

КОМПОЗИТНЫЙ МИР

ISSN 2222-5439

#2 (89)
2020

INTREY

POLYMER
SYSTEMS

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!

Номер, который вы читаете, создавался в условиях новой реальности. Неважно, признаём мы её или нет. Эта реальность теперь окружает нас, и не просто окружает, но и меняет нашу жизнь. Она меняет личные и общественные отношения, разрушает социальные практики, которые складывались в системе хозяйственной деятельности.

Как российская композитная отрасль предполагает существовать в условиях пандемии? Откроется ли для кого-нибудь «окно возможностей» или всё сведётся лишь к пассивному ожиданию снятия карантинных мер?

Если судить по публикациям из зарубежных ресурсов, то основным направлением, в котором сейчас действуют компании, занимающиеся производством изделий из композитных материалов, является производство СИЗ, таких как защитные козырьки, маски, душевые кабины для мобильных больниц, собранные из композитных панелей изоляционные боксы, вентиляторы для приборов ИВЛ.

Есть ли у нас такие примеры? Если да, то присылайте нам такие истории. Мы опубликуем их в следующем номере.

Так или иначе мы продолжаем работать и этот номер лучшее тому доказательство! Будьте здоровы и берегите себя и своих близких!

Читайте с пользой!

*С уважением,
Ольга Gladunova*

Архив «Композитного мира» на eLIBRARY.RU

Информация о выпусках журнала «Композитный мир» с 2018 года регулярно размещается в электронной научной библиотеке — eLIBRARY.RU, куда также постепенно загружаются данные о статьях из архивных номеров.

Сейчас на странице журнала «Композитный мир» на сайте eLIBRARY.RU (elibrary.ru/title_about.asp?id=50520) зарегистрированным в библиотеке пользователям можно посмотреть оглавления номеров и аннотации статей, опубликованных в издании за последние пять лет, а также получить актуальную информацию о цитируемости публикаций в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ).

По вопросам получения отдельных статей или номеров из архива обращайтесь в редакцию журнала по e-mail: o.gladunova@kompomir.ru или по тел.: +7 (812) 318-74-01

A BRAND OF
QUIN : ADHESIVE
GLOBAL INNOVATORS



НЕ ВЫЗЫВАЕТ КОРРОЗИЮ
ПОВЕРХНОСТЕЙ

НЕ ОКРАШИВАЕТ
ПОВЕРХНОСТИ

СПРЕЙ - 500МЛ

БАЛОН - 22 Л

СПРЕЙ С АНТИСЕПТИЧЕСКИМИ И АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ

ТВОЯ НАСТОЯЩАЯ ЗАЩИТА

УБИВАЕТ 99%
БАКТЕРИЙ

ШИРОКАЯ ЗОНА
ОХВАТА ДЕЙСТВИЯ

ПОРТАТИВНЫЙ
УДОБЕН В
ОБРАЩЕНИИ

RAMSOL SANITISER

АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЙ СПРЕЙ
СОДЕРЖАЩИЙ АКТИВНЫЕ БИОЦИДЫ

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

ШИРОКИЙ СПЕКТР ОБЛАСТЕЙ
ПРИМЕНЕНИЯ:

ПОВСЕДНЕВНОЕ
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

| ДВЕРИ И ДВЕРНЫЕ РУЧКИ |
| ПОРУЧНИ |
| ЗАЛЫ ОЖИДАНИЯ | МЕБЕЛЬ |

ТРАНСПОРТ

| АВТОБУСЫ | ВЕРТОЛЕТЫ | САМОЛЕТЫ |
| ПОЕЗДА | ЛОДКИ |
| КРУИЗНЫЕ ЛАЙНЕРЫ |
| ЛИЧНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА |
| КАБИНЫ ГРУЗОВИКОВ |
| ПРОМЫШЛЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ |
(ПОГРУЗЧИКИ)

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



WWW.INTREY.COM

#INTREY



Научно-популярный журнал
Композитный мир
#2 (89) 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 Gladunov
gladunov@kompomir.ru

Главный редактор:

Ольга Gladunova
o.gladunova@kompomir.ru

Вёрстка и дизайн:

Влад Филиппов

По вопросам подписки:

podpiska@kompomir.ru

По вопросам размещения рекламы:

o.gladunova@kompomir.ru

Advertising:

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

Номер подписан в печать 12.05.2020

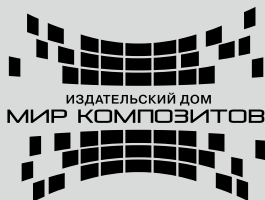
Отпечатано в типографии «Премиум Пресс»
Тираж 7500 экз. (печатная + электронная версия)
Цена свободная


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..... 8

Мировые новости..... 17

Отрасль

Завод по производству лопастей
для ВЭУ впервые поставит
свою продукцию на экспорт..... 22



Материалы

Полиэфирная смола Attshield OP 215 российского производства.....	26
Прекрасная альтернатива натуральному мрамору и нержавеющей стали.....	30
Отечественный вакуумный мешок для безавтоклавного формования препрегов.....	32
Новый композит из сверхвысокомолекулярного полиэтилена.....	35
Инновационный теплозащитный материал для Крайнего Севера и Арктики.....	36
Ученые из Алтайского края работают над армированием льда.....	37
Однонаправленные стеклопластики. Часть 3. Высокая степень армирования.....	38



Технологии

Изготовление композитных элементов декора зданий по технологии вмазывания формовочного компаунда в форму.....	48
--	----



Применение

Первый в Санкт-Петербурге композитный мост.....	54
Применение композиционных материалов в военном кораблестроении за рубежом. Часть 2. Континентальная Европа и Австралия.....	56
Не космос.....	60



Ученые создали материал для уменьшения действия химиотерапии при лечении рака

Сотрудники Центра прогрессивных материалов и аддитивных технологий Кабардино-Балкарского государственного университета (КБГУ) создали многофункциональный полимерный наноматериал, способный минимизировать воздействие химии на здоровые органы при лечении рака. Новый материал позволит максимально концентрировать всю дозу лекарства на больном органе, сообщила руководитель центра, проректор вуза по науке Светлана Хаширова.

«Материал представляет собой полимерный нанокомпозит, который, попадая в организм, способен концентрироваться в определенных органах и нести на себе лекарства. Композит можно использовать в качестве транспортировщика, который будет доставлять лекарственные средства к больным органам и поможет в лечении рака. Воздействие на больной орган будет усиливаться, а организм будет меньше страдать от последствий химиотерапии», — рассказала г-жа Хаширова.

В настоящее время известно немного полимерных материалов, имеющих реальный практический интерес для медицинского применения. «Поэтому в области разработки наноконтейнеров для медицинских применений интерес исследователей сегодня

смещается к созданию и исследованию так называемых интеллектуальных наноконтейнеров. Такие контейнеры должны иметь возможность загрузить значительное количество лекарства, сохранять лекарственную форму без разложения долгое время, избирательно взаимодействовать с поверхностью определенной клетки, проникать в цитоплазму и взаимодействовать с заданной клеточной структурой», — добавила собеседница.

«Сейчас консорциум химиков и медиков ведет работу над тем, чтобы научиться управлять материалом, в частности, установить так называемую скорость высвобождения, то есть скорость, с которой композит отдает лекарство, — уточнила Светлана Хаширова. — Мы имеем возможность менять структуру нанокомпозита в широких пределах. Нам совместно с медиками предстоит определить, в каких органах полимерный материал способен оседать в зависимости от структуры, чтобы в дальнейшем можно было, направляя его к этим органам, доставлять к ним лекарства и лечить их».

Это нетоксичный белый порошок легко растворяющийся в воде или физрастворе.

uniid.kbsu.ru

Создан центр специализации «Панели фюзеляжа» по гражданским и транспортным программам



На производственной базе ульяновского предприятия Дивизиона транспортной авиации ОАК — АО «Авиастар-СП» (в составе ПАО «ОАК» Госкорпорации Ростех) создан центр специализации «Панели фюзеляжа».

В центре специализации сосредоточены производственные ресурсы для выпуска панелей фюзеляжа для Ил-76МД-90А, Ил-112В, Ил-114-300 и других гражданских программ ОАК. В планах увеличение объемов производства за счет перспективных проектов новых воздушных судов, а также для холдинга «Вертолеты России».

Программа поэтапного развития центра специализации рассчитана до 2025 года, предполагаемый экономический эффект от его создания составит

порядка 500 млн. рублей. Цель проекта будет достигнута главным образом за счет концентрации производства, высокой загрузки технологических мощностей, сокращения цикла изготовления панелей, снижения трудоемкости.

В центре специализации будет выполняться весь объем технологических операций по изготовлению деталей, начиная от их термообработки и заканчивая окончательной сборкой агрегатов. Ульяновский авиазавод обладает всеми необходимыми ресурсами: высокотехнологичным оборудованием, производственными площадями, высококвалифицированным персоналом. В перспективе, все панели отсеков фюзеляжа воздушных судов, производимых предприятиями ОАК, будут изготавливаться на «Авиастар-СП».

«Новая индустриальная модель ОАК предполагает развитие кооперации и формирование центров специализации и компетенций. Каждый центр будет оснащен самым современным высокотехнологичным оборудованием и сосредоточится на производстве определенной номенклатуры продукции в интересах всех самолетных программ. Такое распределение производственных ресурсов позволит снизить инвестиционную нагрузку, в целом, в контуре корпорации», — сообщил заместитель генерального директора ПАО «ОАК» по производству и техническому развитию Сергей Смирнов.

www.uacrussia.ru

В Санкт-Петербурге появятся безэкипажные катамараны



Средне-Невский судостроительный завод (входит в состав Объединённой судостроительной корпорации) в марте 2020 года приступил к работам по изготовлению элементов корпуса легкоборных многофункциональных радиоуправляемых безэкипажных судов. Их создание развёрнуто на базе опытного производства завода.

Проект обозначен шифром «Катамаран-КК» и представляет собой маломерное судно катамаранного типа с двумя килями-поплавками, соединёнными мостовой частью ферменного типа. Средне-Невский судостроительный завод (СНСЗ) выполняет работы по созданию композитных корпусов будущих судов, выполненных из полимерных композиционных материалов на основе углеродного волокна. Их формование осуществляется в матрице методом вакуумной инфузии. Всего СНСЗ должен создать комплекты корпусов для 4 судов, передача которых заказчику запланирована на май 2020 года.

Финальная сборка катамаранов будет проходить на базе СПбПУ. Каждое судно будет оборудовано

солнечными батареями для питания электродвигателей, а также автономной системой управления, позволяющей осуществлять его безэкипажную эксплуатацию. Концепция проекта предполагает возможность установки на катамараны различного оборудования для анализа проб воды, воздуха, измерения уровня радиации и других видов экологического мониторинга. Конструкция судна является быстросборной, компактной и лёгкой, её монтаж и демонтаж не требует использования специального оборудования и техники.

Ожидается, что после завершения сборки и серии испытаний, многофункциональные безэкипажные катамараны будут переданы в Кронштадтский морской кадетский военный корпус, где его воспитанники смогут проводить исследования вод Финского залива, знакомится с теоретическими и практическими основами управления судами, и изучать робототехнику.

snsz.ru

Компания «АрктикТекс» разработала текстиль с греющим элементом из композитов с применением нанокomпонентов

Компания «АрктикТекс» разработала текстильное изделие с интегрированным греющим элементом, выполненным из композитов с применением нанокomпонентов.

«В отличие от традиционных решений, в которых нагрев изделия происходит до температуры 60°C, разработанный инженерами компании композит нагревается до температуры не более 40–42°C, что является безопасной температурой для людей, имеющих ряд заболеваний (сахарный диабет, болезни сердца, тромбоз и варикозное расширение вен), — говорится в сообщении «АрктикТекс». — Кроме того, использование греющего элемента из композитов позволяет создавать конструкции на 20% легче аналогов, а также изготавливать изделия сложной формы с применением метода 3D печати.

В планах компании к концу 2020 года в тестовом режиме запустить мелкосерийное производство греющих изделий с применением композитов. Образцы изделий компания продемонстрировала на выставке



«Индустрия моды 2020», прошедшей в середине марта в Санкт-Петербурге.

«АрктикТекс» — портфельная компания Северо-Западного центра трансфера технологий, входящего в сеть наноцентров.

nwtc.ru

В Особой экономической зоне «Ульяновск» создадут производство стекловолокна

На прошедшем 10 апреля в Правительстве Ульяновской области Совете по инвестициям представили проект по созданию инновационного высокотехнологического предприятия по производству стекловолокна и изделий на его основе — ООО «Платформа». Мероприятие прошло в режиме онлайн-связи. В нем приняли участие более 80 человек: представители бизнеса, органов власти, институтов развития и глав муниципалитетов Ульяновской области.

Предприятие планируется разместить на территории Портовой особой экономической зоны «Ульяновск», 90% продукции, планируемой к изготовлению, будет составлять стекловолокно общего назначения (марка E), а 10% продукции — специальное стекловолокно (марки S).

Объем инвестиций составит более 7 млрд. рублей. Общая численность персонала — 280 человек.

ulgov.ru

Учёные НИУ «БелГУ» предложили новую технологию получения высокопрочных нанокompозитов



Исследователи из Белгородского государственного национального исследовательского института (НИУ «БелГУ») в кооперации с московскими учёными разработали способ повышения износостойкости и электропроводности конструкционных материалов для авиа-, судо- и машиностроения

Учёные предложили использовать в составе композита графен — самый прочный, лёгкий и электропроводящий вариант углеродного соединения. Проведенные группой физиков при поддержке Российского научного фонда исследования показали, что введение графена в спечённую крупнокристаллическую керамику, в частности в оксид алюминия, способствует снижению удельного сопротивления при низких температурах и частотах и повышению электронной проводимости композита.

Как прокомментировала научный сотрудник Центра коллективного пользования научным оборудованием «Технологии и материалы НИУ БелГУ» Ирина Суджанская, оксид алюминия, благодаря своим свойствам — высокой температуре плавления, твёрдости, прочности на сжатие, коррозионной стойкости и др., является востребованным конструкционным материалом. Этот композит используют в производстве широкого спектра изделий.

«Однако у оксида алюминия есть такой недостаток, как низкая электропроводность, что делает затруднительным, а то и невозможным процесс электроэрозионной обработки полуфабрикатов и изделий необходимой конфигурации из него. Для устранения этого свойства предлагается добавлять в состав измельченной до наноразмерной области

керамики различные модификации углерода: графит, нанотрубки, фуллерены. Мы же предложили использовать графен. Наши совместные с московскими коллегами исследования по влиянию графена на композит привели к хорошим результатам», — рассказала Ирина Васильевна.

Опытным путём учёными было доказано влияние содержания графена на удельное электросопротивление, которое зависит от температуры и частоты тока. Наиболее ярко изменение выражено на температурной зависимости электросопротивления, чем на частотной.

По словам Ирины Суджанской, введение 1–2% графена привело к практически одинаковому уменьшению удельного сопротивления при комнатной температуре и низкой частоте. При этом динамика уменьшения электросопротивления с повышением температуры сохраняется.

«Высокая подвижность носителей заряда графена при определенных параметрах процесса формирования композита, состоящего из оксида алюминия и графена, может привести к удельной электропроводности, характерной для полупроводникового или металлического типа проводимости, что делает его перспективным материалом для использования в микроэлектронике», — отметила Ирина Васильевна.

Исследования в этом направлении находятся на начальной стадии и требуют проведения серии дополнительных экспериментов.

www.bsu.edu.ru

Завершены промышленные испытания инновационного конструкционного вспененного полимера

В конце февраля 2020 года успешно завершены промышленные испытания инновационного конструкционного полимера, не имеющего российских аналогов. Создание малотоннажного производства инновационных материалов на базе АО «НИИ полимеров» организовано и профинансировано Минпромторгом России в рамках программы импортозамещения.

Новинка готова к промышленному производству, ее потенциальные потребители — предприятия космической и радиоэлектронной отрасли, авиа- и судостроения, где отечественная разработка сможет заменить импортные образцы.

