с внутренней части ёмкости



пиком экзотермы. При намотке и отверждении ребра жесткости произошло повышение температуры выше температуры тепловой деформации (HDT) уже отвержденной смолы, из которой изготовлено тело ёмкости. Это привело к её термической деформации и потере прочности, в результате чего, при нагрузке ёмкость лопнула как раз по ребру жёсткости.

При реализации проекта не надо смотреть на стеклопластик как на дешёвый материал. Надо в первую очередь смотреть на него как на долговечный композит, способный длительное время сохранять свои потребительские и физико-механические характеристики. Его конкурентное преимущество не в первоначальной цене, а в стоимости жизненного цикла. И хорошо, когда грамотно подобрав сырьё, удастся предложить заказчику высококачественное изделие по конкурентной цене.

И тут мы подошли к вопросу критериев выбора исходных смол для производства изделий из композитов.

Как уже отмечалось выше, подбор смолы начинается со свойств конечного изделия. То есть путем проецирования требуемых значений характеристик готового изделия на свойства отвержденной смолы, осуществляемого параллельно с подбором соответствующего стеклонеполнителя. Например, нужно твердое изделие — у смолы смотрим показатель твердости. Нужна эластичность готового изделия — обращаем внимание на удлинение при разрыве. Необходима высокая стойкость к воде и жидкостям — смотрим на показатель водопоглощения (желательно в разрезе 2–3 дней). Стоит задача изготовить пожаробезопасное изделие — смотрим показатели горючести и так далее.



Рисунок 3. Расслоение ламината при нагрузке по причине плохой пропитки армирующих материалов связующим

Хочу отметить, что значение каждого показателя, указанное в технических характеристиках смолы, должно быть подтверждено производителем связующих результатами испытаний не только в собственных, но и в независимых аккредитованных лабораториях. Только тогда можно гарантировать качество смолы и стабильность ее показателей.

Ну а теперь перейдем, с моей точки зрения, к самому главному фактору подбора смолы — технологичности связующего, возможности его переработки с помощью заданной для производства конкретного изделия технологии. Это как раз и определяет экономическую составляющую — финансовую отдачу от изготовления изделий из стеклопластика.

В первую очередь обратим внимание на технологии производства изделий из композитов:

- ручное формование;
- напыление;
- намотка;
- литье;
- закрытое формование: RTM, LRTM, Flex Molding, инфузия;
- холодное прессование;
- горячее прессование: SMC, BMC;
- пултрузия.

Есть смолы общего применения (назначения). Обычно это непредускоренные, со средними характеристиками неотвержденной смолы материалы. Которые могут быть переработаны с помощью широкого ряда технологий, или модифицированы добавлением специальных добавок, улучшающих те или иные их свойства, необходимые для конкретного способа производства изделий. Например, добавив в смолу общего применения для литья искусственного камня специальные добавки, которые увеличивают способность смолы к поглощению наполнителя и облегчают удаление воздуха из формовочной смеси, мы закономерно получим более дорогой сырьевой материал. Но за счет его лучшей наполняемости сократится его расход, а за счет более быстрой стадии удаления воздуха уменьшится время производства, и увеличится производительность. В итоге себестоимость конечного изделия из модифицированного продукта окажется ниже, чем у изготовленного из первоначальной простой смолы.

Помимо технологии, для которой подбирается смола, следует обратить внимание на её:

- цвет и прозрачность;
- вязкость;
- тиксотропность (коэффициент);
- реакционную способность.

Рассмотрим каждый пункт по отдельности.

Цвет и прозрачность смолы

Порой на данный показатель не обращают внимания. Но более прозрачная смола и низкий показатель цветности по Хайзену означает, что смола получена по более современным технологиям с минимальным

окислением в процессе поликонденсации. Это гарантирует стабильность показателей при хранении смолы, а также возможность более длительного ее хранения.

Вязкость

Часто показатель вязкости путают или сопоставляют с тиксотропностью. Это совершенно разные характеристики, отвечающие за разные свойства и возможности связующего. Смола может быть очень вязкая, но при этом нетиксотропная, и наоборот. Показатель вязкости нам дает представление о текучести смолы. На этот фактор мы обращаем внимание после определения технологического процесса изготовления детали. Например, при технологиях закрытого формования нужно связующее с низкой вязкостью, а для напыления — желательнее не выше 1000 мПа·с. Хочу отметить, что существуют различные методики оценки вязкости, даже по Брукфильду есть множество способов ее определения. В Российской Федерации действует ГОСТ 25271, основанный на международном стандарте ИСО 2555, по определению вязкости. И я рекомендую придерживаться методики, регламентированной в нём.

Тиксотропность

Тиксотропность — это способность смолы изменять вязкость при механическом воздействии. Этот показатель означает, что смола в спокойном состоянии быстро набирает вязкость. Тиксотропность характеризуется коэффициентом тиксотропности. Для смол, применяемых в ручном формовании, он должен составлять 2,5. Это гарантия того, что смола не будет стекать с вертикальных поверхностей после нанесения.

Реакционная способность

Реакционная способность характеризуется целым набором показателей, включающим:

- время гелеобразования;
- температуру пика экзотермы;
- время достижения пика экзотермы;
- производный показатель — соотношение времени достижения пика экзотермы к времени гелеобразования.

Реакционная способность смолы напрямую влияет на производительность труда. И это не только гелеобразование, которое показывает, сколько времени есть у производителя для пропитки материалов. Но еще и такой немаловажный показатель — как время достижения пика экзотермы, который характеризует время, через которое начнется набор прочности. Сам процесс набора прочности ламината и его продолжительность зависят от многих факторов, в том числе и от присутствия в смоле функциональных добавок. Соотношение времени достижения пика экзотермы к времени гелеобразования — это расчетный пока-



Рисунок 4. Разрушение ламината по ребру жесткости

затель, характеризующий реакционную способность смолы, значение которого должно быть ≤ 2 .

Отдельно остановлюсь на температуре пика экзотермы. Высокий пик экзотермы (190–200°C) означает, что экзотермическая реакция может начаться и в малых объемах, и при пониженных температурах, и может быть предвестником быстрого отверждения. Это хорошо при изготовлении тонких деталей и применении технологий литья и закрытого формования. При ручном формовании есть небольшое условие — четкое и равномерное перемешивание смолы с перекисью. Иначе может возникнуть точечное и резкое увеличение пика экзотермы, что в свою очередь приведет к нежелательной усадке и короблению видовой поверхности ламината. Причем производить изделия желательно толщиной не более 5 мм, иначе могут возникнуть проблемы с матрицами, когда при высоких температурах матрица дает усадку и изменяет геометрию. При намотке же наоборот: высокий пик экзотермы просто не технологичен, так как с такой смолой невозможно будет за раз набрать толщину изделия более 10 мм, ламинат просто «закипит», не говоря уж о намотке ребер жесткости на больших емкостях. В то же время необходим комплексный подход и при выборе смолы с низким пиком экзотермы. Наряду с низким пиком должна быть реактивной, и производный показатель соотношений времен должен обязательно быть ≤ 2 . Смола с такими показателями достигается при усовершенствовании рецептур и синтеза.

Все рассмотренные выше характеристики являются

основными, определены международными стандартами и указываются в технической документации к продукту. Но у смол есть еще такие свойства, как:

- текучесть — способность смолы в наполненном состоянии растекаться вместе с наполнителем. Этот показатель очень важен для технологий литья искусственного камня и полимербетона;
- наполняемость — способность к наполнению. Также важная характеристика для литьевых процессов, когда меньшее количество смолы необходимо для пропитки большего количества наполнителя;
- пропитывающая способность, которая напрямую влияет на скорость пропитки армирующих стекло материалов, а, следовательно, и на производительность;
- стойкость к атмосферным воздействиям и ультрафиолетовому излучению;
- способность к быстрой дегазации — выводу воздуха из ламината. Данное свойство влияет на качество и срок службы изделия, так как оставшиеся воздушные включения в стеклопластике могут привести к его осмосу и разрушению.

Эти характеристики достигаются не только с помощью модернизации рецептур и технологий синтеза смол, но и введением дополнительных функциональных добавок, которые в свою очередь имеют прямое влияние на увеличение цен на конечный продукт.

К сожалению, данная группа свойств не отражается в технических листах на смолы, но именно эти показатели помогут производителю изделий из стеклопластика и искусственного камня рассмотреть вопрос выбора сырья наиболее полно, грамотно учитывая все производственные нюансы. А сделанный правильный выбор исходных материалов — это основа, которая в совокупности с другими факторами, позволит оптимизировать процесс производства, увеличить производительность и изготовить высококачественную, соответствующую всем предъявляемым к ней требованиям продукцию с конкурентной ценой.

В заключение добавлю, что ООО «Полимерпром» это ответственный производитель и поставщик исходных сырьевых компонентов для изготовления композитов и изделий из них. Всегда готов предоставить клиентам самую полную информацию о предлагаемых продуктах, провести необходимые консультации и подобрать решение для любой производственной задачи. Еще раз призываю компании композитной отрасли Российской Федерации относиться как к выбору сырья, так и к производству в целом с максимальной ответственностью. Ведь от качества произведенных изделий во многом зависит вопрос расширения применения композитов в различных отраслях промышленности. Для развития композитной отрасли необходимы усилия всех участников рынка. Даже из-за одного некачественного изделия можно в один момент потерять достигаемое с таким трудом доверие потребителей. Давайте строить «композитное» будущее вместе! **КМ**

**КОМПЛЕКСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВ ИЗДЕЛИЙ ИЗ
СТЕКЛОПЛАСТИКА И ИСКУССТВЕННОГО КАМНЯ**



СОБСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО

полиэфирные смолы | гелькоуты
склеивающие составы | пигментные пасты
гранулы для искусственного камня
разделительные воски | ускорители

НОВИНКА

Линейка трудногорючих смол и гелькоутов

ненаполненные ортофталевые, изофталевые,
эпоксивинилэфирные смолы и гелькоуты для
производства пожаробезопасных изделий

Группа горючести: Г1

сертификат соответствия № ПС 004540 от 21.06.2019

ДИСТРИБЬЮЦИЯ

Оборудование: MAGNUM VENUS PRODUCTS (США)

- установки для нанесения гелькоута
- установки для нанесения смолы с рубленным стеклоровингом
 - установки для инъекции
 - оборудование для намотки
 - специальное оборудование

Стекломатериалы: стекломаты, стеклоткани, ровинги, вуаль

Lantor: полиэфирные нетканые материалы

ChemTrend: разделительные смазки, очистители, порозаполнители и грунтовки

ES Manufacturing: приспособления и вспомогательное оборудование

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА И ОБУЧЕНИЕ

Разработка и изготовление полимерной оснастки и организация производств изделий из стеклопластика "под ключ".

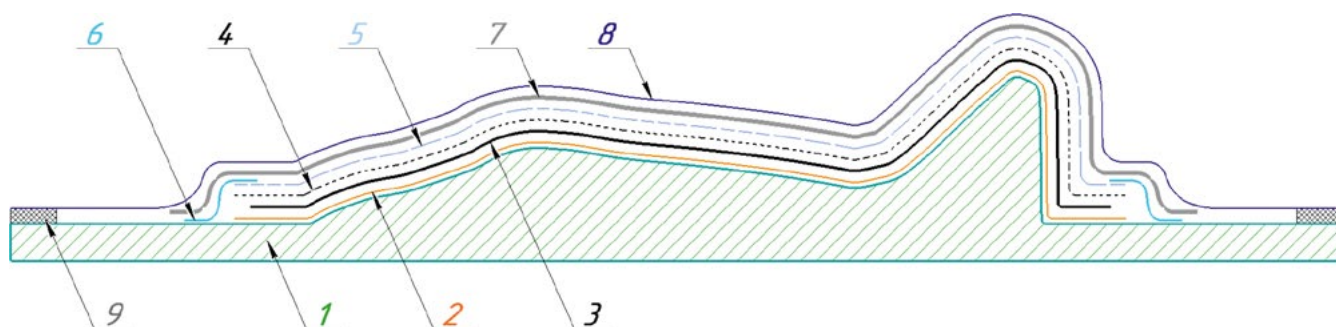
Обучение техпроцессам изготовления изделий из стеклопластика и искусственного камня.