Листовой конструкционный пенопласт, выпускаемый под маркой «Акримид», выпускается 3 типов: «А» — общего назначения, «Т» — повышенной теплостойкости, «С» — самозатухающий, и обладают высокой теплостойкостью и устойчивы к химическим воздействиям. Материал применяется в качестве легкого заполнителя при изготовлении многослойных деталей из стеклопластика и углепластика, внутренней обшивки космических летательных аппаратов,



самолетов, обтекателей двигателей, корпусной части малой авиации и беспилотной техники и др. Материал используется также при производстве композитных корпусов и палубных элементов кораблей и катеров, корпусных конструкций радиолокационного оборудования.

minpromtorg.gov.ru, rt-chemcomposite.ru

Ульяновский государственный технический университет откроет базовую кафедру завода «Аэрокомпозит» в 2020 году

Базовая кафедра завода «Аэрокомпозит» появится в Ульяновском государственном техническом университете в 2020 году. Об этом сообщила исполняющий обязанности ректора вуза Надежда Ярушкина.

«Сейчас мы обсуждаем создание базовой кафедры с АО «Аэрокомпозит». Решение о ее создании мы приняли, но нужен конкретный проект развития. Это новая деятельность, которая, мы надеемся, возникнет уже в 2020 году», — сказала собеседница агентства.

В университете уже ведется подготовка студентов по направлению композиционных материалов, поэтому

основа для создания кафедры заложена.

«У нас открыто направление новых материалов — композитов. Их них изготавливаются лопасти для ветрогенераторов, крылья самолета и многое другое», — уточнила Ярушкина. По ее словам, на базовой кафедре студенты изучат технологии формования, обработки и ремонта деталей летательных аппаратов из полимерных композиционных материалов. На предприятии планируется проведение практических занятий и производственной практики.

nauka.tass.ru

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



ГРУППА КОМПАНИЙ
КОМПОЗИТ

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



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

www.composite.ru

Испытания отечественных полимерных композитов для МС-21 завершено



На Иркутском авиазаводе начато производство первого серийного среднемагистрального самолета МС-21, крыло которого будет изготовлено из отечественных композитных материалов разработки группы «Унихимтек». Благодаря этим материалам Объединенная авиастроительная корпорации (ОАК) смогла заменить продукцию компании Cytec Industries, которую перестали поставлять в Россию из-за американских санкций. Тем не менее, помимо химических материалов для выпуска композитного крыла требуются ещё и волокна. Известно, что углеродные волокна на своем заводе в Алабуге производит «Росатом». Пока они не полностью идентичны продукции японской компании Toho-Tenax, Госкорпорации для этого необходимо освоить самый последний технологический передел, что будет сделано в ближайшее время. Но даже существующая продукция «Росатома» по своим прочностным характеристикам весьма конкурентоспособна в индустрии авиационных композитов. Например, уже выпускаемые серийно в Алабуге углеродные волокна имеют прочность 4,9 ГПа. Но есть и отдельные образцы с прочностью 5,6 ГПа и даже 6 ГПа. То есть столько же, сколько и у волокон Toho-Tenax. Но даже если брать в расчет только серийно выпускаемые волокна госкорпорации, то и они вполне подходят для изготовления крупных интегральных конструкций первого уровня.

В интервью для «Эксперт Online» председатель совета директоров группы «Унихимтек» Виктор Ав-

деев рассказал как обстоят дела с выпуском химических материалов для композитных агрегатов МС-21: «Если кратко, то мы уже завершили все испытания материалов. Наша собственная система материалов заметно отличается от аналогичной иностранного производства, поэтому пришлось внести довольно серьезные изменения в технологию переработки. Лучше, конечно, спросить наших заказчиков, но мы полагаем, что эта технологическая стадия пройдет успешно. Более того, уже начато изготовление летных экземпляров самолетов, на которые будут установлены крылья из наших композитных материалов. Но необходимо пройти весь цикл испытаний в соответствии с существующими в авиастроительной отрасли стандартами».

Он также отметил, что снивелировать недостаток прочности отечественных углеродных волокон можно за счет ряда уникальных материаловедческих решений. «Прочность отечественного углеродного волокна понижена за счет микрошероховатостей на его поверхности, но в то же время эти микрошероховатости улучшают взаимодействие с полимерной матрицей и наряду с модификацией самой матрицы и аппретов приводят к улучшению эксплуатационных характеристик изделия. Мы ожидаем, что само крыло, сделанное из отечественных композитов, будет точно не хуже, а по целому ряду важнейших показателей, возможно, даже лучше. Нужно дождаться результатов окончательных испытаний», — подытожил Виктор Адеев.

А тем временем, 17 марта 2020 г. четвертый опытный самолет МС-21-300, оснащенный пассажирским салоном в плотной компоновке и предназначенный для летных испытаний, совершил беспосадочный перелет из Иркутска на аэродром ЛИИ им. М.М.Громова «Раменское» (г. Жуковский, Московской области) для продолжения летных испытаний.

plastinfo.ru, www.uacrussia.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



Ракета с композитным обтекателем, произведенным ООО «СКТБ «Пластик», вывела на орбиту спутники связи

В субботу, 21 марта, с космодрома Байконур стартовала ракета-носитель «Союз-2.1б», на борту которой находилось 34 спутника связи британской компании OneWeb. Головные обтекатели для носителя изготовлены на сызранском предприятии «СКТБ Пластик». Это уже не первый запуск в рамках договора с британской компанией. Согласно подписанному в июне 2015 года контракту между компаниями Arianespace и OneWeb, всего будет произведено более 20 пусков ракет-носителей «Союз» с разгонными блоками «Фрегат» для выведения в космос 672 спутников OneWeb.

На первом этапе на орбиту планируется вывести около 600 аппаратов и обеспечить глобальное коммерческое предоставление услуг связи в 2021 году. К 2026 году число аппаратов на орбите намечается довести до 2 тысяч. OneWeb планирует создать группировку, которая обеспечит широкополосный доступ в интернет для пользователей по всему миру благодаря полному охвату поверхности Земли.



Первый запуск спутников в рамках соглашения с компанией OneWeb состоялся 7 февраля с площадки №31 космодрома Байконур. На борту ракеты-носителя с обтекателями сызранского предприятия также находилось 34 космических аппарата OneWeb.

www.sktb-plastik.ru, syzran-small.ru

В создание лаборатории Композитного кластера под Воронежем инвестируется 15 миллионов рублей

На площадке строящегося завода «ИК Масловский» (торговая марка «Ламплекс Композит») по производству фольгированных диэлектриков, технических ламинатов и препрегов в воронежской ОЭЗ ППТ «Центр» (Воронеж) завершается создание высокотехнологичной лаборатории. Она станет основой для развития научного направления в рамках Композитного кластера. В ее создание планируется инвестировать 15 млн. рублей.

Для лаборатории разработаны методики проведения испытаний образцов продукции, соответствующих требованиям отечественных ГОСТов и стандартам международной ассоциации производителей электроники (IPC).

Испытательная лаборатория композитных материалов станет основой для создания собственного Научно-технического центра предприятия. Для развития этого направления уже ведется подготовительная работа в части формирования кадрового резерва. Заключены договоры в сфере подготовки специалистов с Воронежским государственным университетом и Воронежским государственным техническим университетом. Основные цели подписанных документов — повышение качества образования, развитие научно-исследовательской базы и подготовка специалистов композитной отрасли. Предполагается, что студенты профильных факультетов этих вузов смогут проходить производственную практику на предприятиях Композитного кластера, пользоваться заводским оборудованием и лабораторией, чтобы впоследствии пополнять штат сотрудников предприятий «Ламплекс Композит» и «АКТ» («АКТ»).

Главный технолог заводов «ИК Масловский» (торговая марка «Ламплекс Композит»), «АКТ» Владимир

Жирнов: «Созданная лаборатория обеспечит проверку выпускаемой продукции на всех этапах производства, начиная с входного контроля основного сырья и заканчивая готовой продукцией, получаемой на выходе. Такое сопровождение производства позволит повысить качество материалов и сократить потери. Испытательная лаборатория оснащается оборудованием, позволяющим тестировать композиты как на основе стекловолокна, которые готовятся выпускать предприятие «Ламплекс Композит», так и на основе углеволокна, планирующие к освоению на заводе «АКТ». Материалы, произведенные предприятиями Композитного кластера, будут здесь испытываться по физико-механическим и химическим параметрам. Благодаря современному оснащению и квалифицированным сотрудникам, испытательная лаборатория внесет свой вклад в выпуск продукции, соответствующей самым высоким мировым стандартам».

Напомним, идея создания Композитного кластера на территории ИП Масловский, куда войдут заводы «Ламплекс Композит» и «АКТ», принадлежит депутату Воронежской облдумы, председателю совета директоров ГК «Черноземье» Андрею Благову. В настоящее время осуществляются работы по монтажу оборудования на заводе «Ламплекс Композит» по производству композитных материалов. В этом году стартуют работы по строительству предприятия «Аэрокосмические композитные технологии» — это совместное предприятие ООО «ИК Масловский», российской частной аэрокосмической компании ООО «МТКС» и производителя оборудования из Германии Aerospace Composites GmbH.

industry-hunter.com

Автопоезд для перевозки едких веществ



Компания НПО «ВЕКТОР», специализирующаяся на производстве автоцистерн различного назначения, выпустила новую модель спецтехники: автопоезд для перевозки едких веществ.

Головная часть автопоезда состоит из базового шасси КАМАЗ-43118 со стеклопластиковой цистерной объемом 6 м³ и имеет систему заполнения и слива, а также измеритель-сигнализатор уровня наполнения цистерны.

Прицеп-цистерна для перевозки кислотного раствора имеет объем 10 м³, 1 секцию, инструментальные ящики. Она смонтирована на 2-осной прицеп-телеге производства НПО «ВЕКТОР».

vektornpo.ru

УАЗ впервые поставит медучреждениям реанимобили



при движении в условиях плохих дорог и сельской местности. Термо- и шумоизолированный каркасный модульный блок с наружными стеклопластиковыми панелями обеспечивает оптимальную для медицинского персонала эргономику салона.

Обширный список специального оснащения дополняют необходимые для работы реаниматологов многофункциональная тележка-каталка со съемными носилками, возможностью регулировки положения высоты, автоматической расфиксацией опор и разборным штативом для осуществления инъекций; приемное устройство тележки-каталки с поперечным перемещением и регулировкой высоты основных носилок; вакуумный иммобилизационный матрас; реанимационная укладка для оказания скорой медицинской помощи; термоизоляционный контейнер с автоматическим поддержанием температуры инфузионных растворов.

Уже в базовом варианте исполнения «УАЗ АСМП» класса С полностью укомплектован для проведения оперативных действий реанимационного характера. В частности, в салоне предусмотрен бифазный дефибриллятор-монитор со встроенным принтером, взрослыми и детскими электродами, функциями электрокардиостимуляции, пульсоксиметрии и неинвазивного измерения артериального давления. Из специфической аппаратуры к услугам медиков также предлагается транспортный реанимационно-анестезиологический монитор пациента со встроенным принтером, возможностью переноса данных на компьютер функциями мониторинга электрокардиограммы в трех отведениях, капнометрии, пульсоксиметрии, неинвазивного измерения артериального давления и определения температуры тела пациента.

Производство реанимобилей стартовало в Ульяновске 13 апреля. На «УАЗ АСМП» класса С распространяется официальная гарантия производителя — три года или 100000 км пробега.

www.uaz.ru

В семействе «УАЗ Профи» дебютировала модификация автомобиля скорой помощи класса С. Первая партия из 132 реанимобилей поступит в медицинские учреждения регионов в мае этого года в рамках государственного контракта с Министерством промышленности и торговли Российской Федерации.

Ульяновский автомобильный завод приступает к поставкам нового реанимобиля, разработанного на базе коммерческой модели Профи для органов здравоохранения. Оборудованные по высшему разряду спецверсии предназначены для проведения интенсивных лечебных мероприятий силами реанимационной бригады, транспортировки и мониторинга состояния «тяжелых» пациентов на догоспитальном этапе. Первая партия «УАЗ АСМП» класса С будет передана региональным медучреждениям в рамках федеральной программы по снижению последствий распространения новой коронавирусной инфекции.

Спецавтомобили отличаются лимонным цветом кузова и оснащаются 2,7-литровым двигателем (149,6 л.с. и 235 Нм) и 5-ступенчатой МКПП. Подключаемый полный привод с односкатной ошиновкой позволяет максимально реализовать возможности модели

В Приморье начали строить опытную партию вертолетов Ка-62



Арсеньевская авиационная компания «Прогресс» им. Н.И.Сазыкина в Приморье запустила в производство шесть новейших многофункциональных вертолётов Ка-62 опытной партии, два из них — для внутрикраевых перевозок. Их сдача запланирована на 2021 год.

Ранее сообщалось, что три летных образца, изготовленных на заводе, успешно выполнили полеты в рамках программы предварительных испытаний. Один из них дебютировал в летной программе МАКС-2019. В январе холдинг «Вертолёты России» сообщил о начале сертификационных испытаний Ка-62.

Вертолет Ка-62 имеет максимальную взлетную массу до 6,5 тонны, он может перевозить 15 пассажиров на

расстояния до 600 км, а также грузы внутри кабины и на внешней подвеске. Особенностью вертолета является обширное применение в его конструкции полимерных композиционных материалов, которые составляют до 60% по массе.

Благодаря этому увеличивается скорость, маневренность и грузоподъемность вертолета, а также снижается расход топлива. Еще одна отличительная черта — одновинтовая схема с многолопастным рулевым винтом в кольцевом канале вертикального хвостового оперения, который применен на вертолетах впервые в России.

ria.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



Финал Олимпиады НТИ трека «Композитные технологии»

С 7 по 10 апреля этого года прошел финал Олимпиады Кружкового движения Национальной технологической инициативы (НТИ) 2020 по профилю «Композитные технологии». В связи со сложившейся эпидемиологической ситуацией в России и мире, соревнования проходили в обновленном формате: онлайн вебинары, проектирование и проведение расчетов онлайн, а также работа в виртуальной лаборатории. Организаторами заключительного этапа соревнований стали МГТУ им. Н. Э. Баумана и Межотраслевой инжиниринговый центр «Композиты России».

В финале школьники решали задачу, максимально приближенную к реальным вызовам: разработать кессон крыла самолета. Ребята самостоятельно разрабатывали формообразующую оснастку. При этом не было «правильного» решения. Геометрию и параметры оснастки они выбирали сами, исходя из той технологии, которую участники выбрали для своего изделия.

«На сегодняшний день весь мир понимает, что без композитов невозможно представить материаловедение, промышленность и другие ключевые сектора экономики. МГТУ им. Баумана лидирует в области композитов в России. Работающие на базе нашего ВУЗа инжиниринговый центр, магистратура, аспирантура готовят лучших в стране композитчиков. Мы надеемся, что подрастающее поколение присоединится к нашей команде и продолжит развивать сферу композитов», — сказал Владимир

Нелюб, директор МИЦ «Композиты России».

Высокий уровень подготовки участников отметила и Маргарита Стоянова, руководитель проекта детского образования «Инжинириум МГТУ им. Н.Э. Баумана».

«Участники финала Олимпиады НТИ трека «Композитные технологии» попробовали себя в изготовлении композитных материалов пока что в виртуальной лаборатории, но совсем скоро смогут практиковаться и в настоящих. Надеемся, что ребятам было интересно работать с инновационными материалами, и в будущем они присоединятся к инженерам композитной отрасли!» — поделилась Маргарита Стоянова.

Лучшей командой юных композитчиков стали «Композитные муравьеды» в составе Карины Львовой (Новосибирск), Егора Прокофьева (Челябинск) и Данила Чижова (Екатеринбург). В индивидуальном зачете победителем стал Егор Прокофьев из команды «Композитные муравьеды», а призерами Данил Чижов — «Композитные муравьеды», Олег Сампара — «Трилон Б» и Кирилл Калинич — «Трилон Б».

В треке «Композитные технологии» Олимпиады НТИ в этом году приняли участие 99 человек, 17 из которых вышли в финал. Победители и призеры соревнований получают дополнительные баллы к ЕГЭ при поступлении в МГТУ им. Н.Э. Баумана.

emtc.ru

Отечественная разработка для оперативного диагностирования COVID-19

В Межотраслевом инжиниринговом центре «Композиты России» МГТУ им. Н.Э. Баумана разрабатывают биологические сенсоры на основе восстановленного оксида графена. Это позволит быстро и с высокой точностью обнаруживать маркеры заболеваний у человека, в том числе в домашних условиях. Данная разработка тем более актуальна сейчас, ведь с её помощью можно будет обнаруживать маркеры инфекционных заболеваний и быстро адаптировать сенсор под детектирование новых инфекций.

Сложившаяся сегодня в мире обстановка с нехваткой тест-систем для обнаружения коронавирусной инфекции еще раз подтверждает необходимость обеспечить быструю разработку новых тест-систем.

В основе разрабатываемого в МИЦ «Композиты России» биосенсора лежит пленка восстановленного оксида графена со связанными с ним аптамерами — короткими искусственно синтезированными последовательностями ДНК, взаимодействующими с почти 100 %-ной избирательностью с маркером того заболевания, под которое они синтезированы. Конструкция биосенсора изначально адаптирована под стандартные разъемы, что в будущем позволит с минимальными сложностями интегрировать такие сенсоры не только в смартфоны и им подобные гаджеты, но и в диагностическое оборудование в больницах.

Ученые МИЦ «Композиты России» провели восстановление пленки оксида графена при различных

параметрах лазерного излучения и выявили тот поток излучения, при котором, с одной стороны, формируются электропроводящие каналы, а с другой — остается достаточное количество функциональных групп, к которым «привязываются» аптамеры. Специалисты «Композиты России» успешно провели связывание аптамеров с восстановленным оксидом графена и проверили отклик на заданные белки-маркеры.

Эти исследования позволили отечественным ученым еще на шаг приблизиться к созданию биологических сенсоров нового поколения. Они будут способствовать предотвращению распространения серьезных инфекций. В будущем гаджеты с внедренным биосенсором могут использоваться для быстрого тестирования на заболевания в режиме реального времени. Этому также будет способствовать возможность выявления соответствующих заболеваний через слюну или даже пот человека.

emtc.ru



Верфь O Yachts создала новую версию моторного катамарана



Прибалтийский производитель парусных катамаранов O Yachts объявил о запуске новой версии моторного катамарана Power Class Class 6. Первый свой моторный катамаран Class 6 верфь выпустила в 2018. После двух лет морских испытаний двигателя, «умный гибрид» стал тем, чего от него и ожидали — сочетанием электрического двигателя для сохранения экологии и дизеля для массового применения.

Максимальная скорость катамарана составляет 13 узлов, крейсерская — варьируется от 8 до 10 узлов в зависимости от нагрузки. При 12 т и 10 узлах расход топлива всего 1 литр/миля. При 15 т и 9,3 узлах сохраняется расход 1 литр/миля.

Платформа Class 6, построенная в Латвии из композитных материалов на основе стекло-, угле- и арамидных волокон, подходит для многих областей применения:

- Globetrotter версия: эта конфигурация предназначена для семьи, желающей провести творческий отпуск.
- Дайвинг тур: версия для дайверов позволяет снизить эксплуатационные расходы и заходить в охраняемые природные заповедники благодаря электрическому двигателю.
- Для отелей и курортов: с платформой 44 м² катамаран предлагает комфортную перевозку гостей отеля в качестве шаттла, либо для ежедневных прогулок.
- Рабочий катамаран: Class 6 два года успешно использовался учеными для проекта по отслеживанию морских китов в Средиземном море.

worldmarine.ru

Первые стеклопластиковые лопасти приливной турбины проекта NEMMO проходят испытание в морской воде

В рамках проекта «Следующее поколение материалов и моделей для освоения энергии мирового океана» (The Next Evolution in Materials and Models for Ocean Energy — NEMMO) на объекте HarshLab в воду был установлен набор стеклопластиковых лопаток приливной турбины для испытаний на биообрастание.

Образцы будут находиться под водой на протяжении шести месяцев, после чего будет определен уровень биологического обрастания на поверхности. Результаты данных испытаний будут полезны для последующей разработки новых материалов и покрытий для лопастей приливных турбин.

Создание новых покрытий и материалов является основной частью проекта NEMMO. После тщательного моделирования и тестирования команда определит оптимальный состав композитного материала, позволяющий уменьшить износ лопаток, снизить затраты на их техническое обслуживание, а также увеличить производительность приливных турбин, что в свою очередь повысит экономическую эффективность приливной энергии в целом.

nemmo.eu



Евросоюз вводит новые антидемпинговые пошлины для производителей изделий из стекловолокна из Китая и Египта

GlassFibre Europe

APFE - European Glass Fibre Producers Association

В Европейском Союзе ввели сроком на пять лет новые анти-демпинговые пошлины на ввоз некоторой продукции на основе стекловолокна (стеклоткани, стеклохолсты и иных стекломатериалов, подпадающих под таможенные коды CN 7019 39 00, 7019 40 00, 7019 59 00 и 7019 90 00 (TARIC codes 7019 39 00 80, 7019 40 00 80, 7019 59 00 80 and 7019 90 00 80), за исключением препрегов и стеклосеток, в размере от 20 до 99,7%. Более высокие тарифы, например, будут применены к продукции китайских компаний Jushi Group, Zhejiang Hengshi Fiberglass Fabrics и Taishan Fiberglass Inc., произведенной в Китае, а также дополнительными пошлинами теперь будет облагаться продукция китайских производителей, произведенная в Египте.

Напомним, что в Европе и так действовали защитные меры в виде увеличенных пошлин на ввоз армирующих стекломатериалов из Китая. Однако некоторые китайские производители открыли свои производства в других странах, например, Египте и Бахрейне, что позволило им обойти данные меры. Кроме того, Европейская комиссия, проведя по ини-

циативе Европейской ассоциации производителей стекловолокна (The European Glass Fibre Producers Association) расследование, подтвердила факты предоставления китайским правительством незаконных экспортных субсидий иностранным филиалам своих компаний. В результате чего рыночная цена на продукцию из стекловолокна китайских компаний в Европе, даже с учетом увеличенной ввозной пошлины, оказалась на 14% ниже, чем могли предложить европейские заводы. Также было установлено, что с 2015 года импорт стекломатериалов из Египта увеличился почти более чем на 200% (где стекломатериалы сейчас производят только китайские компании), и что некоторые китайские производители намеренно предоставляли заведомо ложную статическую информацию для оценки. Всё это дало основание для введения новых анти-демпинговых пошлин.

Расследование Европейской комиссии продолжается, и Европейская ассоциация производителей стекловолокна надеется, что будут введены дополнительные меры для защиты от недобросовестной конкуренции со стороны китайских компаний европейских производителей, чье выживание в сложившихся условиях находится под серьезной угрозой.

www.glassfibreeurope.eu



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.

Инфекционные больницы в Узбекистане сооружают с применением базальтокомпозитов



Узбекистан строит специальные инфекционные больницы для лечения инфицированных COVID-19 и карантинные помещения.

На сегодняшний день подтверждённых случаев заражения коронавирусом в Узбекистане около 300, но власти предпочитают решать проблему на

упреждение, ускоренными темпами возводя инфекционные больницы.

Два крупнейших учреждения будут расположены в Ташкентской области. Базальтовую кладочную сетку для них поставляет Mega Invest Industrial. На двух производственных линиях завода производят базальтовое волокно, ровинг, фибру, а также арматуру и кладочную сетку.

Небольшой вес базальтокомпозитов позволяет легко их перевозить в большом количестве, перемещать по стройплощадке и монтировать. Кладочная базальтовая сетка прочная и долговечная, не подвержена коррозии, диэлектрична и магнетопрозрачна, устойчива к агрессивным средам и перепадам температуры.

По всей территории Узбекистана будут построены новые инфекционные больницы, всего их планируется десять, а до сдачи их в эксплуатацию будут переоборудованы существующие медучреждения.

basalt.world

Известная итало-швейцарская компания выпустила часы класса люкс в корпусе из базальтового композита



Panerai первой решилась на применение базальтового композита в эксклюзивных моделях часов.

Сразу две новые модели 2020 года от Panerai представлены в оформлении из базальтового композита, это Luminor Marina Fibratech PAM1663 и лимитированная серия Luminor Marina Fibratech PAM01119.

Базальтовое волокно всё чаще рассматривается в качестве более дешёвой и экологически чистой альтернативы углеволокну. Базальтокомпозиты – лёгкие, прочные, огнестойкие и перерабатываемые материалы, экономически более выгодные, в связи с чем растёт их популярность в строительстве, автомобильной, судостроительной и аэрокосмической промышленности.

Известная хронометрами для моряков и подводников, Panerai оценила потенциал базальтового композита, отметив, что он на 60% легче стали и обладает высокой устойчивостью к коррозии. Его изготавливают из базальтового волокна и полимерной матрицы методом вакуумно-автоклавного формования. Новую разработку специалисты компании зарегистрировали под торговой маркой Fibratech.

Модель Panerai PAM01663 вышла в серийное производство и реализуется по розничной цене \$16 000. Референс PAM01119 – один из трёх эксклюзивных версий, которыми Panerai чествует 70-летие своего бренда Luminor. Эти часы стоимостью \$18 900 выйдут лимитированной серией в количестве 270 экземпляров. Компания предоставляет неординарный 70-летний гарантийный срок для этих устройств.

Изначально предназначенные для подводников часы (основанная в 1860 году Panerai обеспечивала специальными хронометрами ВМС Италии) отличаются светящимися, хорошо видимыми под водой элементами. С этим устройством можно погружаться на глубину 300 м, люминесцентной строчкой отделан даже ремешок с титановой застёжкой.

Новые разработки Panerai намеревалась представить на Женевском часовом салоне SIHH 2020, который планировался в расширенной версии Watches & Wonders Geneva, но из-за пандемии коронавируса мероприятие, как и другие значимые события, был отменён.

basalt.world

На европейских пляжах появятся прозрачные боксы из стеклопластика

В Еврокомиссии рассматривают вопрос установки на пляжах специальных прозрачных боксов из стеклопластика, в которых семьи смогут находиться на берегу моря с соблюдением норм социальной дистанции и не контактировать с окружающими.

Именно такие боксы для принятия солнечных ванн уже предложила устанавливать одна из итальянских компаний.

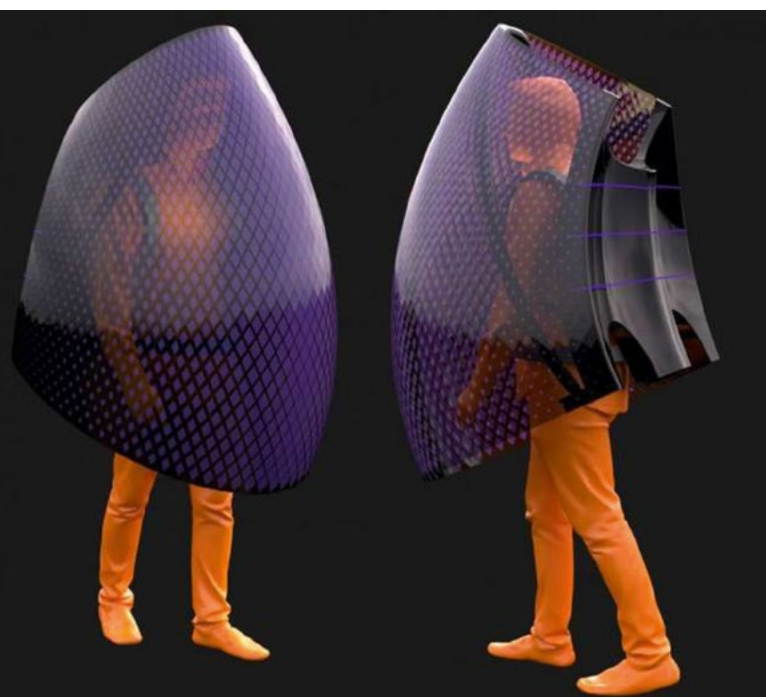
А власти Греции призвали Евросоюз заключить договор, содержащий общие правила для отдыха туристов в предстоящий летний сезон. Среди мер — специальные

«паспорта здоровья», которые позволят контролировать ситуацию с распространением коронавируса.

Глава Еврокомиссии Урсула фон дер Ляйен заявила об оптимистичном настрое относительно возможностей европейцев путешествовать летом. По ее словам, решение, которое позволит индустрии туризма функционировать в летнем сезоне, на который приходится наплыв желающих провести отпуск, отдыхая на пляжах, найдено.

rusplt.ru

Китайский архитектор разработал «костюм Бэтмена» для защиты от коронавируса



Архитектор из Китая представил публике свой проект, в котором показал свое изобретение для защиты от коронавируса нового типа, продолжающего бушевать на территории Поднебесной и вне страны. Костюм он назвал *Be a Bat Man* (будь человеком — летучей мышью), что сразу окрестили одеянием Бэтмена.

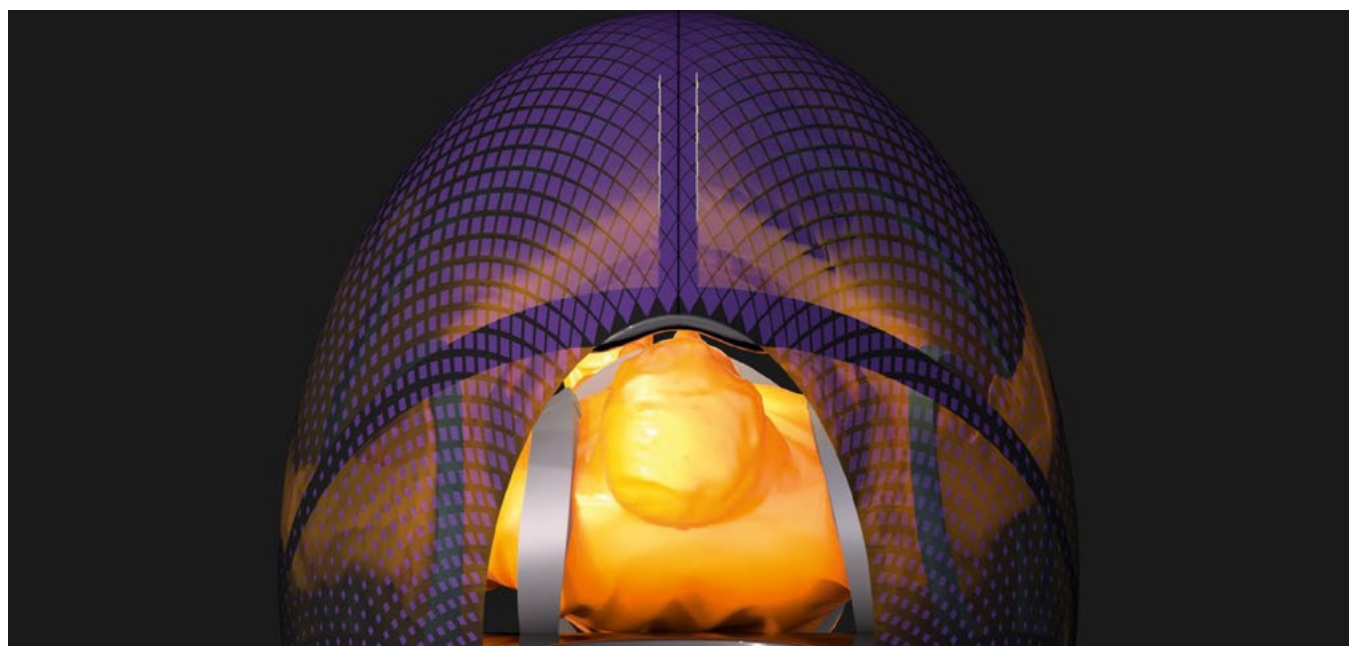
Китайский архитектор Сун Дайонг представил в сети Интернет свой дизайн-проект, который, по его задумке, должен помочь защитить себя от коронавирусной эпидемии. Презентацию он показал в своем Instagram-аккаунте (@penda_china).