Индустриальные препреги от ООО «Композит-Изделия»



Изделия на основе композитных материалов, благодаря своим уникальным свойствам, становятся всё более популярными в современном мире. Многие из нас уже отдали свое предпочтение облегченным углепластиковым велосипедам или ударопрочным хоккейным клюшкам. Не говоря уже об использовании угле- и стеклопластиков в более высокоответственных отраслях, например, авиационной промышленности. Но мало кто понимает, что создание любого композитного изделия является результатом совместного труда различных специалистов: проектировщиков, конструкторов, технологов полимерных композитных материалов (ПКМ), а также разработчиков и производителей основного сырья и оборудования. Вспомогательные и расходные материалы тоже имеют важное значение. Без них зачастую невозможно получить



1 — матрица, 2 — антиадгезионное покрытие, 3 — пакет препрега, 4 — жертвенная ткань, 5 — разделительная пленка, 6 — лента полиэфирная адгезионная для фиксации слоев, 7 — дренажно-впитывающий материал, 8 — вакуумная пленка, 9 — герметизирующий жгут

Материалы

Перечень материалов для сборки технологического пакета для формования препрега Epoxy Carbon Fabric Prepreg CM-Preg F-T27 200/1250 CP0041 45 с режимами отверждения до 150°C

№	Наименование материала	Функциональное назначение	Марка материала ООО «Композит-Изделия»
1	Антиадгезионное покрытие	Способствует облегченному многократному съему изделия с оснастки	Пленка фторопластовая с адгезионным слоем «ЛипЛент-ТТ01» 1000 мм, ТУ 2245-015-30189225-2016 или жидкий полупостоянный разделительный состав
2	Разделительная пленка	Служит разделительным слоем между пластиком и вспомогательными расходными материалами	Пленка разделительная «Полиплан-150» без перфорации, ТУ 2245-007-30189225-2015 или пленка разделительная «Полиплан-150» ПЗ, ТУ 2245-007-30189225-2015
3	Жертвенная ткань	Обеспечивает необходимую шероховатость поверхности для последующей обработки изделия, а также способствует получению заданного содержания связующего в пластике	Ткань разделительная Р-ТЕКС Р110ПЭ ×1500 мм, ТУ 8388-010-30189225-2015 или Ткань разделительная Р-ТЕКС Р85ПА ×1500 мм, ТУ 8388-010-30189225-2015
4	Дренажный материал	Способствует отводу воздуха из вакуумного пакета	Материал нетканый технический дренажно-впитывающий ДВМ-340, ТУ 8397-011-30189225-2015
5	Герметизирующий жгут	Является герметизирующим материалом для технологического пакета	Жгут герметизирующий «КОНТУР-150», ТУ 2513-006-30189225-2015
6	Вакуумная пленка	Основной материал для создания вакуумного пакета	Вакуумная пленка «Вакплен — 150» 70×3000 ПР, ТУ 2255-001-30189225-2015
7	Лента полиэфирная с адгезионным слоем	Используется для фиксации вспомогательных слоев расходных материалов	Лента полиэфирная с адгезионным слоем «ЛипЛент-ФБ-Р01», ТУ 2255-017-30189225-2016

качественное и законченное композитное изделие. Расходные материалы подбираются в зависимости от условий формования (температура, давление), а также последующей эксплуатации готовых изделий.

Технические специалисты ООО «Композит-Изделия», имея многолетний опыт в композитной отрасли, расширяют направление деятельности, связанное с внедрением и поставкой препрегов из различных армирующих наполнителей и полимерных связующих от известного немецкого производителя C-M-P GmbH. Ассортимент всей продукции представлен на сайте prepreg.ru

ООО «Композит-Изделия» проводит технические консультации по подбору не только необходимого препрега для изготовления конкретного ПКМ, но и по использованию вакуумных расходных материалов для различных технологий. Препреги производства компании C-M-P GmbH сертифицированы для авиационной отрасли и применяются на предприятиях Airbus, а также сертифицированы по стандартам DNV GL для судостроения (для производства легкомоторных судов). Помимо этого, препреги используются в традиционных отраслях, таких как производство товаров для спорта и отдыха, медицина, роботостроение и так далее.

Компанией C-M-P GmbH разработаны эпоксидные связующие и препреги на их основе для проведения ремонта композитных изделий, в том числе и для ремонта хоккейных клюшек.

Все материалы имеют паспорт качества на каждую партию. По требованию разработчиков ПКМ для проведения расчета прочности элементов конструкций предоставляются более подробные данные,



Материалы



касающиеся физико-механических характеристик материалов, включая прочностные и сдвиговые характеристики во всех направлениях и при различных температурах, а также ударную прочность и коэффициенты Пуассона.

Благодаря компетентной технической поддержке, приемлемой стоимости и наличию материалов на складе в Москве весь процесс поставки и внедрения новых технологий с использованием промышленных препрегов от немецкого производителя C-M-P GmbH на предприятия занимает короткий промежуток времени. Постоянными потребителями данных материалов, поставляемых ООО «Композит-Изделия», уже стали различные компании — производители робототехники, спортивного инвентаря, автомобильных запчастей, медицинских изделий, беспилотных летательных аппаратов, а также мелкосерийных заказных изделий из углепластика.

Общество с ограниченной ответственностью «Композит-Изделия» специализируется на производстве и поставке расходных материалов для технологий



www.prepreg.ru/pic/sv.pdf

Свойства эпоксидных матриц C-M-P GmbH

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

* при комнатной температуре

Материалы



пропитки под вакуумом и автоклавного формования композитных изделий, а также на внедрении и поставке препрегов производства C-M-P GmbH на основе угле- и стеклонаполнителей и эпоксидных связующих.

Вспомогательные и расходные материалы компании производятся в России, по российским ТУ, имеют необходимые сертификаты, паспорта качества на каждую производственную партию и протоколы испытаний в независимых лабораториях. Вспомогательные материалы, выпускаемые компанией, не уступают зарубежным аналогам ни по основным характеристикам, ни по качеству. ООО «Композит-Изделия» производит отечественные вакуумные расходные материалы более пяти лет и является участником программы импортозамещения Минпромторга России по авиа- и судостроению. **КМ**



КОМПОЗИТ
ИЗДЕЛИЯ

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ДЛЯ ВАКУУМНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Отечественный производитель и поставщик вспомогательных материалов.

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

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

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

Мы предлагаем клиентам:

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



Участник программы по
Импортозамещению
при поддержке МинПромТорга

Котовщиков И. О.

Инженер разработчик-исследователь
ООО «Локус»

Автоматизированный комплекс неразрушающего контроля лопастей из композиционных материалов

Список литературы

1. Kotovshchikov I. O. Active thermography as a contemporary method for ensuring the quality of composite material products // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. — 2019. — Vol. 683, No. 1. — pp. 012076. — DOI:10.1088/1757-899X/683/1/012076
2. Котовщиков И. О. Современные мобильные системы неразрушающего контроля изделий из композитных материалов // Композитный мир. — 2018. — № 6 (81). — С. 54–56.
3. Будадин О. Н., Вавилов В. П., Абрамова Е. В. Тепловой контроль / Учебное пособие для подготовки специалистов по неразрушающему контролю и технической диагностике. — М.: ИД «Спектр», 2011. — 171 с.

Лопasti рулевого винта являются ответственными деталями вертолёта, качество которых определяет безопасность эксплуатации всего транспортного средства в целом. Поэтому очень важен комплексный подход в обеспечении неразрушающего контроля (НК) качества вертолётных лопастей как при их изготовлении, так и в процессе эксплуатации. Компанией ООО «Локус» разработано комплексное автоматизированное решение для НК лопастей рулевого винта, выполненных из композиционных материалов. Данный комплекс состоит из автоматизированной системы поиска внутренних дефектов методом активной термографии «ЛокоТерм» и автоматизированной системы лазерного измерения геометрических параметров лопасти «Геометра».

Система «ЛокоТерм»

В процессе изготовления лопасти могут возникнуть такие внутренние дефекты, как непроклей, отслоение обшивки, расслоение, пустоты, дефекты нагревательной накладки и так далее. Особенности изделий из композиционных материалов накладывают ограничения на выбор эффективно выявляющего требуемые дефекты метода НК. Для изделий с конфигурацией вертолётных лопастей наиболее эффективным и перспективным методом НК оказался метод активной термографии [1–3].

Специально для поиска характерных внутренних дефектов в вертолётных лопастях компанией ООО «Локус» разработана автоматизированная система дефектоскопии методом активной термографии — «ЛокоТерм» (рисунок 1).

Данная система обладает следующими ключевыми особенностями:

- высокая производительность;
- возможность контроля изделий со сложной геометрией;
- простая интерпретация результатов контроля;
- использование бесконтактного метода;
- выявление внутренних и поверхностных дефектов;
- не требует использования контактной жидкости;
- метод не требует предварительной подготовки изделия.

Метод активной термографии, реализованный в системе «ЛокоТерм», основан на регистрации изменения температуры объекта контроля (ОК) в условиях внешнего теплового возбуждения. Блок активной термографии (или термограф) нагревает поверхность ОК с помощью встроенных галогенных ламп. Инфракрасная (ИК) камера системы регистрирует динамику температуры поверхности ОК в виде последовательности её ИК изображений (термограмм). Далее, с помощью специального программного обеспечения (ПО), установленного на компьютере пульта управления, полученная информация о динамике температуры обрабатывается программными алгоритмами. Обработанные термограммы анализируются специалистом с помощью программных инструментов на соответствие выявленных неоднородностей теплового отклика дефектам. Итоговые цифровые термограммы вместе с заключением специалиста архивируются в виде протоколов на компьютере пульта управления и в базе данных предприятия.

В системе реализованы режимы ручного выбора

Рисунок 1.

Общий вид автоматизированной системы «ЛокоТерм»:

- 1 — пульт управления системой;
- 2 — опорная рама с двумя моторизированными осями;
- 3 — область контроля;
- 4 — термограф



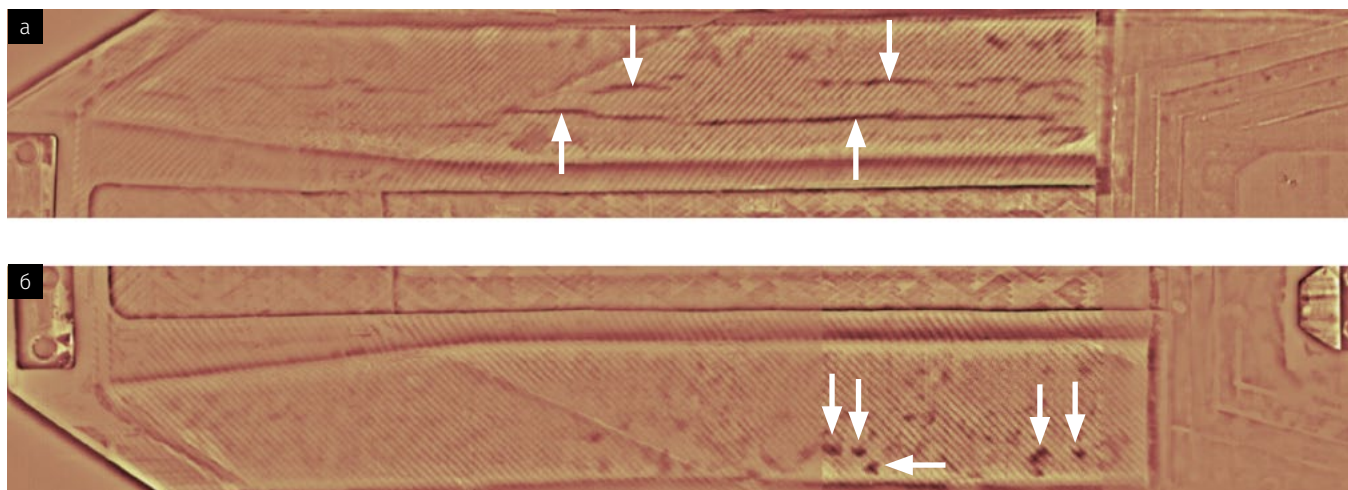


Рисунок 2. Термограммы вертолётной лопасти на основе углепластика:

а — термограмма с выявленными протяжёнными отслоениями; б — термограмма с выявленными локальными пустотами (порами)