На модели есть крылья летучей мыши, в основе костюма — углепластик. По задумке автора, плащ будет нагреваться и убивать опасных микробов вокруг личного пространства человека.

Разработчик выразил уверенность, что вирус не выживет при температуре +56 °С.

При этом костюм может трансформироваться для переноса в рюкзаке.

vse42.ru



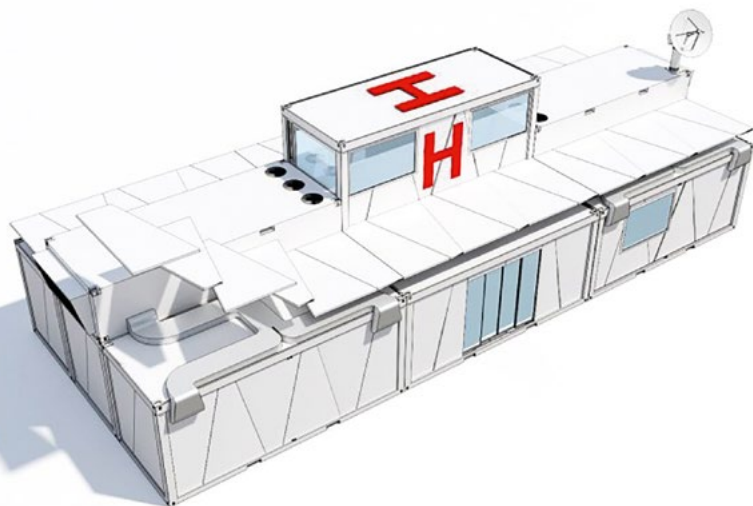
Итальянское исследовательское агентство ведет бой с COVID-19 с помощью биокомпозитов

Из-за пандемии COVID-19 спрос на койки интенсивной терапии быстро растет во всем мире. Проект SOS — Smart Operating Shelter — это важный ресурс, позволяющий быстро создавать мобильные медицинские пункты для лечения инфицированных пациентов.

Проект SOS возглавляют итальянская исследовательская организация SETMA (Бриндизи, Италия), которая также является одним из лидеров в области исследований композитов, и компания RI SpA (Лечче, Италия), специализирующаяся в области модульного строительства зданий.

В рамках проекта SOS для быстрого создания мобильных медицинских подразделений разрабатываются архитектурные макеты с использованием легких в монтаже инженерных решений из современных и экологичных биокомпозитных сэндвич-панелей. Все разработанные в рамках проекта технические решения будут переданы в региональную систему здравоохранения.

Используемые для реализации проекта биокомпозитные конструкционные многофункциональные панели позволяют быстро монтировать медицинские комплексы без использования высококвалифицированного труда и тяжелой строительной техники. Их используют для сооружения стен и потолков, а также возведения внутренних перегородок. Внутри панели можно укладывать кабель-каналы, а также



проводить необходимые коммуникации, в том числе системы подачи кислорода.

Сами панели представляют собой сэндвич-структуры, состоящие из внутренней сердцевины, изготовленной из растительной и/или вторично переработанной ПЭТ-пены, и внешней оболочки из биокомпозитных ламинатов на основе биополимерных смол, армированных натуральными волокнами.

Более подробную информацию можно получить на сайте www.sos-project.it



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

Пресс-релиз компании
www.rusnano.com



Завод по производству лопастей для ВЭУ впервые поставит свою продукцию на экспорт

На площадке завода по производству лопастей для ветроэнергетических установок «Вестас Мэньюфэкчуринг Рус» в Ульяновске 14 апреля прошла торжественная церемония отгрузки первой продукции, предназначенной для экспорта в Данию.

В церемонии приняли участие Заместитель Председателя Правительства Российской Федерации Юрий Борисов, губернатор Ульяновской области Сергей Морозов, посол Королевства Дания в России Карстен Сендергорд, Председатель правления УК «РОСНАНО» Анатолий Чубайс и Генеральный директор «Вестас Мэньюфэкчуринг Рус» Кимал Юсупов. В связи со сложной эпидемиологической ситуацией мероприятие прошло в формате видеоконференции.

Партия из 48 лопастей была отправлена с площадки ульяновского предприятия «Вестас Мэньюфэкчуринг Рус» заказчику в Данию для строительства нового ветропарка. Экспорт одного из ключевых компонентов ветроэнергетической установки (ВЭУ), локализованного в России, осуществляется впервые в истории отечественного энергомашиностроения.

Из Ульяновска лопасти, каждая длиной 62 м и весом 12,5 т, будут перевезены грузовым автотранспортом в порт Тольятти, откуда водным путем на двух судах будут доставлены заказчику в Данию к середине мая. Оборудование предназначено для турбин Vestas марки V126 единичной мощностью 3,45 МВт и позволит покупателю построить 55 МВт новой ветрогенерации.



**Заместитель Председателя Правительства РФ
Юрий Борисов**

«Первый экспорт лопастей — важное событие не только для отрасли возобновляемой энергетики, но и для экономики нашей страны в целом. Производство компонентов для ветроэнергетических установок Vestas локализовано, помимо Ульяновска, также в Нижегородской и Ростовской областях. Подобные проекты надо тиражировать и в других регионах. Правительство РФ поддерживало и будет поддерживать создание новых высокотехнологичных производств в этой сфере. В рамках программ поддержки возобновляемой энергетики к 2024 году будет построено более 5 ГВт генерирующих объектов, работающих на энергии солнца, ветра и воды. Учитывая важность развития возобновляемой энергетики, а также необходимость усиления промышленных компетенций и обеспечения экспорта высокотехнологичного оборудования и услуг данной отрасли в будущем, Правительство РФ продолжит курс на поддержку этого направления и после 2024 года».



**Губернатор Ульяновской области
Сергей Морозов**

«Ульяновская область гордится тем, что стала колыбелью отечественной ветроэнергетики. Именно здесь был возведен первый ветропарк мегаваттного класса, локализовано производство лопастей для ветроэнергетических установок, на базе Ульяновского государственного технического университета запущены программы подготовки кадров для новой отрасли».



**Председатель Правления УК «РОСНАНО»
Анатолий Чубайс**

«Завод Vestas и «РОСНАНО» в Ульяновске, первым локализовавший производство лопастей ветроустановок в России, вновь подтверждает статус первопроходца отечественной ветроэнергетики. Первая поставка российского ветроэнергетического оборудования на экспорт означает, что мы полностью выполняем взятые на себя обязательства в рамках специнвестконтракта. Мы гордимся, что ульяновские лопасти найдут применение в Дании, на родине мировой ветроэнергетики, которая на сегодня является мировым лидером отрасли».



**Президент Vestas в Северной
и Центральной Европе
Нильс де Баар**

«Vestas рад тому, что вместе с «РОСНАНО» и локальными промышленными партнерами мы полностью выполняем обязательство завода в Ульяновске по экспорту, предусмотренное специальным инвестиционным контрактом. Первая экспортная поставка 48 лопастей является еще одним важным шагом для российской ветроэнергетики, и в нем, несомненно, есть заслуга каждого сотрудника завода».



**Лауреат премии «Глобальная энергия» 2018 года,
академик РАН
Сергей Алексеенко**

«В мире ветроэнергетика занимает важное место: в частности, в европейской энергосистеме ее доля достигает 13,4%, а в самой Дании на нее приходится уже более 40%. В России потенциал развития ветроэнергетики, по разным оценкам, достигает от 100 до 150 ГВт (преимущественно, в шельфовой зоне). Но еще 2-3 года назад трудно было представить, что Россия будет экспортировать продукцию ветроэнергетики. Нужно иметь большую смелость





взяться за развитие этой отрасли в Центральной части России, как это сделал губернатор Ульяновской области Сергей Морозов. Теперь процесс пошел, и завод Vestas и «РОСНАНО» планирует наращивать выпуск до 300 лопастей в год. Кроме того, Ульяновская область не только производит компоненты ветроэнергетических установок, но и строит ветропарки на своей территории. Пример региона может стать образцом для других субъектов, как нужно создавать новую отрасль возобновляемых источников энергии».



Лауреат премии «Глобальная энергия» 2019 года, руководитель центра отказоустойчивой силовой электроники Университета Ольборг (Дания) Фреде Блобьерг

«Я думаю, что это событие является отличным результатом взаимодействия между Данией и Россией. Это также говорит о том, что если мы собираемся решить глобальную задачу по переходу энергетики в сторону возобновляемой, то это невозможно осуществить без тесного сотрудничества между странами. Производство компонентов ветроэнергетики в разных странах позволит нам создавать новые мощности по всему миру. Поздравляю Vestas, «РОСНАНО» и Ульяновскую область с этим достижением».

Напомним, что предприятие «Вестас Мэньюфэкчуринг Рус», запущенное в декабре 2018 года, производит

композитные лопасти для турбин ВЭУ, не имеющие аналогов в России. Производственная площадка расположена на территории авиационного кластера в Ульяновске. Лопасти предназначены для ВЭУ мощностью от 3,4 до 4,2 МВт. В 2020 году планируется выпустить более 250 лопастей, в 2021 году – нарастить производство продукции до 300 лопастей в год.

Партнерами проекта выступают Vestas, РОСНАНО и Консорциум инвесторов Ульяновской области, в состав которого входит Ульяновский наноцентр ULNANOTECH и «Аквилон». Объем инвестиций составил более 2 млрд. руб. На высокотехнологичном предприятии создано более 400 рабочих мест. Уникальное производство компонентов ВЭУ создано в рамках специального инвестиционного контракта (СПИК) между «Вестас Мэньюфэкчуринг Рус», Министерством промышленности и торговли Российской Федерации и Ульяновской областью. СПИК, заключенный на срок 8 лет, стал первым в отечественном энергомашиностроении. В обмен на обязательство со стороны СП создать производство промышленной продукции, не имеющей аналогов в РФ, механизм гарантирует стабильность налоговых и регуляторных условий для успешного трансфера технологий.

Датская Vestas — мировой лидер в производстве ВЭУ — совместно с РОСНАНО осуществляет трансфер технологий ветроэнергетики и наращивает в России свои производственные мощности. Производство лопастей в Ульяновске стало одним из ключевых этапов программы локализации оборудования ветроэнергетики в России (вклад в степень локализации ВЭУ - 18%). Vestas выбрана поставщиком оборудования ВЭУ для Фонда развития ветроэнергетики (создан на паритетной основе АО «РОСНАНО» и ПАО «Фортум»), реализующего проекты строительства ветропарков общей мощностью более 1800 МВт до 2023 года. **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.

Котов Н. С.

Технический специалист
ГК «АТТИКА»

Полиэфирная смола Attshield OP 215 российского производства



В современном мире машиностроение и приборостроение не могут обойтись без применения композиционных материалов, обладающих высокой твердостью и прочностью, стойкостью при высоких температурах при сравнительно малом удельном весе, по сравнению с традиционными конструкционными материалами (сталью, чугуном, латунью, алюминием).

Композиционные материалы имеют преимущество гибкой конструкции, которая может быть адаптирована требованиям конкретного проекта. На рисунке 1 показаны преимущества композиционных материалов по сравнению со сталью и алюминием.

Композиционные материалы — это материалы, образованные сочетанием двух и более компонентов, свойства которых изначально отличаются от свойств получаемого композита. Самыми распространенными из них, благодаря многообразию полимеров и наполнителей, вариативности составов и методов их модификации, являются полимерные композитные материалы [1].

Основные принципы получения и использования полимерных композиционных материалов

В настоящее время широко используются полимерные композиционные материалы, армированные стеклянными волокнами, — стеклопластики. Они легко поддаются механической обработке, обладают высокой прочностью, устойчивостью к тепловым ударам и знакопеременным нагрузкам, радиопрозрачностью,

коррозионной стойкостью. В качестве армирующего элемента могут использоваться непрерывные волокна в виде нитей, жгутов или ткани. Слоистые стеклопластики на основе тканей называются стеклотекстолитами. Наиболее высокие механические характеристики имеют стеклотекстолиты на основе однослойных тканей сатинового переплетения. Применение объемных или 3D стеклотканей увеличивает межслоевую прочность пластика, упрощает сборку заготовки изделия, уменьшая число ручных операций. Такие композиты широко используют в судостроении, авиации, в космической технике, автомобилестроении, при изготовлении некоторых бытовых приборов. В качестве связующего используются чаще всего ненасыщенные полиэфирные смолы [2].

Ненасыщенные полиэфирные смолы — это гетероцепные термореактивные олигомеры и полимеры, содержащие сложноэфирные группы и кратные углерод-углеродные связи.

60–75% растворы ненасыщенных полиэфиров в мономерах (например, стирол) называют ненасыщенными полиэфирными смолами. Поскольку мономеры способны вступать в реакцию с растворенными в них полиэфирами, их называют активными рас-

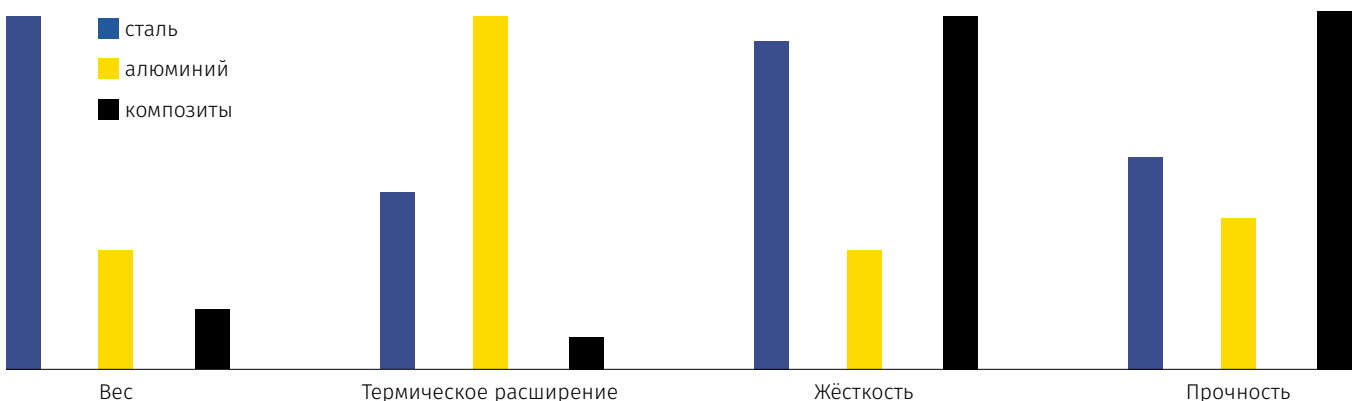


Рисунок 1. Сравнение свойств материалов



Рисунок 2. Ручное формование и намотка стеклопластиковых изделий

творителями. При сополимеризации полиэфиров с активными растворителями образуются неплавкие и нерастворимые соединения пространственной структуры.

Для получения стеклопластиков стеклянное волокно пропитывают смесью из жидкого полиэфира, стирола (или другого мономера) и инициатора полимеризации. Далее путем обработки соответствующим методом: намотка, напыление, ручное формование, вакуумная инъекция, пултрузия или другим — изделию придают форму [3].

Из ненасыщенных полиэфирных смол изготавливают детали судов, самолетов, автомобилей, строительные панели, спортивный инвентарь, перильные ограждения, шумозащитные экраны, водно-развлекательные комплексы, емкости, трубопроводы и многое другое. Особенно важное свойство синтетических смол, используемых при изготовлении крупногабаритных изделий, — способность отверждаться при комнатной температуре без применения давления. Этому свойству в значительной степени удовлетворяют пластики, полученные на основе ненасыщенных полиэфирных смол. Для этой же цели применяют эпоксидные смолы и другие полимерные материалы.

Полиэфирные смолы в отвержденном состоянии обладают следующими свойствами: твердость, устойчивость к химической среде, прочность к износу, отсутствие вредных выделений при эксплуатации изделия [4].

Работать с полиэфирными смолами значительно легче, чем с эпоксидными, и стоимость их ниже. По-

этому ненасыщенные полиэфирные являются более востребованным конструкционным материалом.

Дешевая и простая технология производства исключает необходимость использования громоздких установок для тепловой обработки. Учитывая это и тот факт, что полиэфирные смолы в два раза дешевле эпоксидных, себестоимость конечного продукта ниже. Все это делает использование смол на основе полиэфира выгодным как для производителя, так и для покупателя.

При использовании полиэфирных смол для изготовления композитов необходимо учитывать ряд факторов, среди которых можно выделить:

- зависимость механических характеристик композита от содержания и ориентации армирующих элементов стекловолокна, а также наличия некоторых наполнителей;
- проблемы, связанные с усталостью материала, устойчивостью к истиранию, воздействию растворителей и химикатов, способностью некоторых армирующих наполнителей (стекловолокна) впитывать влагу.

Компания «АТТИКА» является дистрибьютором химического сырья с 2003 года. Продукция компании широко представлена в России и странах СНГ. Летом 2020 года открывается новая производственная площадка на территории РФ, одним из направлений которой будет производство следующих ненасыщенных полиэфирных смол для изготовления композитных изделий:



Рисунок 3. Изготовление корпусов яхт из армированной стеклотканью полиэфирной смолы

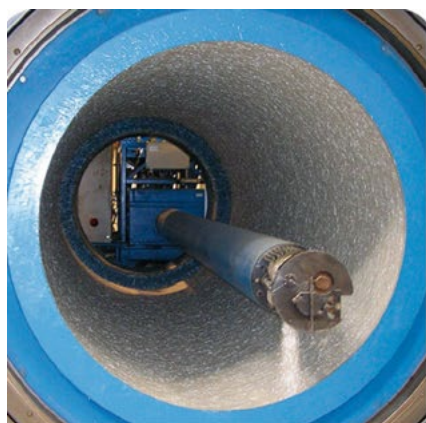


Рисунок 4. Изготовление трубы с двумя гладкими сторонами методом центробежного литья из смолы ATTSIELD OP 215



Рисунок 5. Склад ГК Аттика

- **Attshield OP 145** — предускоренная ненасыщенная полиэфирная смола средней реакционной способности на ортофталевой основе для изготовления композитных изделий методом намотки;
- **Attshield OP 745** — тиксотропная предускоренная ненасыщенная полиэфирная смола средней реакционной способности для изготовления композитных изделий методом ручного формования;
- **Attshield OP 745 B** — тиксотропная предускоренная ненасыщенная полиэфирная смола с индикатором отверждения и пониженной эмиссией стирола для изготовления композитных изделий методом ручного формования.

К списку вышеуказанных смол компания «АТТИКА» готова предоставить новую полиэфирную смолу Attshield OP 215 — низковязкую непредускоренную нетиксотропную ненасыщенную полиэфирную смолу на ортофталевой основе. Смола средней реакционной способности. Отверждается с помощью ПМЭК (пероксид метилэтилкетона: Butanox M-50, Promox P 200TX) при комнатной температуре. Рекомендована для изготовления лодок, емкостей для воды, септиков, ванн, охлаждающих башен и так далее методами литья (центробежное литье, литье под давлением, интрузия, инжекционное прессование).

Компания «Аттика» планирует дальнейшее развитие производства и увеличение ассортимента выпускаемых смол общего назначения: для ручного формования, намотки, напыления и литья. Техническими специалистами компании активно ведется работа по усовершенствованию существующих технологий, созданию новых разработок, ведущих к улучшению качества готовых стеклопластиковых изделий.

Мы рады предложить читателям журнала «Композитный мир» взаимовыгодное сотрудничество и пригласить Вас в наш научно-технический центр, расположенный в Ленинградской области. **КМ**

Литература

1. Шibaков В. Г., Калашников В. И., Соколова Ю. А. и др. Производство композиционных материалов в машиностроении: Учеб. пособие. — М.: КНОРУС, 2008.
2. Колесов С. Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов: учебник для вузов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высшая школа, 2007.
3. Васильев В. В. Композиционные материалы: Справочник — М.: Машиностроение, 1990.
4. Рогов В. А. Конструкционные и функциональные материалы современного машиностроения. — М.: Масштаб, 2006.

Спецификация ATTSIELD OP 215

Наименование показателя	Значения	Метод
Внешний вид	Прозрачная жидкость желтого цвета без посторонних включений	—
Динамическая вязкость по Брукфильду при температуре 23,0 ±0,5°С, мПас	100–250	ГОСТ 25271-93
Массовая доля нелетучих веществ, %	56,0–60,0	ГОСТ 31939
Кислотное число (в поставляемой форме), мг КОН/г	< 25	ГОСТ 23955
Время желатинизации при температуре 23,0 ±0,5°С, мин	5–15	Внутрифирменный метод



ООО "НИЦ "СПМ"

111024, Перовский проезд, 35,
Москва, Россия
www.nic-spm.ru
info@nic-spm.ru
+7 (495) 730-46-26



Порошковый форполимер
термокомпрессионного
синтактического пенопласта



ОПИСАНИЕ

Форполимер представляет собой белый подвижный порошковый материал на основе термопластичных полимеров и способный при нагревании в замкнутой оснастке к образованию синтактических пен, проявляющих способность к расширению при повторном нагревании, что может быть использовано для безавтоклавного формования изделий из препрегов полимерных композиционных материалов ТУ 20.59.59-001-28151798-2019 РПБ 28151798-20-57445

ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

Порошковый форполимер

- высокая подвижность
- не менее 98% сохранения массы форполимера при изготовлении синтактического пенопласта
- простой контроль плотности синтактического пенопласта по массе форполимера
- идеальное заполнение формы при изготовлении синтактического пенопласта

Синтактический пенопласт

- создание давления в закрытых объемах
- высокая адгезия к эпоксидным, полиэфирным и фенолформальдегидным связующим
- возможность корректировки заготовок
- ремонтпригодность
- высокие демпфирующие свойства
- увеличение жесткости трехслойных конструкций

ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА

Порошковый форполимер

- насыпная плотность 300 кг/м³
- температурный диапазон расширения 140-150°C

Синтактический пенопласт

- плотность 150-300 кг/м³
- температурный диапазон создания давления 140-160°C
- создаваемое давление до 2,5 атм.
- возможность многократного создания давления

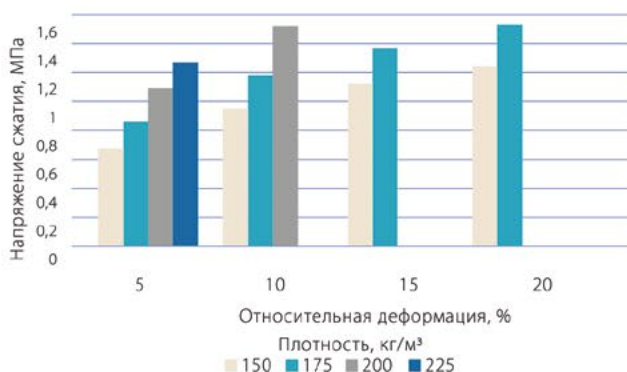


СХЕМА ПРИМЕНЕНИЯ

1. Оснастка обработана разделительной смазкой
2. Синтерм засыпается в оснастку
3. Синтерм в закрытой оснастке нагревается 140-150°C
4. Порошок расширяется и монолитизируется
5. Оснастка охлаждается и заготовка из синтактного пенопласта вынимается
6. Выкладывается препрег
7. Изделие отверждается в закрытой оснастке при температуре 140-160°C. Синтактная пена создает давление внутри
8. Изделие с пенопластом внутри

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Закрытые полости в композитных конструкциях
Безавтоклавное формование изделий из композиционных материалов в закрытой оснастке



Прекрасная альтернатива натуральному мрамору и нержавеющей стали

www.poalgi.es
www.igc-market.ru

Испанская производственная компания Poalgi уже 30 лет изготавливает высококачественные кухонные мойки, ванны, раковины, а также мебельные элементы для ванных комнат.

Компания Poalgi была основана всего лишь несколькими сотрудниками в небольшом промышленном здании в районе Алжине в 1990 году. Сейчас в компании работает более 40 сотрудников, а производственный парк насчитывает несколько сотен единиц оборудования. Компания создает пять коллекций изделий в разных стилях для ванных комнат, кухню и спа-комплексов.

Основная философия компании — сознание прочных, адаптируемых и универсальных изделий из композитных материалов, которые являются прекрасной альтернативой натуральному мрамору и нержавеющей стали. Особая гордость компании — сверхпрочная поверхность изделий и разнообразные способы её обработки для придания различных фактур и имитаций.

Все изделия содержат армирующие непрерывные наполнители (стеклоткани, стекломаты), а также минеральные наполнители различного гранулометрического состава, что придает особую прочность и однородность конечным изделиям. В качестве связующего в компании используют специально подобранную смолу, а в качестве финишного покры-





Свойства блока из отвержденного гелькоута Crystic 967SMK

Наименование показателя	Значение
Твёрдость по Барколу (при использовании твердомера модели 934-1)	45
Температура тепловой деформации под нагрузкой 1,8 МПа, °С	90
Удлинение при разрыве, %	3
Прочность при растяжении, МПа	70
Модуль упругости при растяжении, МПа	3400

тия — предускоренный тиксотропный полиэфирный гелькоут Crystic 967SMK производства компании Scott Bader.

Этот химстойкий гелькоут был разработан специально для производства кухонных моек, раковин и сантехники. Гелькот отверждается пероксидом метилэтилкетона. На скорость отверждения стандартно влияют как температура в рабочей зоне, так и содержание отвердителя, но в среднем, при температуре 25°С и двух процентном содержании пероксида (Бутанокс М-50), типичное время желатинизации гелькоута Crystic 967SMK составляет от 6 до 8 минут. Рекомендуется распылять гелькоут при

температуре 18–20°С, под давлением 3–4,5 бар и с расстояния не менее чем 50 см до формы.

Гелькоут помогает получить идеальную поверхность изделий с очень низкой пористостью и высокой устойчивостью к тепловому воздействию, поэтому уже 20 лет Poalgi успешно сотрудничает со Scott Bader. Более подробно свойства получаемой на основе гелькоута Crystic 967SMK поверхности представлены в таблице. **КМ**

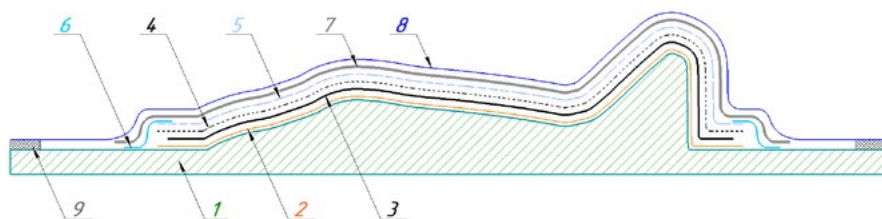
Попробуйте качество, оцененное во всем мире. Гелькоут 967SMK доступен к заказу на сайте igc-market.ru

Отечественный вакуумный мешок для безавтоклавного формования препрегов



КОМПОЗИТ
ИЗДЕЛИЯ

Материалы



- 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

Рисунок 1. Схема сборки технологического пакета

Безавтоклавное формование препрегов или печное формование становится все более популярным. Оно позволяет использовать все преимущества препрега, сэкономив при этом на автоклаве. Сейчас в России доступны как отечественные препреги, подходящие для печного формования (на основе связующего ЭДТ-69, АСМ 102 и других), так и иностранные — С-М-Р, SGL и другие. Возможность купить препреги в розницу, в частности с помощью сайта prepreg.ru, делает их доступными для всех желающих попробовать.

Такие препреги не требуют высоких температур — обычно цикл отверждения 130°C в течение 2,5 часов. Для него логично использовать вакуумные расходные материалы с термостойкостью до 150°C. Такие материалы значительно дешевле по сравнению с расходными материалами, рассчитанными на 200°C.

Приведем пример конструкции вакуумного пакета для формования препрега в печи при 130°C (до 150°C) с применением отечественных материалов ООО «КОМПОЗИТ-ИЗДЕЛИЯ».

Для сборки вакуумного пакета для формования в печи необходимо использовать материалы, представленные в таблице 1. Схема сборки пакета представлена на рисунке 1.

Общество с ограниченной ответственностью «Композит-Изделия» специализируется на производстве и поставке вакуумных расходных материалов для технологий пропитки под вакуумом и автоклавного формования композитных изделий.

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, являются аналогами импортных материалов и не уступают им по основным характеристикам и качеству. ООО «Композит-Изделия» производит отечественные вакуумные расходные материалы более пяти лет и является участником программы импортозамещения Минпромторга России по авиа- и судостроению.

Таблица 1. Перечень материалов для сборки технологического пакета*

№	Наименование материала	Функциональное применение	Марка материала ООО «Композит-Изделия»
1	Антиадгезионное покрытие оснастки	Обеспечивает многократный съем 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	Способствует получению заданного содержания армирующего наполнителя и полимерной матрицы, служит разделительным слоем между пластиком и вспомогательными расходными материалами	Пленка разделительная «Полиплан-150» без перфорации или с перфорацией (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 Р105ПЭ ×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, 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 «Вакплан-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

* В таблице представлены базовые расходные материалы. Более подробную информацию о марках и технических характеристиках материалов можно найти в сборнике технических паспортов



Стоимость такого мешка составляет порядка 600 руб/м² (2 м² вакуумной пленки, 1 м² дренажно-впитывающего материала, 1 м² разделительной пленки, 1 м² жертвенной ткани, 4 пм жгута). Эти расходные материалы подходят и для отверждения изделий под вакуумом, как финальный этап при контактном формовании.

Такие расходные материалы для вакуумного пакета использует компания ООО «Пром Композит» при производстве секций радиопрозрачных укрытий из препрегов на основе связующего ЭДТ-69Н с циклом отверждения 2,5 часа при 130°С. Результат формовки стабильно положительный, потери вакуума

ООО «Пром Композит» — производственное предприятие полного цикла, что сокращает путь от идеи к изделию до минимума, при этом значительно экономя время и средства заказчика. За годы работы специалистами компании накоплен опыт по разработке и производству изделий для радиолокационной и авиационной техники различного назначения, а современное оборудование позволяет в полном объеме выполнить все технологические этапы по изготовлению деталей/сборочных единиц любой формы и сложности.

Штат высококвалифицированных инженеров и конструкторов готов в короткие сроки наладить высокотехнологичное производство изделий из композиционных материалов. Специалисты компании могут выполнить разработку, подбор материалов, а также провести необходимые прочностные расчёты.

Технологическая база и имеющийся опыт позволяют ООО «Пром Композит» выполнять работы в установленные сроки, с высоким качеством и по конкурентным ценам.

не происходит, дефектов на поверхности изделий не возникает. Вакуумная пленка «Вакплен-150» в процессе отверждения не охрупчивается, цвет не меняет, падения вакуума в процессе формовки не происходит. Герметизирующий жгут «Контур 150» не деградирует, после формовки легко и без следа снимается с формы. Жертвенная ткань «Р-ТЕКС Р105ПЭ» и перфорированная разделительная пленка «Полиплан-150» снимаются с изделия полностью, большими кусками.

Применение основных и вспомогательных материалов отечественного производства позволяют удерживать низкую себестоимость готовых изделий. **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

Новый композит из сверхвысокомолекулярного полиэтилена

Российские ученые разработали легкий и прочный слоистый материал из сверхвысокомолекулярного полиэтилена. Это композиционный материал, в котором матрица и армирующие элементы (наполнитель) представлены одним и тем же полимером. Каждый слой обладает собственными свойствами, и, варьируя их параметры, можно придать материалу самые разнообразные характеристики. Так, низкий коэффициент трения позволит использовать его в машиностроении, а высокая совместимость с живыми тканями — в изготовлении протезов. Работа опубликована в журнале *Materials*. Исследования поддержаны Президентской программой исследовательских проектов Российского научного фонда.