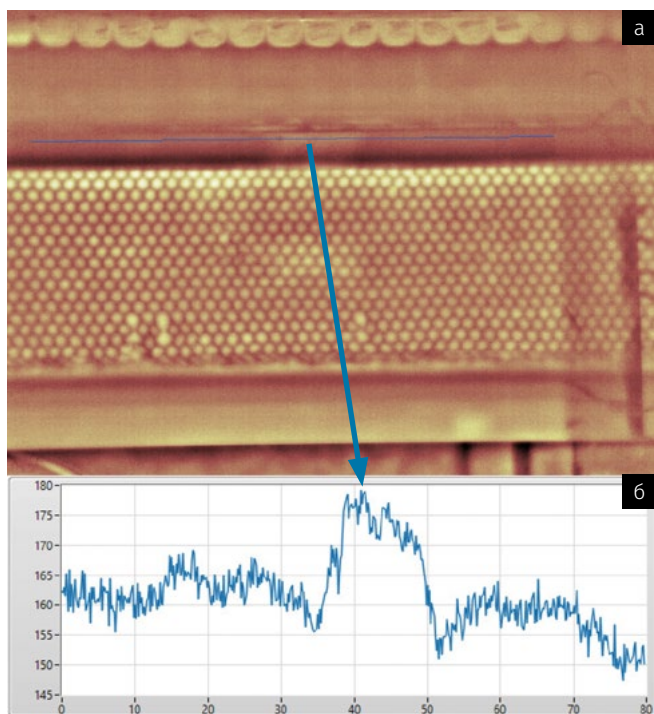


Рисунок 3. Термограммы вертолётной лопасти с хвостовым отсеком, выполненным из композитной сотовой панели на основе стеклопластика:

а — хвостовой отсек лопасти; б — носовая часть лопасти

контролируемого участка, автоматизированного пошагового сканирования всей лопасти, а также отдельный режим для контроля качества нагревательной наклейки, находящейся внутри лопасти. Оператор выбирает параметры контроля в соответствии с конфигурацией контролируемого изделия. Инженер (пользователь, с более высоким уровнем допуска) создает режимы контроля, которые в дальнейшем выбирает оператор, и задает критерии дефектности.

На рисунке 2 приведены термограммы лопасти с хвостовым отсеком, выполненным из сферопласта с углепластиковой обшивкой. В данной лопасти выявлены дефекты типа отслоения обшивки и локальных пустот наполнителя. На данном рисунке дефекты являются более тёмными участками термограммы.

На рисунке 3 приведён пример выявления дефекта типа непрочной склейки лонжерона с хвостовым отсеком, выполненным из стеклопластика. Под термограммой приведён график изменения температуры вдоль синей линии, проведенной на термограмме рисунка 3. На данном изображении дефект отображается более светлым участком термограммы, как следствие, ему соответствует характерный всплеск яркости на приведённом графике.

Достоверность контроля системой «ЛокоТерм» была подтверждена другими методами НК и распилом образцов в месте дефекта.

Система «Геометра»

В процессе эксплуатации вертолётной лопасти подвергаются высокой нагрузке, распределение которой строго задано и обеспечивается геометрией лопасти. В связи с этим отклонение некоторых геометрических параметров более чем на ± 2 мм является недопустимым, а лопасти с такими отклонениями являются бракованными. Для высокоэффективного контроля геометрических параметров вертолётных лопастей, компанией ООО «Локус» разработана система «Геометра» (рисунок 4).

Система «Геометра» позволяет измерять такие геометрические параметры, как ширина лопасти по хорде, угол крутки, отклонение хвостового отсека от номинального положения, увод оси лопасти, кривизна стрингера и так далее. Данная система обладает следующими ключевыми особенностями:

- измерение геометрических параметров лопасти бесконтактным способом;
- возможность контроля изделий со сложной геометрией;
- возможность прямого измерения угловых параметров;
- повышенная точность измерения;
- исключение влияния человеческого фактора на результат контроля;
- повышенная скорость измерения.

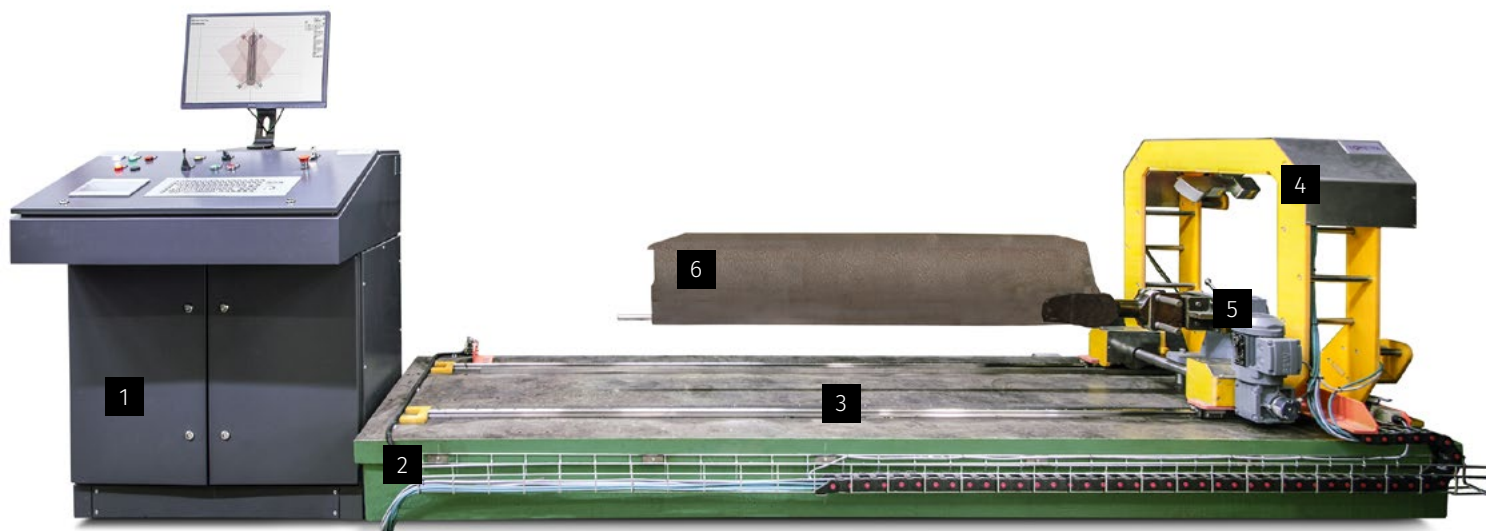


Рисунок 4. Общий вид системы контроля геометрических параметров лопасти:

1 — пульт управления системой; 2 — контрольная плита (опора системы); 3 — рельсовый механизм перемещения рамки; 4 — моторизованная рамка с лазерными сканерами; 5 — устройство консольного крепления лопасти; 6 — объект контроля

Процесс контроля лопасти системой «Геометра» представляет собой равномерное непрерывное сканирование лопасти, консольно зафиксированной в положении «носиком вниз». Лазерные 2D-сканеры, расположенные по периметру рамки, позволяют строить профили лопасти в заданных сечениях. Специальное ПО «Ассистер» преобразует данные со сканеров в искомые геометрические параметры лопасти и объединяет кривые в единый профиль сечения лопасти. По окончании процесса сканирования программа формирует 3D-модель проконтролированной лопасти из полученных 2D-сечений, как показано на рисунке 5.

Для того чтобы оценить достоверность результатов измерения геометрических параметров с помощью системы «Геометра», были проанализированы результаты измерений параметров угла крутки и отклонения хвостового отсека лопасти.

Достоверность результатов измерений определяется повторяемостью (воспроизводимостью) значений измеряемых геометрических параметров для одних и тех же сечений лопасти. На рисунке 6 приведены графики значений отклонения хвостового отсека и угла крутки, полученные в ходе нескольких сканирований одной и той же лопасти.

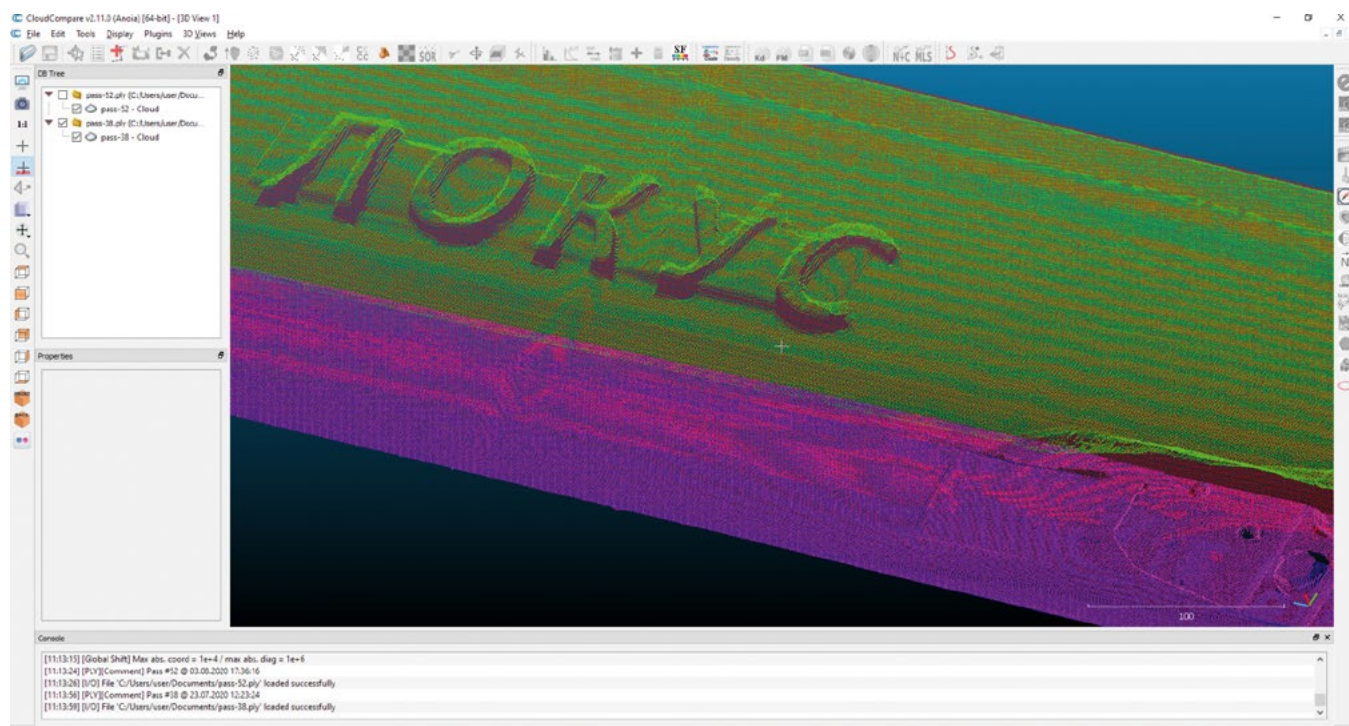


Рисунок 5. Участок 3D-модели лопасти с накладкой в виде букв толщиной порядка 2 мм

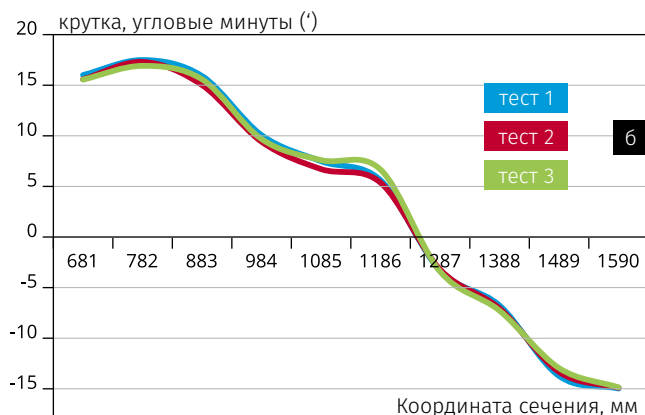
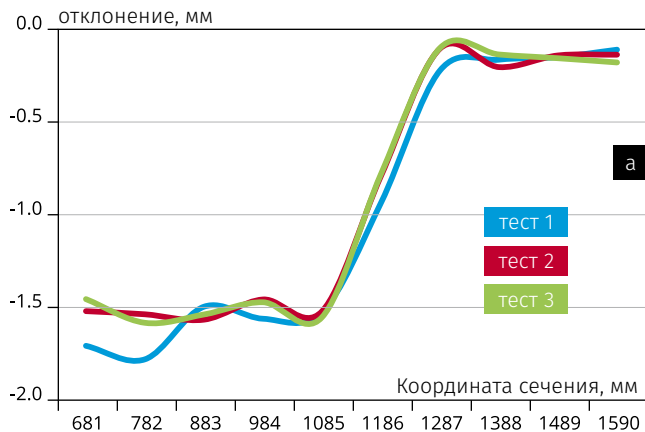


Рисунок 6. Динамика измеряемых геометрических параметров лопасти вдоль оси сканирования, по результатам трёх тестовых сканов: а — динамика значений отклонения хвостового отсека; б — динамика значений угла крутки

На графиках, приведённых на рисунке 6, виден общий характер динамики измеряемых геометрических параметров в рамках проведённых тестовых сканирований. Резкий рост значений отклонения хвостового отсека в диапазоне координат от 1100 до 1300 мм соответствует технологически заложенным особенностям лопасти (то есть отражает действительность).

Статистический анализ полученных значений геометрических параметров показал, что система «Геометра» позволяет измерять линейные геометрические параметры лопасти со средней повторяемостью $\pm 0,056$ мм и угловые геометрические параметры лопасти со средней повторяемостью $\pm 0,3'$.

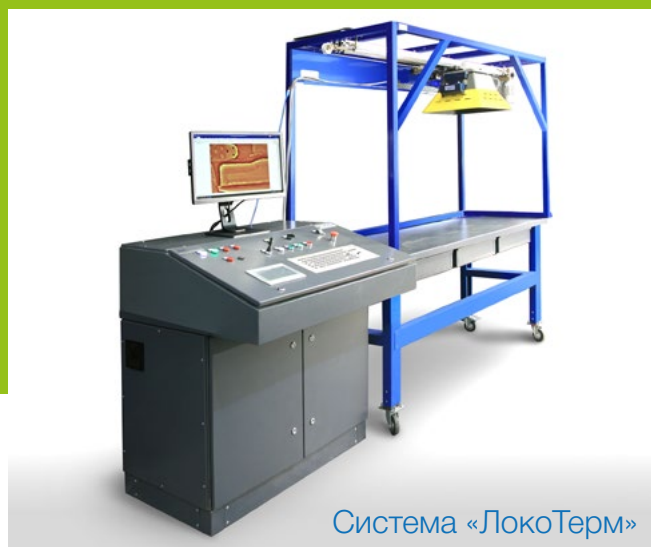
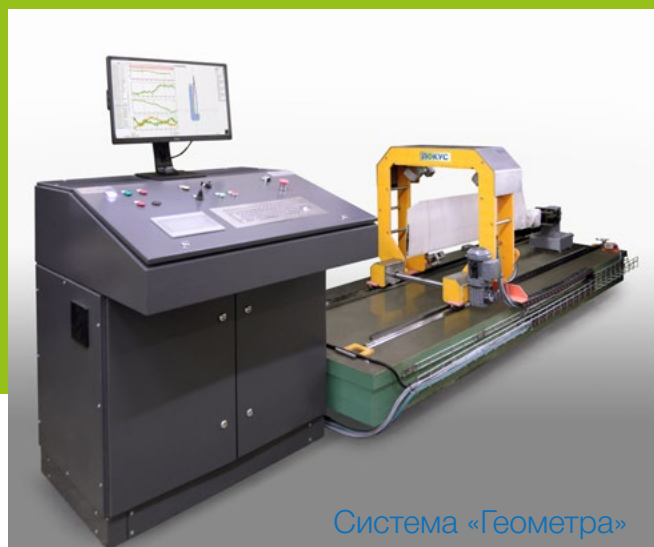
Заключение

Компанией ООО «Локус» разработано высокоэффективное комплексное автоматизированное решение для НК лопастей, выполненных из композиционных материалов. Система дефектоскопии методом активной термографии «ЛокоТерм» обеспечивает достоверное выявление внутренних дефектов, характерных для композитной структуры вертолётных лопастей. Система измерения геометрических параметров лопасти «Геометра» позволяет контролировать отклонения ключевых геометрических параметров с повторяемостью $\pm 0,056$ мм для линейных параметров и $\pm 0,3'$ для угловых параметров.

Внедрение разработанного комплекса НК позволит повысить производительность контроля и достоверность его результатов. **КМ**

Оборудование для автоматизированного контроля композитных изделий

Измерение геометрических параметров, термографический контроль



- Высокая производительность контроля
- Контроль изделий со сложной геометрией
- Контроль и измерения бесконтактным способом
- Повышение точности и скорости измерений
- Исключение влияния человеческого фактора

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

БАЛЛОН - 22 Л
СПРЕЙ - 500МЛ

НЕ ОКРАШИВАЕТ ПОВЕРХНОСТИ
НЕ ВЫЗЫВАЕТ КОРРОЗИЮ
ПОВЕРХНОСТЕЙ

WWW.INTREY.COM

#INTREY



Культовые реплики кузова гоночного родстера 60-х годов

www.scottbader.com

ручной сборки с использованием композитных элементов из материалов Scott Bader

В мире найдется много поклонников классического британского двухместного гоночного родстера 1960-х годов AC Cobra®, но лишь единицы могут приобрести оригинальный автомобиль. В 2001 году чемпионами мира по автогонкам Тони Мартином (Tony Martin) и Рег Доддом (Reg Dodd) была основана компания Backdraft Racing Inc.*, основной целью которой стало создание на заказ более бюджетных копий по мотивам данного спортивного автомобиля.

Родстеры, выпускаемые Backdraft Racing как для треков, так и для дорог общего пользования, сочетают в себе стиль 60-х годов с новейшими достижениями автомобильной промышленности: современными системами торможения, силовыми агрегатами и подвеской. Имеющая производственные базы в США и Южной Африке компания Backdraft Racing тесно сотрудничает с фирмой TR-Тес (Pty) Ltd., расположенной в Дурбане (Южная Африка). С 2002 года TR-Тес занимается ручной сборкой автомобилей и шасси по индивидуальным заказам для Backdraft Racing. Также формует стеклопластиковые корпуса, используя проверенные продукты от компании Scott Bader: матричные системы, конструкционные смолы и структурные адгезивы. Завершающие этапы производства родстеров, включающие установку двигателя, трансмиссии, приводного вала, дифференциалов

и финальную обкатку автомобиля, специалисты из Backdraft Racing проводят уже на своем современном заводе во Флориде (США).

Стеклопластиковый корпус и матричная система

В то время как оригинальные автомобили AC Cars имеют алюминиевый кузов, все родстеры Backdraft производятся с легким, надежным, очень прочным корпусом из стеклопластика. Основная секция кузова формуется единой деталью на вращающейся оснастке, а двери, капот и различные элементы интерьера — на своих отдельных формах. Чтобы обеспечить высокое качество сборки, специалисты TR-Тес тщательно следят за всеми этапами формования деталей. Для производства всех стеклопластиковых элементов гоночных моделей Backcraft в компании TR-Тес применяют предускоренные ненасыщенные полиэфирные системы, которые производятся локально на заводе Scott Bader в Хаммарсдейле (Южная Африка). Стеклопластиковый ламинат для всего основного корпуса состоит из трех слоев стекломата плотностью 450 гр/м, пропитанных тиксторопной изофталевой смолой Crystic 491PAT, которую можно напылять или наносить кистью, а также слоя распыленного на них



* Backdraft Racing не является аффилированным лицом Shelby® Cobra®, Shelby®, Carroll Shelby® — зарегистрированные товарные знаки и/или фирменный стиль принадлежат Carroll Shelby Licensing, Inc.

черного изофталевого гелькоута Crystic LS 97PA. На некоторые области корпуса (например, колесные арки) наносят дополнительные усиливающие слои нетканых материалов.

Отдельные стеклопластиковые кузовные элементы, такие как двери, капот и багажник, формуются вручную с вдвое увеличенным количеством слоев стекломата и со стальными элементами для придания дополнительной прочности и жесткости в области петель и замков. Для этих деталей используется смола Crystic 491PAT и черный гелькоут Crystic LS88PA. Обшивка дверей, капота и багажного отделения, а также другие стратегические точки усилены нанесением на дополнительный слой стекломата компаунда из рубленого ровинга. Пол кабины, трансмиссионный туннель, стенка между кабиной и моторным отсеком, колесные арки и багажный отсек — всё это для обеспечения точности, жесткости и прочности ламинировано в основной корпус. Моторный отсек и обратная сторона переднего бампера также отделаны черным гелькоутом Crystic LS 88PA для придания гладкого внешнего вида, долговечности и облегчения очистки и обслуживания.

Высокоэффективные изофталевые гелькоуты Scott Bader создают на всех частях кузова дополнительный долговечный располагающийся под лакокрасочным покрытием барьер для влаги и УФ-излучения, а также помогают свести к минимуму копирэффект. Слои гелькоута шлифуются, а затем грунтуваются для последующей покраски.

Матрицы и формы, используемые компанией TR-Тес для кузовных деталей родстеров Backdraft RT3 и RT3B, производятся с помощью матричных продуктов Crystic Primecoat и Crystic Glosscoat согласно системе Crestamould. Матрицы изготавливаются с использованием винилэфирного кистевого гелькоута Crestamould 15PA(B) с одним слоем скинкоута Crestamould VE 679PA, следующим непосредственно за гелькоутом. И состоят, как минимум, из восьми слоев, пропитанных смолой Crestamould RTR 4010PA. Она легка в применении, обладает низкой вязкостью и контролируемой усадкой, а также отверждается стандартным перексидом метилэтилкетона.

Адгезивы для облегчения конструкции

Чтобы снизить вес автомобилей, избежать поверхностных дефектов и повысить срок службы таких элементов, как двери и секции багажного отделения, в компании TR-Тес для соединения деталей друг с другом вместо металлических креплений используют структурный клей Crestomer 1152PA.

Линейка Crestomer (Scott Bader) — это проверенные структурные клеи, первоначально разработанные для создания надежных соединений элементов, эксплуатация которых осуществляется в неблагоприятных климатических условиях, например для сборки стеклопластиковых палуб и корпусов морских судов. Адгезив марки 1152PA подходит для заполнения зазоров до 25 мм и имеет рабочее время (время

до схватывания) до 50 минут (2% катализатор, 25°C). Опубликованные Scott Bader технические данные для отвержденного Crestomer 1152PA стандартны по своим физико-механическим характеристикам. Максимальная прочность при растяжении, определенная согласно BS EN ISO 527-2:1196, составляет 26 Мпа. И в первую очередь ломается стеклопластиковая подложка, а не жесткое и высокопрочное клеевое соединение Crestomer.

Техническая поддержка

TR-Тес сотрудничает с компанией Scott Bader уже много лет. И ценит не только качество поставляемой продукции, что имеет решающее значение для производства роскошных спортивных автомобилей, но и техническую поддержку и консультации, оказываемые как до, так и после продажи материалов. Тони Мартин (Tony Martin), директор по производству компании TR-Тес (Pty) Ltd. и Backdraft Racing SA, объясняет: «Backdraft Racing использует продукты Scott Bader, потому что мы всегда можем рассчитывать на всестороннюю техническую поддержку и помощь в решении любых технологических проблем, с которыми сталкивается производственная команда. Специалисты компании Scott Bader всегда делают все возможное, чтобы обеспечить выполнение всех наших технических требований. Для меня и моей команды TR-Тес этот уровень обслуживания, наряду с их обширным ассортиментом неизменно надежных продуктов, является идеальным сочетанием для реализации наших бизнес-потребностей».

В Российской Федерации официальным представителем Scott Bader является компания «ХимСнаб Композит», в которой Вы можете заказать как высококачественные материалы для производства изделий из композитов, так и получить такую же высококвалифицированную помощь и техническую поддержку. **КМ**



Зиновьев Радий Сергеевич

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

Мережко Юрий Александрович

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

Сапожников Сергей Борисович

д.т.н., профессор аэрокосмического факультета ЮУрГУ

Хищенко Юрий Михайлович

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

Экспериментальные исследования

Компенсационного способа снижения напряжений в намоточных конструкциях из полимерных композиционных материалов

В процессе изготовления изделий из полимерных композиционных материалов (ПКМ) методом намотки в структуре материала возникают технологические напряжения (структурные, усадочные, температурные). Их величина зависит от природы связующего, толщины изделия, степени анизотропии упругих и теплофизических характеристик отдельных слоев материала, температуры отверждения. При превышении технологическими напряжениями прочности материала в радиальном (трансверсальном) направлении зарождаются и растут межслойные расслоения, качественно влияющие на свойства материала в дефектных зонах. При этом резко снижается несущая способность оболочки, уменьшается работоспособность и надежность изделия.