Одной из самых актуальных областей современного материаловедения становится разработка различных композиционных материалов. Они, как правило, состоят из двух компонентов: пластичной основы — матрицы и наносимого на нее жесткого и прочного наполнителя. В качестве матрицы часто используются различные полимеры, таким способом можно достичь хороших функциональных характеристик и низкой плотности. По этим параметрам композитные материалы превосходят даже металлы.

Один из самых перспективных полимеров — сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ). Он состоит из очень длинных молекул, в 10–20 раз превышающих по длине цепочки обычного полиэтилена. В волокнах СВМПЭ молекулы преимущественно ориентированы вдоль оси волокна, а степень кристалличности достигает 98%. Благодаря таким свойствам волокна обладают рекордными значениями прочности, низким коэффициентом трения, высокой устойчивостью к изменениям температуры и воздействиям химических реагентов. Однако применение волокон из этого материала в чистом виде на сегодняшний день ограничено, он используется преимущественно для изготовления канатов, веревок и рыболовных сетей. Поэтому создание объемных материалов из СВМПЭ волокон — актуальная научно-техническая проблема, требующая разработки новых методов и подходов.

Решая эту задачу, российские ученые разработали композиционный материал, в котором матрица и армирующие элементы (наполнитель) представлены одним и тем же полимером, такие материалы называются самоармированными композиционными. Высокая совместимость компонентов способствует их идеальному взаимодействию; кроме того, благодаря однородности композита значительно упрощается его вторичная переработка. Для создания объемного материала ученые предложили чередовать слои самоармированного

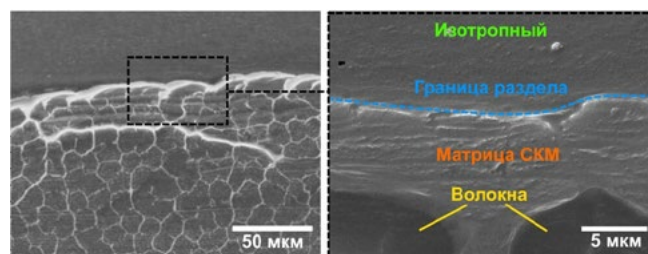
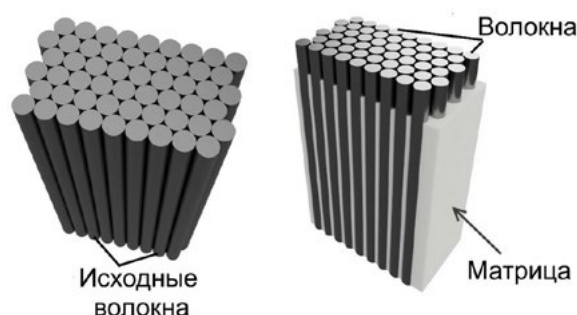


Схема получения материала и его микроструктура

композиционного материала и изотропного (неориентированного) СВМПЭ.

«Его свойства можно контролировать и изменять в зависимости от условий получения. Варьируя соотношение между толщинами слоев, их количеством и расположением, можно добиваться требуемых характеристик материалов в зависимости от цели. Благодаря низкому коэффициенту трения они могут быть использованы в различных узлах трения: роликах, подшипниках, насосах, приводах и многих других механизмах. Это позволит сохранить себестоимость изделий и обеспечить длительный и бесперебойный срок службы, значительно повысив износостойкость деталей», — рассказывает руководитель проекта по гранту РНФ Дилюс Чуков, кандидат технических наук и сотрудник НИЦ «Композиционных материалов», Национального исследовательского технологического университета «МИСиС».

Кроме того, для СВМПЭ характерна высокая совместимость с живыми тканями, поэтому он востребован в протезировании тазобедренного и коленного суставов. Внутренние протезы должны обладать низким трением и эффективной амортизацией, чего можно будет добиться изменением параметров в слоях нового материала. Это позволит создавать комфортные условия использования и обеспечит длительную работу искусственных суставов, снизив вероятность дополнительных операций, связанных с заменой износившихся частей протеза.

В работе также принимали участие сотрудники Сколтеха. **КМ**

Инновационный теплозащитный материал для Крайнего Севера и Арктики

Разработка ученых Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна позволит обеспечить эффективную работу оборудования в Арктических условиях, а также защитить здания, сооружения и человека от воздействия низких температур. Развитие Арктической зоны РФ предусмотрено государственной программой «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации», утвержденной правительством РФ от 31.08.2017 г. В рамках данной программы ученые кафедры наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов им. А. И. Меоса СПбГУПТД под руководством академика Бузника Вячеслава Михайловича (Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов (ВИАМ)) разработали углерод-полимерный композиционный теплозащитный материал на основе нетканых полотен, способный выдерживать воздействие низких температур Крайнего Севера, при этом не утяжеляя конструкцию.

В первую очередь, в продукции заинтересовано Министерство обороны РФ, государственные корпорации Роснано, Росатом, Ростехнологии, которые

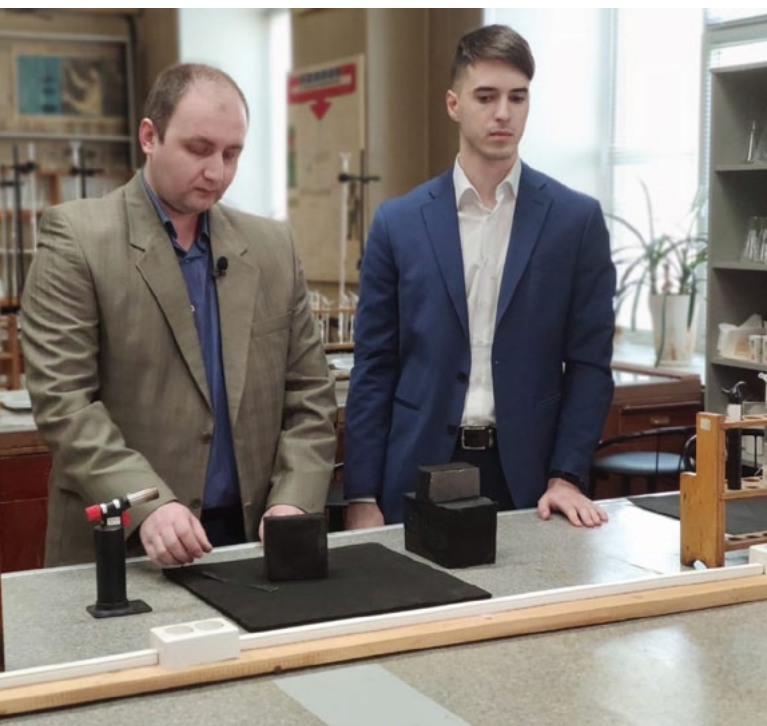
ведут свою исследовательскую деятельность в условиях заполярья и нуждающиеся в защите построек и установок от внешних условий, а также хозяйственный и жилой сектор, так как для теплоизоляции любых помещений в условиях Крайнего Севера необходимы специальные материалы.

У данного теплозащитного материала выявлен ряд преимуществ перед имеющимися на рынке аналогами: он не токсичен, ведь он состоит более чем на 95% из углерода, обладает низкой теплопроводностью за счет своей пористой структуры, устойчив к воздействию УФ-излучения, а самое главное — внутри него не происходит образования конденсата. Все это делает изобретенный учеными СПбГУПТД углеродный термозащитный материал более пригодным для работы в суровых арктических условиях по сравнению с самыми распространенными аналогами в секторе строительства: пенополиуретаном, пенополистиролом, минеральной ватой, стекловолокном, пенопластом ПВХ.

«В настоящее время учеными кафедры получены опытные образцы теплозащитных материалов различной модификации, — отмечает один из авторов разработки ассистент кафедры наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов им. А. И. Меоса СПбГУПТД Вадим Марценюк, — Углеродный нетканый материал толщиной 8 мм уже сам по себе является теплоизоляционным. Такой слой может снизить температуру от нагревателя более чем на 100°С. Для получения более высоких значений теплозащиты изготавливают многослойные композиты. Для противодействия порывам ветра и другим механическим воздействиям в межслоевое пространство помещают разнообразные усиливающие углеродные слои, например, из углеродной ткани».

Вся технологическая цепочка производства углерод-полимерных композитов на сегодняшний день отработана учеными СПбГУПТД в лабораторном масштабе. **КМ**

Справка: кафедра наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов им. А.И. Меоса Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна является единственной кафедрой в России и СНГ, на которой дают знания о технологии углеродных волокон и углерод-углеродных композиционных материалах.



Ученые из Алтайского края работают над армированием льда

Сотрудники Алтайского государственного технического университета (АлтГТУ) работают над армированием льда для арктических нужд, которое в перспективе может применяться для зимних переправ в Алтайском крае. Об этом сообщила начальник научного управления, кандидат технических наук Елена Ананьева.

Как ни удивительно, но исследованием и разработкой ледяных композитов ученые занимаются еще с 40-х годов прошлого века. Например, в 1942 году британский изобретатель Джеффри Натаниэль Пайк представил свою разработку — дисперсно-наполненный композиционный материал, в котором наполнителем была целлюлозная масса (чаще всего опилки), а матрицей служил лёд*.

Сегодня сотрудники АлтГТУ в качестве армирующих материалов используют как дисперсные, так и современные непрерывные наполнители: углеродные, стеклянные, полиэтиленовые волокна. Алтайские ученые исследуют и то, как лучше их расположить, и то в каком виде их эффективнее использовать: ткани, ленты, одиночные волокна.

«Конечная цель исследования — найти эффективную схему армирования и выбрать материалы, которые позволяют укрепить ледовый слой. У нас есть поселки и деревни в крае, которые ждут становления льда, чтобы связываться с большой землей, и данные арктические разработки оказались бы там, как нельзя кстати», — рассказала Елена Ананьева.

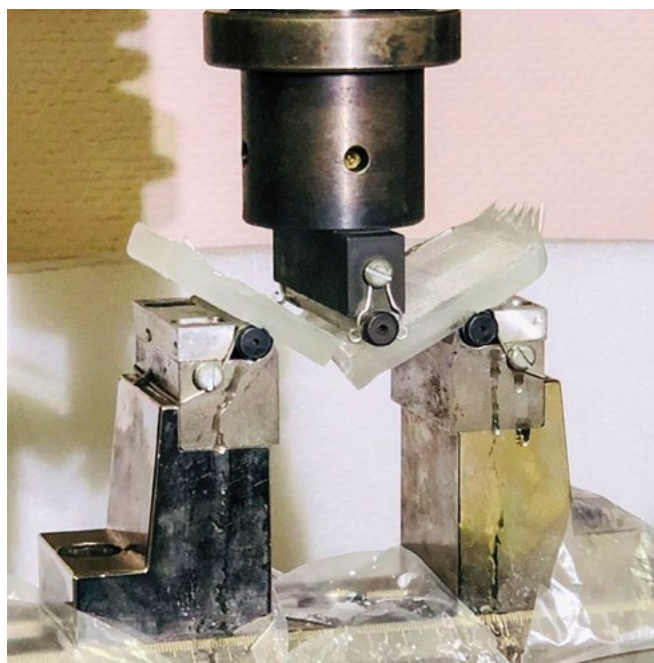
По ее словам, есть исследования, при которых лед армируется специальными тканями, непрерывными волокнами, лентами. Алтайские ученые исследуют возможность комбинированного использования



материалов: при армировании льда сочетать непрерывные волокна и дисперсные наполнители, в том числе — нанодисперсные. При первичных исследованиях в вузе прочность льда удавалось повысить минимум в три раза, но, по словам Ананьевой, ключевой аспект работы — изменение механизма разрушения льда, именно для этого создаются различные методы и схемы армирования. То есть, если лед не армирован, то трещина быстро пронизывает всю толщину льда, раскалывая его, но если лед армирован, то происходит изменение механизма разрушения — трещины не так быстро распространяются, разрушение происходит ступенчато, это дает, к примеру, дополнительное время для эвакуации, ликвидации более серьезных последствий. Особое внимание ученые обращают и на сезонные изменения в структуре льда. Например, зимой, разрушаясь, лёд трещит, сигнализируя тем самым об опасности, а весной его структура более пористая, он напитан водой и отследить момент разлома сложнее.

Разработки ученых помогут укрепить ледовые арктические площадки, предназначенные для строительства жилых строений, складских помещений, посадочных площадок для беспилотных, пилотируемых транспортных средств, а также могут быть полезными при строительстве ледовых дорог и переправ. **КМ**

* Подробнее можно прочитать в статье «Удивительный композит — пайкерит» (авторы: Кравчук А. Н. и Лысенко В. А.), опубликованной в журнале «Композитный мир» № 4 (61) 2015 на стр. 68–70




Михаил Ощепков

к.т.н., ведущий специалист
по композиционным материалам
ОАО «Полоцк-Стекловолокно»
oschepkov@psv.by

Однонаправленные стеклопластики

Часть 3. Высокая степень армирования



Данная статья завершает обзор, посвящённый свойствам и разнообразным применениям однонаправленных стеклопластиков. В первых двух частях рассматривались материалы с низкой и умеренной степенью армирования (Композитный мир №2 (83) и №3 (84) за 2019 год). Здесь приводятся примеры использования линейно-армированных полимерных композитов с высоким (60–80 масс. %) содержанием стекловолокна, причём наиболее распространённые из них – строительная арматура и конструкционные пултрузионные профили — оставлены за рамками данного обзора, поскольку заслуживают отдельного рассмотрения.

Зубные штифты

Помимо ортодонтических съёмных композитных дуг, о которых шла речь в предыдущей части, в стоматологии используются зубные штифты, служащие для укрепления повреждённых зубов при зубопротезировании. Штифты из однонаправленного стеклопластика относятся к широко применяемым в медицине одномерным имплантатам [1] и имеют ряд существенных преимуществ перед металлическими (Таблица 1).

Методом микропултрузии производится цилиндрический стеклопластиковый пруток диаметром от 1,1 до 2,2 мм, из которого после нарезки и механообработки получают штифты разнообразных форм (Рисунок 1). Для придания штифтам конусности применяется известный метод бесцентрового шлифования, выполняемого на прецизионных автоматических станках с ЧПУ. Например, фирма Royal Master (США) выпускает для производства конических штифтов станки TG 12X4, в которых предварительно нарезанный пруток подаётся на обработку из питателя по полимерной трубке. Время цикла обработки составляет около 8 с; станок не требует постоянного присутствия оператора. Более сложную форму (переменную конусность, нарезку канавок) позволяет придать штифтам обрабатывающий центр Generation X той же фирмы. В подающее устройство станка загружается до 75 прутков длиной 1–2 м, которые последовательно подаются на обработку, выполняемую алмазными дисками. Время переналадки станка для выпуска штифтов разных типоразмеров не превышает 5 мин. Всего в мире эксплуатируется более 40 станков Generation X.