Проведённые экспериментальные исследования одного из способов снижения технологических напряжений путем введения компенсаторов в структуру препрега показали значительное улучшение технических характеристик намотанной конструкции.

Введение

В отечественной литературе одно из первых исследований по обеспечению монолитности оболочек из стеклопластиков появилось в 1976 году [1]. Именно оно оказалось востребованным теми, кому выпало быть пионерами при внедрении композиционных материалов в конструкции летательных аппаратов [2, 3, 4]. Впоследствии стали появляться учебные пособия, благодаря которым успехи в обеспечении монолитности оболочек и контроля несущей способности подкреплённых конструкций из ПКМ стали достоянием студентов соответствующих специальностей [5]. С тех пор минуло более полувека, а интерес к этой проблеме возобновляется в связи с тенденцией использования толстостенных элементов в конструкциях летательных аппаратов. Примером может служить полностью композитный фюзеляж «Боинга-787», собираемый из четырёх стыкуемых

цилиндрических секций, причём в конструкции исключены 50 000 элементов крепежа, необходимых в алюминиевом варианте [6].

Это побуждает авторов напомнить о компенсационном способе снижения напряжений в намоточных конструкциях из ПКМ (от подшипников скольжения до крупногабаритных корпусов РДТТ) [7, 8]. Сегодня с переходом в авиации от принципа безопасного ресурса к принципу безопасной повреждаемости [9] становится интересным вопрос о влиянии компенсационных способов снижения температурно-технологических напряжений (ТТН) в конструкции на чувствительность к разного рода ударным воздействиям. Именно последние приводят к возникновению внутренних дефектов, снижающих прочность конструкций из ПКМ (особенно толстостенных) [10].

Остаточные напряжения всегда имеют место в намоточных конструкциях, и их присутствие чревато двумя неприятностями. Если они превосходят проч-

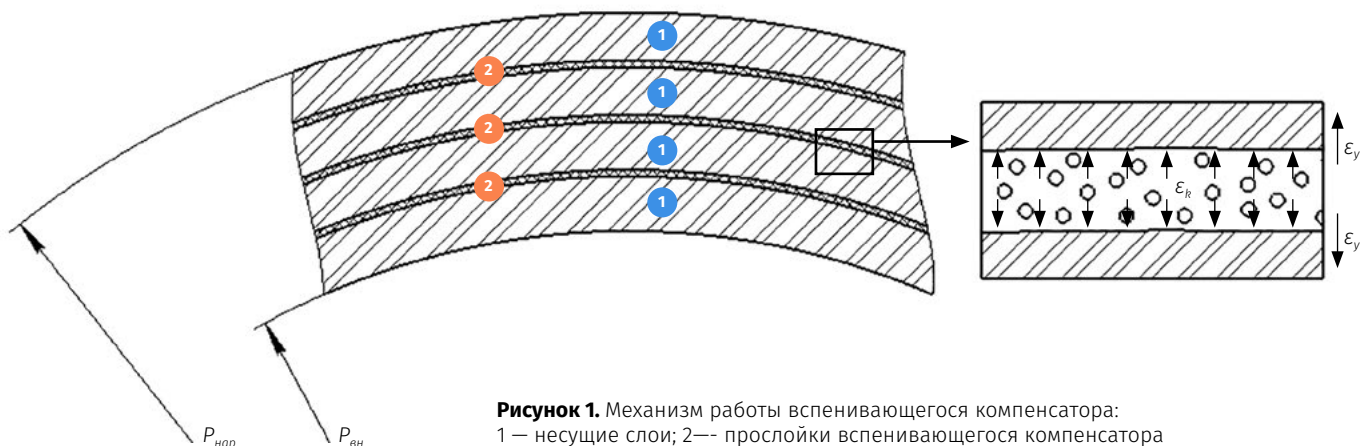


Рисунок 1. Механизм работы вспенивающегося компенсатора:
1 — несущие слои; 2 — прослойки вспенивающегося компенсатора

ность полимерной матрицы, то это влечёт нарушение её целостности, потере монолитности материала в толще стенки конструкции. Если этого не происходит, то неравномерность жесткостных характеристик гетерогенной системы в массиве материала может проявиться искажением заданной оснасткой геометрической формы наматываемого изделия (её короблением). Как следствие — отклонение от круглости посадочных (стыковочных) поверхностей, то есть нарушение одного из основных параметров, определяющих качество изделия. К сожалению, искажение формы может проявиться не сразу, а в процессе хранения, транспортировки или эксплуатации изделия из-за неравномерной скорости релаксационных процессов, протекающих в материале.

Опыт изготовления углепластиковых тонкостенных подкреплённых оболочек диаметром 500 мм со стыковочными шпангоутами из углестеклопластика показал, что сразу после снятия с оправки первоначальная некруглость достигает 1,5 мм. В процессе хранения оболочек наблюдалось увеличение этого отклонения до 2,15 мм. Это приводило к проблемам в стыковке и обеспечении герметичности стыков. Аналогичные проблемы возникали при несовершенстве геометрической формы намоточных подшипников скольжения — помимо повышения трудоёмкости при монтаже цилиндрической втулки в корпус подшипника, требовалась дополнительная оснастка для сборки узла трения [11].

Экспериментальные исследования

Компенсационный способ обеспечения монолитности в конструкциях из ПКМ предусматривает введение в структуру межслойных прослоек из вспенивающегося материала — компенсаторов усадочных деформаций. Благодаря им, условия отверждения и охлаждения каждого несущего слоя композита в толстостенной конструкции оказываются близкими к аналогичным условиям для тонкостенного изделия, когда гарантированно выполняется условие обеспечения монолитности структуры слоистого материала.

Эффективность работы вспенивающегося компенсаторов на этапе отверждения связующего (рисунок 1)

обеспечивается тем, что деформации, возникающие в материале вследствие химической усадки связующего, компенсируются внутренним давлением в прослойке и её соответствующим расширением.

Радиальные напряжения сжатия, возникающие при этом, в дальнейшем (при охлаждении) компенсируют деформации растяжения вследствие температурно-технологических напряжений. К достоинствам способа с точки зрения обеспечения монолитности следует отнести и определённую пластификацию прослойки и, следовательно, её повышенную деформационную способность по сравнению с деформационной способностью слоёв связующего в обычном ПКМ.

Суммарно эффекты компенсации деформаций химической усадки, создания полей сжимающих деформаций за счёт давления вспенивания и повышения деформационных свойств компенсирующих прослоек приводят к значительному снижению остаточных ТТН и, как следствие, к надёжному обеспечению технологической и эксплуатационной монолитности оболочек (рисунок 2). Для толстостенной оболочки кривая 1 была получена расчётным путём [12]. Изготовить оболочку с указанными параметрами без расслоений не удалось. Но при введении вспенивающегося компенсаторов из полистирола (пунктир) монолитность оболочки была обеспечена.

В ходе эксперимента сравнивались два способа введения гранулированного компенсатора: насыпки и напыления. Введение компенсатора напылением обеспечивает стабильность процесса и значительное повышение производительности труда, что существенно при изготовлении крупногабаритных изделий с большим объёмом работ по нанесению компенсатора. При изготовлении небольших деталей и мелкосерийном производстве крупногабаритных узлов более эффективным оказался способ насыпки с помощью простейших дозаторов, обеспечивающих равномерное распределение гранул по поверхности наполнителя несущего слоя [7].

Идея компенсационного способа получила дальнейшее развитие при отработке размеростабильности торцевых стыковочных шпангоутов тонкостенных подкреплённых оболочек (рисунок 3).

Здесь на этапе намотки стыковочных шпангоутов

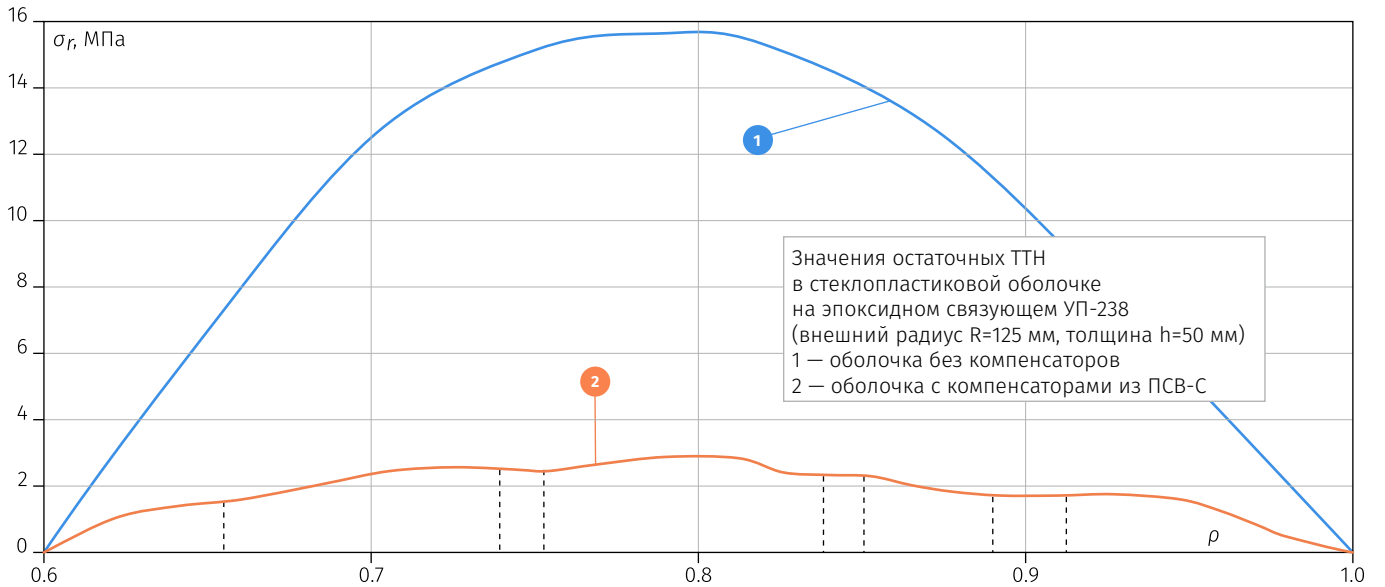


Рисунок 2. Пример эффективности действия вспенивающегося компенсатора

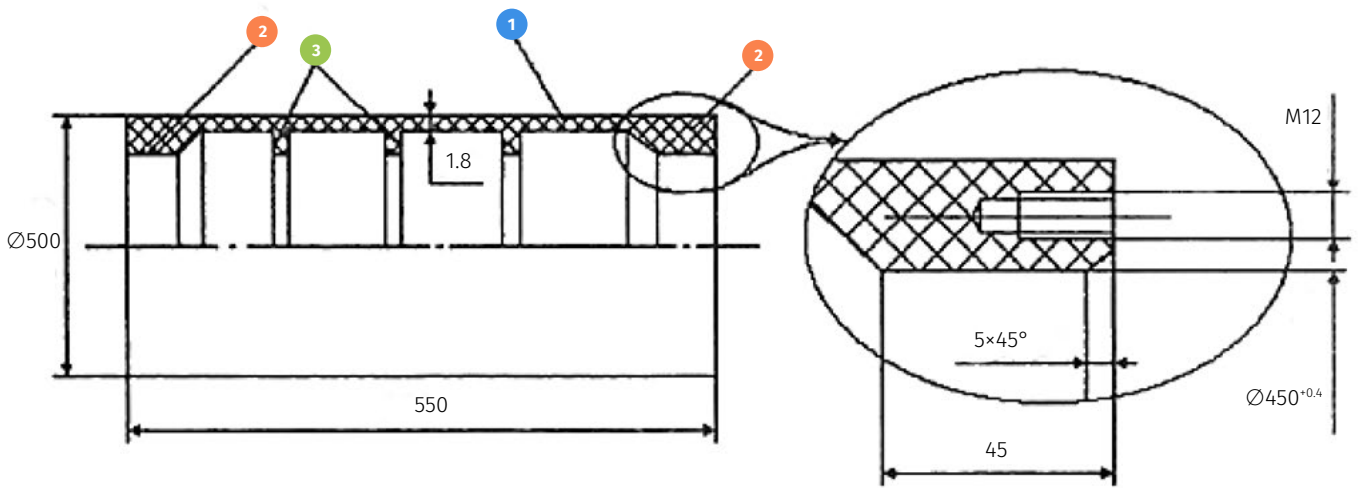


Рисунок 3. Тонкостенный подкреплённый цилиндрический отсек из ПКМ:
 1 — оболочка из углепластика; 2 — стыковочные шпангоуты из стеклопластика;
 3 — кольцевые подкрепляющие ребра из однонаправленного углепластика

Отклонение от круглости (эллипсность, Э, мм) посадочных диаметров цилиндрических оболочек в процессе хранения

Время измерения	Оболочки				
	Без шаклезита		С шаклезитом		
	1	2	3	4	5
Сразу после демонтажа оболочки с оправки	0,75	1,50	1,00	0,40	0,45
Через 5 суток	1,10	1,75	1,30	0,40	0,45
Через 10 суток	1,45	2,10	1,50	0,40	0,45
Через 30 суток	1,50	2,15	1,55	0,40	0,45
Через 60 суток	1,50	2,15	1,55	0,40	0,45

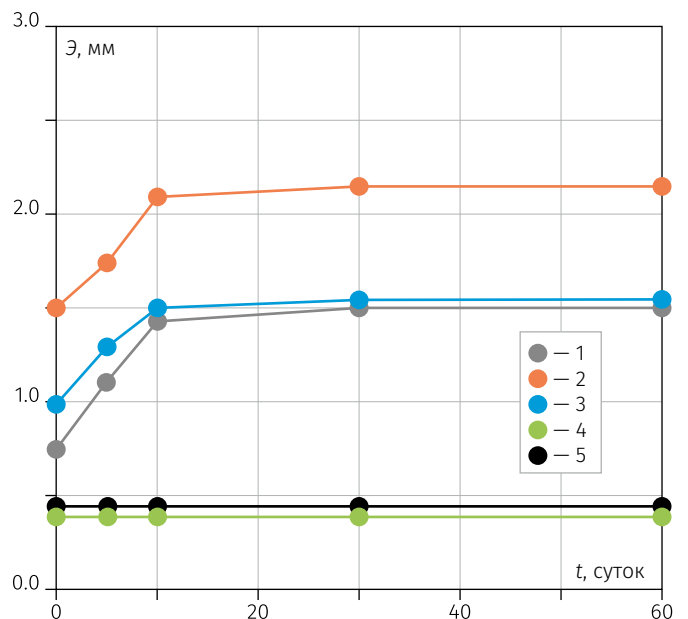


Рисунок 4. Изменение отклонения от круглости Э посадочных диаметров в процессе хранения и эксплуатации оболочки Ø500

применён препрег «шаклезит» [8]. Для него был использован армирующий наполнитель в виде пропитанной связующим ленты из ткани Т-10-80 (основа — в кольцевом направлении) и нанесённого на неё слоя равномерно расположенных частиц вспенивающегося термопластичного полимера (полистирол ПСВ-С) со степенью заполнения поверхности ленты 0,7–1,0. При этом содержание связующего составляло 50–60 масс. %, а толщина препрега превышала толщину ленты на 0,2–0,3 мм.

Процесс изготовления «шаклезита» включал следующие операции:

1. подготовка необходимой фракции вспенивающегося полимера — просеивание просушенного гранулированного полимера через набор сит с ячейками размером 0,1 и 0,3 мм; гранулы такого диаметра шли для дальнейшего использования;
2. подготовка армирующего наполнителя — нарезка пропитанной связующим (ЭТФМ — эпоксиформальдегид) стеклоткани на ленты шириной 40–50 мм; если содержимое смолы в стеклоткани оказывается меньше 50%, то приготовленные ленты промазываются связующим до содержания 50–60%;
3. введение компенсатора методом насыпки — на поверхность ленты наносятся гранулы подготовленного полимера до степени заполнения поверхности 0,7–1,0; верх вспенивающегося полимера укладывается фторопластовая лента; приготовленный препрег наматывается на барабан.

Использование «шаклезита» для намотки стыковочных шпангоутов обеспечило надёжную стыковку оболочек со смежными сборками и герметичность стыковочного узла. В таблице и на рисунке 4 представлены результаты отработки этого способа компенсации нежелательных последствий при намотке толстостенных фрагментов композитных конструкций: трёх-четырёхкратное уменьшение допуска на эллиптичность посадочного диаметра и длительная стабильность основного параметра оболочки из ПКМ для стыковки с испытательной оснасткой и смежными узлами самого изделия.

Выводы

Обеспечение монолитности в толстостенных конструкциях из ПКМ путем введения в структуру межслойных прослоек из вспенивающегося материала является эффективным способом снижения технологических напряжений, ведущих к зарождению и росту межслойных расслоений, качественно влияющих на свойства материала в дефектных зонах.

Снижение технологических напряжений путем введения компенсаторов в структуру препрега показало улучшение технических характеристик изготавливаемых изделий методом намотки, а процесс намотки значительно упрощается.

Остаётся убедиться в экономической оправданности этих усилий по сравнению с мерами по повышению трансверсальной и сдвиговой прочности

ПКМ, чтобы компенсационные способы обрели новую жизнь. **КМ**

Литература

1. Томашевский В.Т., Шалыгин В.Н., Наумов В.Н., Сборовский А.К. Технологические методы обеспечения монолитности оболочек из стеклопластика. — Л: ЦНИИ «Румб», 1976. — 130 с.
2. Томашевский В.Т., Смыслов В.И., Шалыгин В.Н., Яковлев В.С. Теория и методы обеспечения бездефектной макроструктуры армированных полимеров при переработке в конструкции специальной техники. — М: ЦНИИ информации, 1980. — 315 с.
3. Зиновьев Р.С., Крымский И.М., Шалыгин В.Н. Способ обеспечения монолитности в узлах соединения оболочек из КМ с металлическими концевыми элементами // Тезисы докладов VI Всесоюзного научно-технического семинара по проблеме «Антенные обтекатели укрытия». т. II. — Обнинск, 1985. — С. 82–83.
4. Додин Г.В. и др. Высокопрочные монолитные соединения в конструкциях из композитов: Обзор / Г.В. Додин, Р.С. Зиновьев, И.М. Крымский, В.Д. Клейменов, В.Н. Шалыгин Серия VIII, № 168. — ГОНТИ-11, 1986. — 78 с.
5. Мережко Ю.А., Зиновьев Р.С. Контроль несущей способности подкреплённых оболочек из полимерных композиционных материалов. Учебное пособие. — Миасс: Миасский научно-учебный центр, 1996. — 45 с.
6. А. Келли Инженерный триумф углеволокон // Композиты и наноструктуры. — 2009. — № 1. — С. 38–49.
7. АС 234152 СССР. Установка для изготовления изделий из композиционных материалов с гранулированным компенсатором / В.Ф. Антипин, И.М. Крымский, В.Н. Шалыгин, Н.Н. Шердаков, Р.С. Зиновьев, 1985.
8. АС 1593185 СССР. Препрег для изготовления изделий из полимерных композиционных материалов / В.Н. Шалыгин, В.Д. Клейменов, Р.С. Зиновьев, В.Т. Томашевский, 1987.
9. Место и роль неразрушающего контроля в системе поддержания летной годности композитных конструкций / Ю.М. Фейгенбаум, Ю.А. Миколайчук, Е.С. Метелкин, Г.П. Батов. // Научный вестник Гос НИИ ГА сборник научных трудов. — 2015. — № 9 М. — С. 71–83.
10. Сапожников С.Б. Дефекты и прочность армированных пластиков: монография / под. ред. О.Ф. Чернявского. — Челябинск, ЧГТУ, 1994. — 162 с.
11. Зиновьев Р.С., Мережко Ю.А. Методология создания бездефектной технологии изготовления подшипников скольжения из армированных реактопластов. — LAP LAMBER Academic Publishing, 2012. — 377 с.
12. Научные основы и методы управления технологическими процессами переработки полимерных композитных материалов в изделиях машиностроения / И.Ф. Образцов, В.Т. Томашевский, В.Н. Шалыгин, В.С. Яковлев. — Архангельск: «Правда Севера», 2002. — 428 с.

Францев М. Э., к. т. н.
тел.: 8-903-717-31-25
gepard629@yandex.ru

Проектный анализ водоизмещающих однокорпусных противоминных кораблей из композиционных материалов

В настоящей статье выполнен проектный анализ характеристик противоминных кораблей из композиционных материалов отечественной и зарубежной постройки в интервале наибольшей длины 25,0–61,6 м. Представлен архитектурно-конструктивный тип однокорпусного противоминного корабля из композиционных материалов. Проектные характеристики противоминных кораблей выполнены в виде двух таблиц. Выполнены расчеты методами регрессионного анализа следующих характеристик: полного водоизмещения, удлинения, мощности главных двигателей, энерговооруженности (без вспомогательных двигателей и дизель-генераторов), относительной скорости в виде числа Фруда по водоизмещению. Изложены принципы конструирования и формования судовых корпусных конструкций из композитов.



Рисунок 1. Слева — направо, сверху — вниз: базовый тральщик проекта 1252 «Изумруд», рейдовый тральщик проекта 1258 «Корунд», речной тральщик проекта 1259 «Малахит», рейдовый тральщик проекта 10750 «Сапфир», экспортное исполнение рейдового тральщика проекта 10750Э, базовый тральщик проекта 12700 «Александрит»

Введение

Ни в одной области знания невозможно рассчитывать на значительное продвижение вперед, если не существует сложившейся и постоянно развивающейся системы взглядов на ее перспективу. Это утверждение относится и к кораблестроению из композиционных материалов.

Композитное кораблестроение в нашей стране — Союзе Советских Социалистических Республик до 1991 года находилось по мировым меркам на лидирующих позициях. Приоритет постройки первого отечественного серийного стеклопластикового противоминного корабля относится к 1966 году. В последующие десятилетия военные противоминные корабли из композиционных материалов по различным проектам строились крупными сериями, в том числе на экспорт [1]. По известным причинам в развитии отечественного композитного кораблестроения наступил более чем десятилетний перерыв.

В результате накопившихся проблем в отечественном судостроении возникла непростая ситуация. Между отработанными техническими решениями, применяемыми в отечественных проектных организациях при разработке проектов судов из компози-

онных материалов, и достижениями отечественной и зарубежной науки образовался разрыв, приводящий к возрастающему отставанию отечественного судостроения от мирового уровня.

Несмотря на это, отечественное судостроение по-прежнему располагает огромным потенциалом в области науки и технологий. Тому подтверждение серийное строительство композитных тральщиков проекта 12700 «Александрит» на Средне-Невском судостроительном заводе, а также постройка этим же предприятием головного тральщика из композитов по проекту 10750Э на экспорт. Однако для развития проектирования современных кораблей из композиционных материалов требуются все новые знания о передовых образцах этой морской техники, созданных в различных странах мира.

Проектирование крупной судовой корпусной конструкции из композитов представляет собой триединую задачу. Она состоит из проектирования собственно конструкции, проектирования технологии ее изготовления, а также проектирования композиционного материала для этой конструкции на базе определенных исходных материалов, выбор которых определяется технической и экономической целесообразностью. При создании перспективных



Рисунок 2. Слева — направо, сверху — вниз: тральщик класса Wilton, тральщик класса Hunt, противоминный корабль класса Sandown, противоминный корабль класса Tripartite, противоминный корабль класса Lerici, противоминный корабль класса Landsort

типов судов, которые не имеют близких прототипов в практике отечественного судостроения, возникает необходимость в связующем звене между внешней и внутренней задачами проектирования. Таким звеном является исследовательское проектирование. Его применение в разработке нового типа судна позволяет проектанту преодолеть разрыв между имеющимся у него опытом проектирования и технической эксплуатации других судов и экономически и технологически обоснованными требованиями, предъявляемыми к новому проекту.

На протяжении последних десятилетий произошла эволюция применения композиционных материалов. Остались в прошлом стеклопластиковые конструкции, воспроизводящие корпуса достаточно тихоходных кораблей из традиционных материалов. В основе конструкций корпусов скоростных кораблей, спроектированных по технологии «stealth», используются легкие высокопрочные комбинации, сочетающие композиты на основе стеклянных, высокомодульных и углеродных волокон.