В серийных штифтах применяется волокно из Е-стекла, S-стекла или кварца [3]; в опытах [2] использовался ролинг из AR-стекла. Циркониевое стекло,

Таблица 1. Достоинства стеклопластиковых штифтов

Показатель	Преимущества стеклопластика	Источник
Биологическая совместимость	Инертный биосовместимый материал, широко применяемый в стоматологии.	[5], [3]
Механическая прочность	При массовом содержании волокна около 60% достигается прочность на растяжение свыше 1000 МПа, прочность на изгиб 500–1800 МПа, прочность на межслоевой сдвиг 65–70 МПа.	[5], [7], [4]
Модуль упругости	Модуль упругости порядка 15 ГПа — как у дентина, что обеспечивает надёжную совместную работу штифта и зуба (модуль титана в 10–17 раз выше, чем у дентина).	[5], [8], [9]
Выносливость	Высокая стойкость при циклических нагрузках: до 10 млн. циклов у штифтов DT Light Post.	[5], [10]
Оптимальная форма	Возможность придания штифтам сложного профиля и переменной конусности, изготовления широкого ряда типоразмеров штифтов.	[5], [6]
Рентгеноконтрастность	Применяется рентгеноконтрастное стекловолокно. Добавка порошка диоксида циркония в связующее также обеспечивает рентгеноконтрастность штифтов.	[5], [6], [2], [11]
Прозрачность	Прозрачность штифта позволяет выполнять фотоотверждение полимера во всём объёме пломбы, соответствует требованиям эстетической стоматологии.	[6], [12]
Обрезка в размер по длине	Обрезка в нужную длину производится обычным стоматологическим алмазным буром или диском. Обрезка ножницами или кусачками не рекомендуется.	[12]
Шероховатость поверхности	Высокая шероховатость после абразивной обработки способствует надёжному соединению штифта с пломбой и устраняет необходимость покрывать штифт силановым аппретом перед пломбированием.	[6]
Адгезионная прочность	Химическое сродство связующего композитного штифта и пломбировочного полимера обеспечивает высокую прочность их соединения.	[8], [13]
Коррозионная и гидролитическая стойкость	Стекловолокно в сочетании с фотоотверждаемым связующим на базе акриловой смолы бис-ГМА (бисфенол А-диглицидилметакрилат) обеспечивает высокую коррозионную и гидролитическую стойкость штифтов.	[13], [10]
Температурное расширение	Коэффициент температурного расширения штифтов в направлении армирования на 40-50% ниже, чем у титана, т.е. армированному зубу менее опасны тепловые удары от горячей пищи.	[14]
Термочувствительная цветовая индикация	Штифт с термочувствительным пигментом в связующем обладает цветом в холодном состоянии и становится прозрачным при температуре тела.	[5]
Стерилизация	Достаточно обработки спиртом в течение 1-5 мин.	[11]

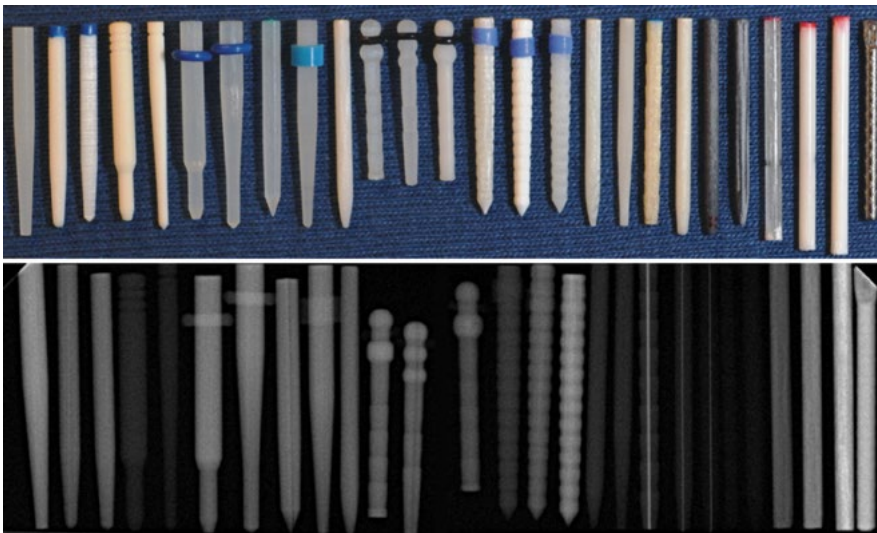


Рисунок 1.
Разнообразные формы
штифтов, испытанных
на рентгеноконтрастность в [2]

обеспечивающее высокую рентгеноконтрастность, используется в штифтах Snowpost французской фирмы Carbotech [4]. Повышение рентгеноконтрастности штифтов DT Light post X RO на 50% сравнительно со стандартными штифтами DT Light post достигнуто благодаря применению специально разработанного волокна [5]. Фирма 3М также применяет в штифтах рентгеноконтрастное волокно [6].

В [2] высокая рентгеноконтрастность опытных штифтов обеспечивалась путём введения в связующее порошка диоксида циркония — широко применяемого в стоматологии наполнителя (Рисунок 1). В патенте [11] с той же целью предлагается вводить в эпоксидное связующее 40% порошка диоксида титана.

Содержание волокна в стеклопластиковых штифтах, их прочность на статический изгиб и модуль упругости

определялись в [4, 5, 7]. Типичное содержание волокна, найденное в указанных работах, составляет около 60% масс. Испытания цилиндрических прутков по ISO 4049 показали, что изгибная прочность штифтов может достигать 1400–1600 МПа [2]. В [7] испытывались штифты сложной формы, поэтому применялась база 6 мм и отношение длины к диаметру L/D составляло всего около 4. Вследствие нагружения коротких стержней изгибная прочность оказалась несколько занижена сравнительно с испытаниями прутков по ISO 4049 ($L/D = 40...60$), однако полученные значения (600–800 МПа) подтверждают высокую прочность штифтов, её возрастание с увеличением содержания волокна и уменьшением диаметра филаментов, а также не обнаруживают заметного различия между стеклянным и кварцевым волокном. Исследование серийных

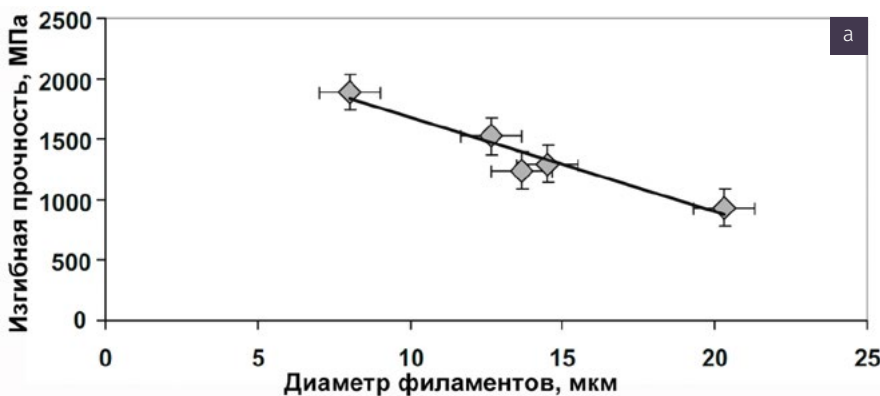


Рисунок 2.
а — зависимость предела прочности
штифтов на изгиб от диаметра
филаментов [4];
штифты после испытаний на
циклический изгиб:
б — Luscent Anchors;
в — DT Light-post [10]

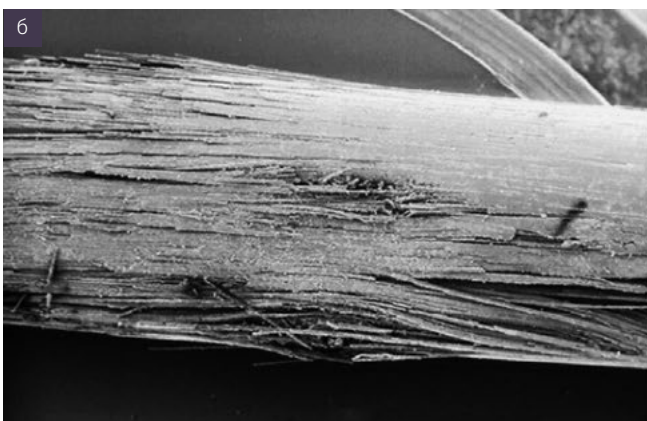


Таблица 2. Выносливость штифтов при циклическом изгибе [10]

Марка штифта	Диаметр штифта, мм	Материал волокна	Диаметр волокна, мкм	Объёмное содержание волокна, %	Стойкость при изгибе, циклов
Easypost	1,6	углерод	12	34,8	931750
Para Post Fiber White	1,5	стекло	6	10,8	84916
FibreKor	1,5	стекло	18	50,4	29688
Ghimas White	1,8	стекло	12	36,0	440953
DT Light-post	2,0	стекло	12	38,4	>2000000
FRC Postec	2,0	стекло	12	30,0	1837139
Luscent Anchors	1,7	стекло	15	43,5	807243
Snowpost	1,6	кварц	7	25,2	6763

штифтов разных производителей показало существенное снижение изгибной прочности с увеличением диаметра филаментов от 7 до 21 мкм (Рисунок 2а). Модуль упругости на изгиб у стеклопластиковых штифтов — такой же, как у дентина, благодаря чему обеспечивается лучший демпфирующий эффект и более высокая стойкость зуба к растрескиванию, чем дают жёсткие титановые штифты [9].

Высокая выносливость штифтов исключительно важна при протезировании. Испытания показывают, что при длительной знакопеременной нагрузке может произойти усталостное разрушение стеклопластика с расслоением вдоль волокна (Рисунок 2б). Выносливость штифтов разных производителей сильно различается (Таблица 2). Наивысшую стойкость при испытаниях на циклический изгиб показали штифты DT Light-post, сохранившие целостность после 2 млн. циклов (Рисунок 2в, где указана зона нагружения стержня). Это подтверждает данные производителя об исключительно высокой выносливости штифтов DT (до 10 млн. циклов), достигнутой благодаря применению особого замасливателя [5]. Свойства замасливателя оказывают существенное влияние на статическую прочность и стойкость штифтов к циклическим нагрузкам [5], на их коррозионную и гидrolитическую стойкость в слабощелочной среде (обычно кислотность смешанной слюны человека равна 6,8–7,4 pH, но при большой скорости слюноотделения достигает 7,8 pH) [8, 14].

Не меньшее значение для обеспечения надёжности штифтов имеет связующее. В зубных штифтах используются связующие на базе акриловых или эпоксидных смол, однако применение эпоксидных смол связано с риском аллергических реакций в случае гиперчувствительности; имеются также данные о мутагенности эпихлоргидрина. Более высокой биологической совместимостью обладают стоматологические материалы на базе бис-ГМА [3]. По данным украинского производителя «Эста» прочность адгезии к фиксирующим материалам у штифтов с матрицей из бис-ГМА выше, чем у штифтов с эпоксидным связующим [13].

Для отверждения связующего стеклопластикового прутка могут применяться распространённые в стоматологии фотоинициаторы. Например, в опытах [2] применялась смесь акриловых смол бис-ГМА (60

массовых частей) и ТЕГДМА (триэтиленгликольди-метакрилат, 40 масс. ч.), в которой растворялся фотоинициатор DMAEMA (1 масс. ч.) и CQ (0,5 масс. ч.), а также вводился порошок ZrO₂ в количестве 20 и 50 масс. ч. Для отверждения применялась лампа с длиной волны 400–500 нм (видимый диапазон) и плотностью потока излучения 690 мВт/см². Патент [15] даёт пример совмещения пултрузионной технологии с фотоотверждением: после пропитки стекловолокна связующим в ванне и отжима в фильере выполняется подогрев сырого стержня до температуры 65–120°С. Горячий стержень повторно калибруется, после чего отверждается УФ-излучением.

Особенностью патентованных штифтов DT Light post X RO является применение в связующем термочувствительного пигмента, при комнатной температуре придающего штифту цвет и приобретающего прозрачность при температуре тела. Цветовая индикация упрощает установку штифта, а при необходимости извлечения — его обнаружение.

Штифты упаковываются в герметичные полимерные контейнеры. Важное значение имеет маркировка штифтов по размерам и исполнениям, включая наличие цветного съёмного кольца. Крупные производители комплектуют штифты стоматологическими химкомпонентами, упакованными в удобные шприцы-дозаторы, а также инструментом для придания зубным каналам формы, соответствующей применяемому штифту.

Кабельный пруток

Стеклопластиковый пруток для армирования и бронирования оптоволоконных кабелей внешне напоминает заготовку для зубных штифтов (Рисунок 3), однако отличается более высоким содержанием стекловолокна — около 80 масс. %. Прутки выпускаются диаметром от 0,4 до 7 мм с шагом 0,1 мм, имеют жёсткие требования к цилиндричности и качеству поверхности, к размеру (допуск на номинальный диаметр — от 0,01 до 0,05 мм) и обладают высокими механическими характеристиками.

Композитные прутки производятся на базе стекловолокна методом пултрузии и поставляются на катушках массой 200–300 кг, причём длина бездефектного прутка из непрерывного волокна должна

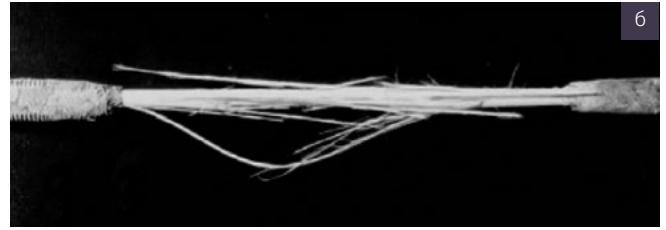
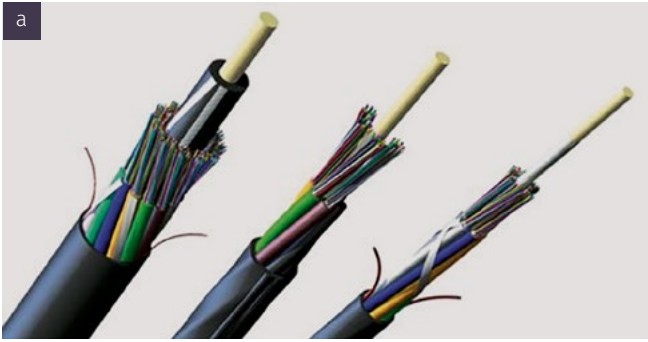


Рисунок 3.

а — оптоволоконные кабели со стеклопластиковыми прутками разного диаметра;
б — усталостное разрушение кабельного прутка [16]

составлять десятки километров. При изготовлении прутка катушка служит тянущим устройством на пултрузионной линии. Линейная скорость протяжки прутка при традиционной пултрузии с применением терморективных смол невелика, поэтому для увеличения производительности употребляются многоместные обогреваемые фильеры. Применение вышеупомянутой полимеризации УФ-излучением позволяет многократно увеличить скорость пултрузии, сократить число протягиваемых стержней до 1–2, существенно упростить конструкцию фильерного узла и всей линии, снизить стоимость технологического оборудования и себестоимость прутка. По данным [17], скорость протяжки пултрузионного кабельного прутка, выпускаемого Бийским заводом стеклопластиков, составляет 6 м/мин, тогда как УФ-отверждаемый пруткок ООО «Еврокабель 1» вырабатывается со скоростью 50 м/мин.

Германская фирма COIA GmbH также изготавливает пруткок по высокопроизводительному методу УФ-полимеризации. Характеристики пруткоков COIA и «Еврокабель 1» представлены в таблице 3. Фирма Owens Corning для изготовления УФ-отверждаемых композитных кабельных пруткоков выпускает из ECR-стекла Advantex ровинг TELESTRAND 2000 UV. По данным производителя, при разрывной прочности

волокна 2200–2600 МПа пруткок на базе ровинга 735 текс показывает исключительно высокий предел прочности при растяжении: 2700 МПа с эпоксидным связующим и 2570 МПа — с полиэфирным.

Оптоволоконные кабели могут быть подвержены циклическим изгибным и вибрационным нагрузкам, поэтому помимо высокой прочности при растяжении от них требуется усталостная стойкость. При нагрузках, не превышающих 40% предела прочности, бездефектные пруткоки показывают весьма высокую выносливость — свыше 1 млн циклов [16]. Когда материал вырабатывает под циклической нагрузкой свыше 70% ресурса, то происходит накопление микроповреждений, разрыв отдельных волокон, снижение модуля упругости. Процесс может завершиться внезапной потерей несущей способности прутка (Рисунок 3б).