Большинство корпусов кораблей как в нашей стране, так и за рубежом было построено по классической технологии контактного формования. Замена контактного формования на технологию вакуумной

инфузии стала поистине революционным техническим решением при постройке военных кораблей из композиционных материалов. Это позволило существенно уменьшить количество сотрудников, занятых непосредственно формовкой корпуса на стапеле, и одновременно повысить качество и механические характеристики судовых корпусных конструкций из композитов. Переход к технологии вакуумной инфузии также потребовал применения новых исходных материалов для композита корпуса. Необходимо отметить, что наша страна в этой области находится на передовых рубежах в мире, продолжая серийную постройку корпусов противоминных кораблей проекта 12700 «Александрит» методом вакуумной инфузии.

Нельзя обойти вниманием те возможности, которые дает применение композиционных материалов в конструкции кораблей. Применение современных композиционных материалов для судовых корпусных конструкций позволяет существенно снизить уровень физических полей, что важно именно для противоминных судов. Кроме того, применение современных композитов для корпусных конструкций позволяет повысить полезную нагрузку, которую несет корабль. Применительно к противоминным кораблям это повышение полезной нагрузки обе-

Таблица 1. Проектные характеристики противоминных кораблей из композиционных материалов

Название	Номер проекта	Длина габаритная, м	Длина расчетная, м	Ширина габаритная, м	Ширина расчетная, м	L/B	Осадка, м
«Малахит-2»	12592	25,00	23,15	4,50	5,06	4,57	0,94
«Корунд»	1258	26,10	24,20	5,90	5,30	4,57	1,38
«Малахит»	1259	26,40	24,40	4,40	5,30	4,61	0,88
«Сапфир»	10750	31,50	28,80	6,50	6,00	4,80	1,53
«Экспорт»	10750Э	32,40	29,72	6,90	6,24	4,77	1,75
Styrsö	—	36,0	32,90	7,90	6,78	4,76	2,20
«Изумруд»	1252	42,90	39,00	8,25	7,86	4,97	2,14
Wilton	—	46,00	41,64	8,50	8,24	5,05	2,30
Landsort	—	47,50	42,95	9,60	8,46	5,06	2,30
Bedok	—	47,50	42,95	9,60	8,46	5,06	2,30
Lerici	—	50,00	45,12	9,00	8,82	5,12	2,60
Tripartite	—	51,60	46,51	8,90	9,04	5,15	3,80
Sandown	—	52,50	47,29	9,00	9,16	5,16	2,30
Huon	—	52,50	47,29	9,90	9,16	5,16	2,90
Osprey	—	57,30	51,45	11,00	9,84	5,23	3,00
Hunt	—	60,00	53,78	10,00	10,20	5,27	3,40
«Александрит»	12700	61,60	55,15	10,30	10,40	5,30	3,10

спечивает применение новых, более современных видов вооружений, расширяет функциональные возможности кораблей.

Одной из целей выполненного проектного анализа является исследование изменения проектных характеристик противоминных кораблей на протяжении нескольких десятилетий.

Постановка задачи

Если проанализировать проектные характеристики построенных в мире противоминных водоизмещающих однокорпусных кораблей из композиционных материалов, то можно заметить, что большинство серийно построенных сначала в Советском Союзе, а впоследствии в России кораблей из композитов имеет длину в интервале 25,0–32,4 м (таблица 1).

Исключение составляют базовый тральщик проекта 1252 «Изумруд», имеющий длину 42,9 м, и базовый тральщик проекта 12700 «Александрит», имеющий длину 61,6 м. Базовый тральщик проекта 1252 «Изумруд» был первым в мире противоминным кораблем из композиционных материалов. Его создание не обошлось без достаточно большого количества трудностей, обусловивших сложности его последующей эксплуатации. Базовый тральщик проекта 12700 «Александрит» только вступает в эксплуатацию, поэтому какие-либо выводы делать преждевременно. Таким образом, отечественный опыт охватывает достаточно большое количество противоминных кораблей из композиционных материалов, имеющих ограниченные районы плавания (рейдовые тральщики) и небольшие размеры.

В то же время в мире построено достаточно большое количество противоминных кораблей из композитов,

имеющих размеры в диапазоне 46–60 м, неограниченный район плавания и достаточно обширный опыт проведения реальных противоминных операций. Их проектные характеристики представляют интерес для анализа. В этой статье мы оставим за границами анализа вопросы примененного на кораблях вооружения. Для обеспечения единства анализа мы включим в базу данных также проектные характеристики отечественных противоминных кораблей из композиционных материалов.

Детальное описание водоизмещающих однокорпусных противоминных кораблей из композитов отечественной постройки за период с 1966 по 1991 годы выполнено в [1]. Детальное описание водоизмещающих однокорпусных противоминных кораблей из композитов зарубежной постройки за период с 1972 по 2004 годы выполнено в [2–3].

Выполнен проектный анализ характеристик отечественных противоминных кораблей из композиционных материалов следующих проектов: базового тральщика проекта 1252 «Изумруд», рейдового тральщика проекта 1258 «Корунд», речного тральщика проекта 1259 «Малахит», речного тральщика проекта 12592 «Малахит-2», рейдового тральщика проекта 10750 «Сапфир», экспортного исполнения рейдового тральщика проекта 10750Э, базового тральщика проекта 12700 «Александрит». Внешний вид кораблей представлен на рисунке 1 [1].

Выполнен проектный анализ характеристик противоминных кораблей из композиционных материалов зарубежной постройки следующих классов: Tripartite (Франция-Бельгия-Нидерланды), Lerici (Италия), Huon (Австралия), Osprey (США), Landsort (Швеция), Bedok (Сингапур), Styrsö (Швеция), — а также тральщика класса Wilton, тральщика класса Hunt, противомин-

Таблица 2. Проектные характеристики противоминных кораблей из композиционных материалов (продолжение)

Название	Водоизмещение полное D, т	КПВ γ	Мощность N, л.с.	N/D, л.с./т	Экипаж, чел.	Скорость, узлы	Число Фруда, FrV
«Малахит-2»	64	0,580	470	7,34	10	12	0,287
«Корунд»	96,5	0,545	600	6,22	10	12	0,268
«Малахит»	64	0,563	470	7,34	10	12	0,287
«Сапфир»	135	0,511	705	5,22	14	12	0,253
«Экспорт»	169	0,521	758	4,49	14	10	0,203
Styrsö	205	0,418	700	3,14	18	13	0,256
«Изумруд»	320	0,488	2400	7,5	37	13,5	0,247
Wilton	450	0,567	3000	6,67	37	16	0,276
Landsort	360	0,431	5760	16	33	15	0,269
Bedok	380	0,455	5760	15,16	33	15	0,266
Lerici	620	0,600	1985	3,20	40	14	0,229
Tripartite	605	0,379	1860	3,07	40	15	0,246
Sandown	484	0,486	3046	6,29	40	13	0,222
Huon	720	0,573	1986	2,76	40	15	0,239
Osprey	918	0,605	3200	3,49	40	16	0,245
Hunt	765	0,410	3600	4,71	45	17	0,269
«Александрит»	890	0,500	5000	5,62	44	16	0,247

ного корабля класса Sandown (все – Великобритания). Внешний вид кораблей представлен на рисунке 2 [2–13].

Проектные характеристики противоминных кораблей из композиционных материалов приведены в таблицах 1 и 2.

Решение задачи

Архитектурно-конструктивные типы противоминных кораблей из композиционных материалов различаются в зависимости от размеров. При габаритной длине в интервале 25–32 м противоминные корабли имеют прямую верхнюю палубу с седловатостью в носовой части корпуса и фальшборт, доходящий до надстройки. Надстройка с плавными или гранеными обводами расположена на носовой половине корпуса, как правило, ближе к миделю. Ходовая рубка, расположенная в носовой трети корпуса, обычно имеет большие панорамные окна, которые обеспечивают хороший обзор как впереди по курсу корабля, так и по траверзу левого и правого борта. Машинное отделение (МО) располагается в кормовой половине корпуса, начинаясь практически от миделя. При этом МО занимает, по сути, все пространство корпуса до ахтерпика. На надстройке в корму от ходовой рубки расположена мачта. За надстройкой располагается участок палубы, предназначенный для противоминного вооружения. Там же размещены грузоподъемные приспособления. Артиллерийское вооружение обычно располагается в носовой части палубы перед ходовой рубкой.

Противоминные корабли больших размеров при габаритной длине в интервале 33–62 м обычно имеют длинный полубак, простирающийся на 2/3 длины корпуса и более. За полубаком расположена тральная площадка в кормовой части корпуса, огражденная

фальшбортом. Надстройка сдвинута в нос от миделя. Ходовая рубка закрытого типа с крыльями мостика по бортам. Машинное отделение располагается в кормовой половине корпуса, начинаясь практически от миделя. При этом МО занимает несколько отсеков в средней части корпуса. На надстройке в корму от ходовой рубки расположена мачта. За ней расположена дымовая труба. В корму от трубы — антенны радиоэлектронного вооружения и грузовые стрелы. Далее до транца находятся ростры, предназначенные для хранения противоминного вооружения, полностью занимающего кормовую часть. Там же размещены грузоподъемные приспособления. Артиллерийское вооружение, как правило, располагается перед ходовой рубкой.

Методами регрессионного анализа выполнены расчеты некоторых проектных характеристик противоминных кораблей из композиционных материалов. Эти расчеты позволяют сделать выводы о динамике изменения этих величин в зависимости от изменения размеров корабля. В качестве изменяемого параметра выбрана наибольшая (габаритная) длина корабля [14].

Изменение полного водоизмещения противоминного корабля из композиционных материалов по интервалу его наибольшей (габаритной) длины представлено на рисунке 3. В аналитическом виде оно может быть представлено аппроксимирующей функцией:

$$D = 0,0061L_n^{2,9037}$$

где: D — полное водоизмещение, т;
 L_n — наибольшая (габаритная) длина, м.

Представляет интерес удлинение корпуса, то есть

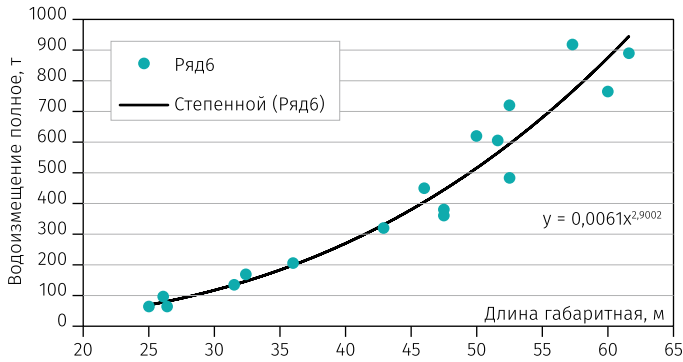


Рисунок 3. Изменение полного водоизмещения противоминного корабля из композиционных материалов по интервалу его наибольшей (габаритной) длины

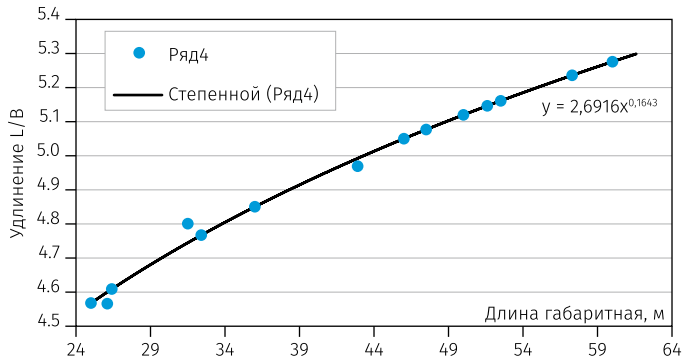


Рисунок 4. Изменение удлинения корпуса L/B противоминного корабля из композиционных материалов по интервалу его наибольшей (габаритной) длины

отношение его расчетной длины к расчетной ширине L/B . Оно представлено на рисунке 4.

В аналитическом виде оно может быть представлено аппроксимирующей функцией:

$$\frac{L}{B} = 2,6916L_n^{0,1643}$$

где: L/B — удлинение;

L_n — наибольшая (габаритная) длина, м.

Коэффициент полноты водоизмещения противоминных кораблей из композитов γ изменяется в достаточно широких пределах, и он практически не связан с геометрическими размерами корабля:

$$\gamma = 0,379 - 0,605$$

Устройство судовой энергетической установки противоминных судов имеет выраженную специфику, определяемую ходовыми режимами корабля при эксплуатации. Она, как правило, сочетает главные двигатели для обеспечения полного хода и вспомогательные двигатели для обеспечения движения с малыми скоростями при поиске и уничтожении мин. Скорость полного хода обычно составляет 10–17 узлов в зависимости от размеров корабля (у меньших кораблей скорость полного хода ниже). В режиме поиска и уничтожения мин корабли двигаются со скоростью 5–7 узлов. Поэтому судовая энергетическая установка сочетает в себе один–четыре главных двигателя, предназначенных для полного хода. Кроме того, возможно использование еще одного вспомогательного двигателя, предназначенного для движения в режиме поиска мин. Также судовая энергетическая установка включает три–четыре дизель-генератора для обеспечения энергоснабжением бортового электрооборудования. Необходимость иметь высокую маневренность на малых ходах обуславливает достаточное разнообразие движительно-рулевых комплексов. Здесь могут применяться винты изменяемого шага, активные рули, а также крыльчатые движители и подруливающие устройства.

Изменение мощности главных двигателей противоминного корабля из композиционных материалов по интервалу его наибольшей (габаритной) длины

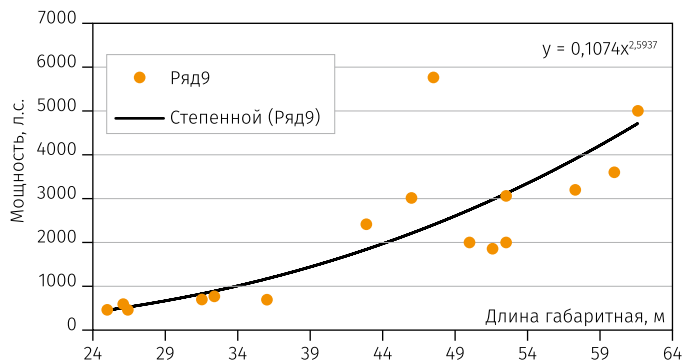


Рисунок 5. Изменение мощности главных двигателей противоминного корабля из композиционных материалов по интервалу его наибольшей (габаритной) длины

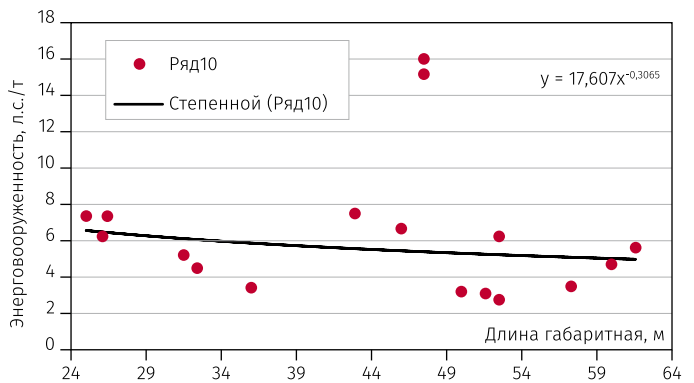


Рисунок 6. Изменение энерговооруженности противоминного корабля из композиционных материалов (без учета установленной мощности вспомогательных двигателей и дизель-генераторов) по интервалу его наибольшей (габаритной) длины

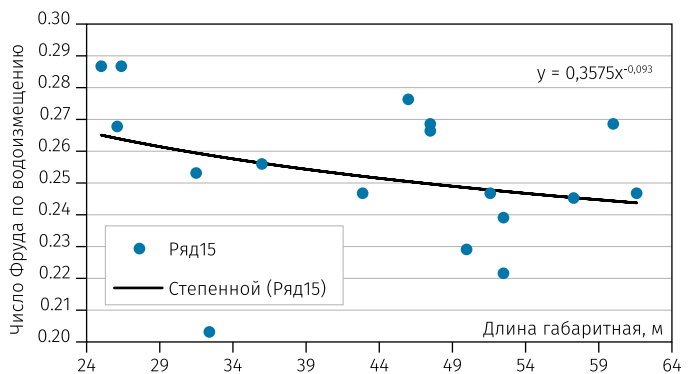


Рисунок 7. Изменение числа Фруда по водоизмещению противоминного корабля из композиционных материалов по интервалу его наибольшей (габаритной) длины



Рисунок 8.
Формование корпуса противоминного корабля из композиционных материалов на Средне-Невском судостроительном заводе

представлено на рисунке 5. В аналитическом виде оно может быть представлено аппроксимирующей функцией:

$$N = 0,1074L_n^{2,5937}$$

где: N — мощность, л.с.;
 L_n — наибольшая (габаритная) длина, м.

В этой связи представляет интерес изменение энерговооруженности противоминных кораблей из композиционных материалов (без учета установленной мощности вспомогательных двигателей и дизель-генераторов) по интервалу его наибольшей (габаритной) длины. Динамика изменения этой величины представлена на рисунке 6.

Несмотря на существенный разброс величин по отдельно взятым проектам кораблей, тем не менее просматривается тенденция к снижению энерговооруженности с ростом размеров и водоизмещения кораблей. В аналитическом виде оно может быть представлено аппроксимирующей функцией:

$$\frac{N}{D} = 17,607L_n^{-0,3065}$$

где: N/D — энерговооруженность, л.с./т;
 L_n — наибольшая (габаритная) длина, м.

Представляет интерес режим движения противоминного корабля из композиционных материалов с точки зрения волнообразования. Выполнен анализ скоростных проектных характеристик противоминных кораблей из композиционных материалов в виде числа Фруда по водоизмещению при скорости полного хода. Изменение числа Фруда по водоизмещению противоминного корабля из композиционных материалов по интервалу его наибольшей (габаритной) длины представлено на рисунке 7.

В аналитическом виде оно может быть представлено аппроксимирующей функцией:

$$Fr_v = 0,3575L_n^{-0,093}$$

где: Fr_v — число Фруда по водоизмещению;
 L_n — наибольшая (габаритная) длина, м.

Несмотря на существенный разброс величин по отдельно взятым проектам кораблей, тем не менее просматривается тенденция к снижению числа Фруда по водоизмещению с ростом размеров и водоизмещения кораблей.

Необходимо остановиться на некоторых проектных особенностях изготовления корпусов противоминных кораблей из композиционных материалов. Формование корпусов с самого начала выполнялось в металлической оснастке второго порядка. Первоначально композитные корпусные конструкции в основном воспроизводили корпусные конструкции из традиционных материалов (дерева, стали). В качестве армирующего материала корпуса была применена жгутовая стеклоткань — стеклорогожка. В качестве связующего применялась изофталеваая полиэфирная смола холодного отверждения. Наружная обшивка выполнялась сплошной, без вставок из вспененного материала. В отечественном композитном кораблестроении первоначально воспроизводились стальные Т-образные конструкции рамного продольного и поперечного набора. За рубежом набор изготавливался путём нанесения слоев стекловолокна на бруски полиуретанового пенопласта. До 1990-х годов корпуса противоминных кораблей изготавливались методом контактного формования. В дальнейшем все шире стала применяться вакуумная инфузия. Первоначально она применялась для изготовления отдельных корпусных конструкций. В настоящее время корпуса противоминных кораблей изготавливаются методом вакуумной инфузии целиком, включая наружную обшивку, толщина которой может достигать 50 мм. Кроме того, все шире стали применяться судовые корпусные конструкции в виде сэндвича [15].

Формование корпусов противоминных судов из композиционных материалов включает несколько основных этапов:

- формирование наружной обшивки;



Рисунок 9.

Формование корпуса противоминного корабля из композиционных материалов на Средне-Невском судостроительном заводе

- изготовление и установка в корпус продольных и поперечных переборок;
- изготовление и установка в корпус продольного и поперечного рамного набора;
- формирование палубы и установка ее на корпус;
- изготовление надстройки и установка ее на палубу корпуса.

Необходимо отметить, что композитное кораблестроение (то есть постройка военных кораблей из композиционных материалов) является высокотехнологичной, очень сложной в инженерном отношении отраслью судостроительной промышленности. В самых развитых судостроительных державах имеется ограниченное количество компаний, способных создавать военные корабли из композитов.

К числу таких компаний можно отнести Vosper Thornycroft (теперь VT Group, Великобритания), Kværner Mandal (теперь Umoe Mandal, Норвегия), Kockums AB (Швеция), Intermarine (Италия) и еще несколько подобных верфей. Среди этих центров компетенций вровень стоит отечественный Средне-Невский судостроительный завод совместно с ЦМКБ «Алмаз».

Заключение

В данной статье рассмотрены семнадцать проектов противоминных кораблей из композиционных материалов отечественной и зарубежной постройки, приведены их главные размеры и другие проектные характеристики. Выполнен расчет изменения в зависимости от размеров корабля следующих проектных характеристик противоминных кораблей из композитов:

- полное водоизмещение;
- коэффициент полноты водоизмещения;
- удлинение;
- мощность;
- энерговооруженность;
- число Фруда по водоизмещению.

Расчеты представлены в графической и аналитической форме. Описаны конструктивные элементы корпусов из композитов и основные технологические схемы их формирования. Приведены графические иллюстрации. **КМ**

Список использованных источников

1. Францев М. Э. Советские противоминные корабли из композиционных материалов // Compositebook. — 2019. — № 3. — С. 50–56.
2. Францев М. Э. Применение композиционных материалов в военном кораблестроении за рубежом. Часть I. Великобритания // Композитный Мир. — 2020. — № 1 (88). — С. 54–59.
3. Францев М. Э. Применение композиционных материалов в военном кораблестроении за рубежом. Часть 2. Континентальная Европа и Австралия // Композитный Мир. — 2020. — № 2 (89). — С. 32–35.
4. [en.wikipedia.org/wiki/HMS_Wilton_\(M1116\)](https://en.wikipedia.org/wiki/HMS_Wilton_(M1116))
5. www.naval-technology.com/projects/huntclass/
6. www.naval-technology.com/projects/sandown/
7. en.wikipedia.org/wiki/Tripartite-class_minehunter
8. en.wikipedia.org/wiki/Lerici-class_minehunter
9. [en.wikipedia.org/wiki/HMAS_Rushcutter_\(M_80\)](https://en.wikipedia.org/wiki/HMAS_Rushcutter_(M_80))
10. www.naval-technology.com/projects/landsort/
11. en.wikipedia.org/wiki/Landsort-class_mine_countermeasures_vessel
12. www.naval-technology.com/projects/styrso-classmine/attachment/styrso-classmine4/
13. [www.navalhistory.dk/English/TheShips/Classes/Holm_Class\(2006\).htm](http://www.navalhistory.dk/English/TheShips/Classes/Holm_Class(2006).htm)
14. Францев М. Э. Способ проектного обоснования главных элементов и других характеристик судов из композиционных материалов при помощи анализа баз данных // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия Морская техника и технология. — 2011. — № 3. — С. 37–46.
15. D. Hull and T. W. Clyne. An introduction to composite material. — Cambridge University Press, 1996. — 327 p.



22 октября 2020 года

VIII Форум «Композиты без границ»

Организатор: UMATEX Росатом в партнерстве с ИННОПРОМ Online.

В числе тем форума:

- Интеграция российского композитного рынка в мировую повестку и ключевые технологические тренды.
- Повышение статуса и роли российского рынка композитов.
- Популяризация применения передовых материалов.
- Формирование повестки и механизмов масштабирования отечественного рынка композитов.
- Расширение круга участников рынка и выстраивание деловых партнерств.

Во время форума будут объявлены победители конкурсов «Композиты без границ. AWARDS» и «Композиты без границ. Идея».

Форум «Композиты без границ» – самое яркое событие в мире композитов в России!

Интегратор форума UMATEX Росатом

Место проведения: innoprom.com/innoprom-online

Контакты:

Элина Билевская, +7 (495) 777 01 23 доб. 4050, e.bilevskaya@umatex.com



UMATEX
РОСАТОМ



Межрегиональный
промышленный кластер
Композиты
без границ



20 ^{ноября} 20



**ФОРУМ
КЛЮЧЕВЫЕ ТРЕНДЫ
В КОМПОЗИТАХ:
НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ**

ONLINE-ФОРМАТ



Δ ΔУГАЛАК

ЛИДЕР НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ
ПОЛИЭФИРНЫХ СМОЛ

150044, г. Ярославль, ул. Полушкина Роща, 16
+7 (4852) 73-37-01, 73-37-64, 75-53-15
dugalak@nordnet.ru
dugalak.com