Помимо механических нагрузок, климатических циклов, коррозионного воздействия окружающей среды, микроорганизмов и грибов, оптоволоконным кабелям угрожает опасность иного рода — грызуны. На рисунке 4 показан поврежденный грызуном кабель, а также кабель, надёжно бронированный оцинкованной стальной проволокой. По данным фирмы Belden — крупного производителя кабелей — бронирование стеклопластиковым прутком обеспечивает такую же эффективность защиты от

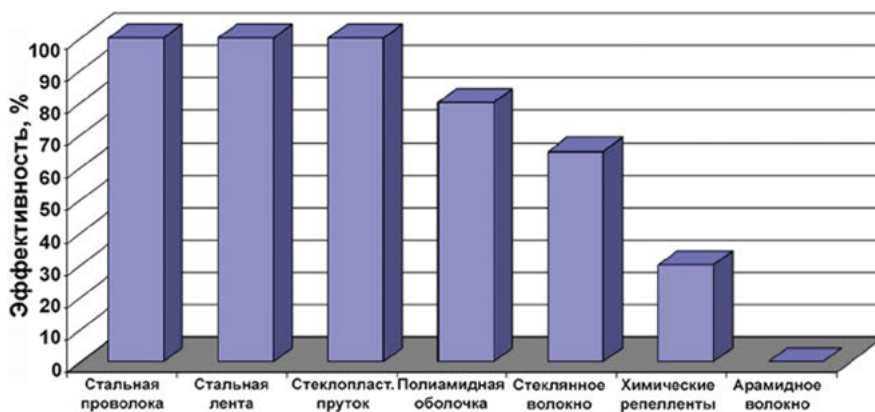


Рисунок 4.

Эффективность различных способов защиты кабелей от грызунов (данные Belden)

Таблица 3. Показатели кабельных прутков

Показатель	COIA Gmbh	Еврокабель 1
Плотность, г/см ³	2,1	—
Содержание стекловолокна, % масс.	80 ±2,5	—
Удлинение при разрыве, %	3,0	2,4
Модуль упругости, ГПа	50	50
Предел прочности при растяжении, МПа	1300	1400
Коэффициент температурного расширения, °С ⁻¹	5,9·10 ⁻⁶	—
Водопоглощение, %	Менее 0,1	—
Допустимый радиус изгиба	25–50 D	Не менее 30D

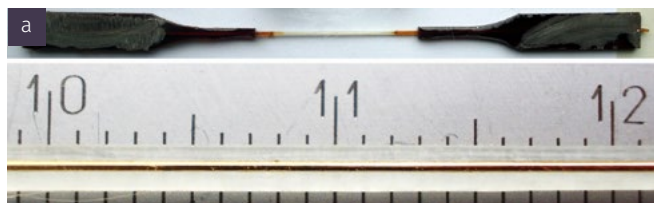


Рисунок 5.

а — образец на основе проволоки РМЛ-2 диаметром 0,4 мм и стекловолокна ЕС 17 2400 53С;
б — характер разрушения металлостеклопластиков с различной прочностью сцепления компонентов



грызунов, как внешний слой из стальной проволоки или ленты. Обычный слой однонаправленного стекловолокна, придающий кабелю дополнительную прочность на растяжение и совместно с осевым композитным прутком предотвращающий ползучесть под нагрузкой, менее существенно повышает стойкость оптоволоконных линий к повреждению грызунами (Рисунок 4).

Бронирование сталью придаёт кабелям особо высокую стойкость к сосредоточенным нагрузкам, однако достигается она ценой избыточной массы. Уменьшить массу кабелей при сохранении прочности на раздавливание, обеспечении высокой коррозионной стойкости и полной защиты от грызунов может гибридный металлополимерный композит — стеклопластиковый пруток с тонкой высокопрочной стальной проволокой внутри. Белорусский металлургический завод (г. Жлобин) выпускает стальную латунированную проволоку РМЛ для армирования рукавов высокого давления. Проволока имеет диаметр от 0,2 до 0,81 мм, предел прочности 2500 МПа и модуль упругости 200 ГПа. Указанное значение предела прочности объясняется как высоким содержанием углерода в стали, так и наклёпом при многократном тонком волочении. Для оценки перспектив применения данной проволоки в композитных кабельных прутках в ОАО «Полоцк-Стекловолокно» были изготовлены лабораторные образцы металлостеклопластика на базе проволоки РМЛ-2 диаметром 0,4 мм и стекловолокна линейной массой 1200 и 2400 текс (Рисунок 5). Изучалось влияние прочности сцепления компонентов на свойства и специфику разрушения гибридного композита, для чего применялись эпоксидные связующие с различной адгезией к стекловолокну; для повышения адгезии к металлу использовался аддитив ВУК-4511.

Образцы были испытаны в Институте механики металлополимерных систем им. В. А. Белого НАН Беларуси (г. Гомель). В данных опытах разрыв проволоки на рабочем участке произошёл только у стержней с проволокой, полностью покрытой стеклопластиком. Результаты показали сильное влияние прочности сцепления компонентов на характер разрушения материала и проблематичность создания надёжной адгезионной связи полимера с гладкой проволокой. Для применения кордовой проволоки в стеклопластиковых кабельных прутках необходимо обеспечить высокую адгезию связующего к металлу и выполнить оптимизацию структуры гибридного композита [18].

Стекловолокна с термопластичным волокном

Во второй части данного обзора (КМ №3 за 2019 г.) отмечалась сложность достижения высокого содержания армирующего стекловолокна в композитах с термопластичными матрицами. Был найден способ преодолеть ограничения и получить однонаправленные термопластичные стеклопластики с массовым содержанием волокна порядка 60%. Это удалось благодаря созданию своеобразных препрегов, в которых филаменты стекловолокна тесно совмещены с волокнами термопластичного полимера. Подобные полуфабрикаты могут перерабатываться методами пултрузии и намотки, из них могут быть сотканы ровинговые ткани, пригодные для горячего прессования под вакуумом или для каландрования ролонных ламинатов. Из двухкомпонентных ровингов могут быть изготовлены прутки и нарублены «длинноволокнистые» гранулы для литья под давлением, которые также упоминались в предыдущей части.

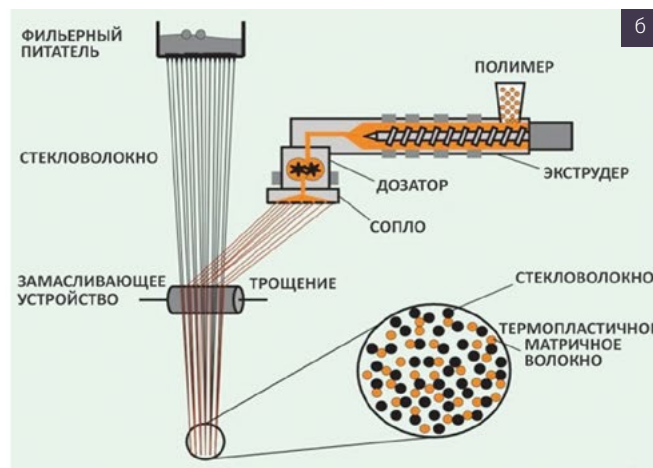


Рисунок 6. а — стеклоровинг, обмотанный полипропиленовым волокном [19]; б — схема совместного вытягивания волокон стекловолокна и термопласта [20]

Традиционная технология трощения (объединения нескольких ровингов в один жгут) не обеспечивает такой степени перемешивания стеклянных и полимерных волокон, которая требуется для получения композитов с высокой степенью армирования и минимальной пористостью. В монографии [19] описываются различные способы трощения и структуры получающихся полуфабрикатов. Например, предлагается обматывать стеклоровинг полипропиленовым волокном с вращающейся катушки, вдоль полой оси которой протягивается стекловолокно (Рисунок 6а). Также делаются попытки перемешать разнородные волокна путём совместного текстурирования — раздувки в сверхзвуковой струе воздуха. К сожалению, прочность стекловолокна после текстурирования заметно снижается.

Радикальное решение проблемы совмещения волокон стекла и полимера нашла фирма Owens Corning, предложившая выполнять трощение непосредственно при их выработке, что позволило расположить полимер непосредственно между стеклянными филаментами (Рисунок 6б). Материал, получившийся при одновременном вытягивании

стеклянного и полипропиленового волокна, был запатентован под названием Twintex.

В работе [20] показана возможность применения в подобной технологии не только полипропилена, но также полиамида и современного биоразлагаемого полимера — полилактида. На рис. 7а показан процесс формирования композита со стеклянным и полипропиленовым волокном при нагревании препрега: вначале имеются отдельные волокна, затем среди полимерных волокон возникают зоны расплава и, наконец, при температуре свыше 180°C образуется сплошная термопластичная матрица, в которой достаточно равномерно распределено стекловолокно.

Показатели получившегося материала на продольное растяжение и на изгиб не сильно уступают композитам с реактопластичными матрицами (рис. 7б), а по коррозионной стойкости и ударопрочности существенно их превосходят. Это открывает ровинговым препрегам широкие перспективы применения в транспортном машиностроении и во многих других областях. Например, фирма Owens Corning предлагает прессовать из ткани Twintex строительную опалубку, которая благодаря многократному применению

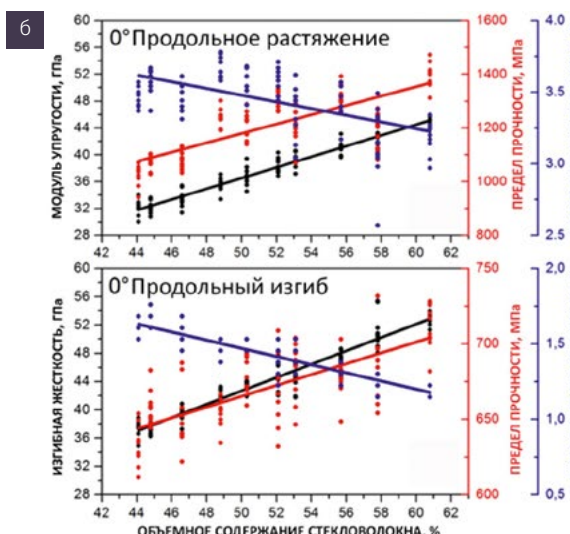
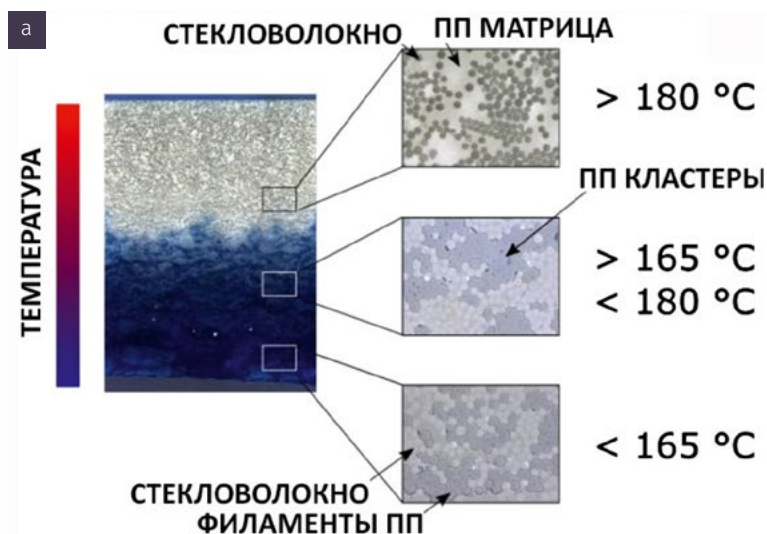


Рисунок 7. а — структура материала в процессе формирования; б — показатели термопластичного стеклопластика с различным содержанием волокна [20]

Таблица 4. Однонаправленные ленточные стеклопластики

Марка материала	Тип	Поверхностная масса, г/м ²	Толщина ламината, мм	Содерж. связ., масс. %	Предел прочности, МПа	Модуль упругости, ГПа
Owens Corning A260	Ровинговая стеклолента	870		50	508	24,2
Vectorply E-T 1600	Ровинговая стеклолента	525	0,4 инфузия 0,6 ручное форм.	31 45	744 544	39 29
Hexcel Polyspeed G-R92-GIL-R92	Комбинированный материал	1840	1,2	27	1100	—
APCM DA 4518U/E	Препрег	1320	—	—	1400	44
ВИАМ ВПС-31	Препрег	440 ±40	0,21–0,27	29–35	1600	53
Ступинский завод стеклопластиков ЛСО 0,35/38-Ш	Пултрузионная стеклопластиковая лента	—	0,35 0,6 1	30 (плотность 1,8 г/см ³)	750 950 1100	24 (изгиб) 30 (изгиб) 35 (изгиб)
Exel U2, R2-200	Пултрузионная стеклопластиковая лента для лыж	650	0,35	22	1050	43
		920	0,5	29	850	39
		1070	0,6	28	900	42
		1500	0,8	26	1000	43
Exel U1, U2	Пултрузионная лента для луков	1950	1	25	Более 900	Не менее 43
Clock Spring	Спиральная лента для ремонта труб	Около 2000 (волокно)	1	—	900	38
ГАРС	Спиральная лента для ремонта труб	—	—	—	950	52

оказывается выгодней деревянной.

Переработка данного полуфабриката требует затрат энергии на расплавление полимера. В работе [21] предлагается объединить плавление матрицы и формование в едином процессе с подводом энергии ультразвукового поля высокой интенсивности. При намотке двухкомпонентного ровинга на вращающуюся оправку выполнялась его плотная прикатка ультразвуковым излучателем так, чтобы в зоне энерговыделения быстро произошли локальное расплавление матрицы, капиллярная пропитка стекловолокна и консолидация с нижележащими слоями материала. Данная технология весьма перспективна для намотки химостойких труб и резервуаров, у которых потеря герметичности вследствие появления микротрещин в терморезистивной матрице наступает значительно раньше потери прочности. Применение трещино- и коррозионностойких термопластичных

стеклопластиков с высокой степенью армирования решит данную проблему и увеличит безопасность и надёжность систем трубопроводного транспорта и химических производств.

Однонаправленные ленты

Конструкционные ламинаты из однонаправленного стекловолокна, примеры которых представлены в таблице 4, производятся с применением различных технологий, определяющих заметное различие их свойств. Ленты из стеклоровинга, прошитого тонкой полиэфирной нитью, пригодны для ручного формования, вакуумной инъекции или инфузии. Данные материалы служат, в частности, для упрочнения деревянных балок и сооружений (Рисунок 8а), поскольку модули упругости стеклопластика и древесины удачно сочетаются. Такие же прошитые ленты используются



Рисунок 8. а — укладка пропитанной стеклоленты на элемент деревянного моста [23]; б — ремонт нефтепровода «Гомельтранснефть Дружба» с применением стеклопластиковой ленты Clock Spring; в — испытания Clock Spring в Полоцком университете [24]

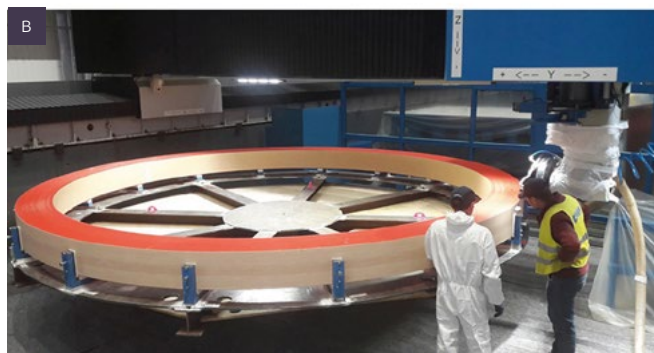
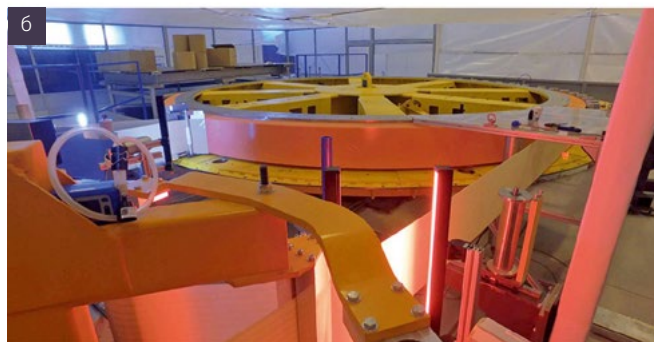
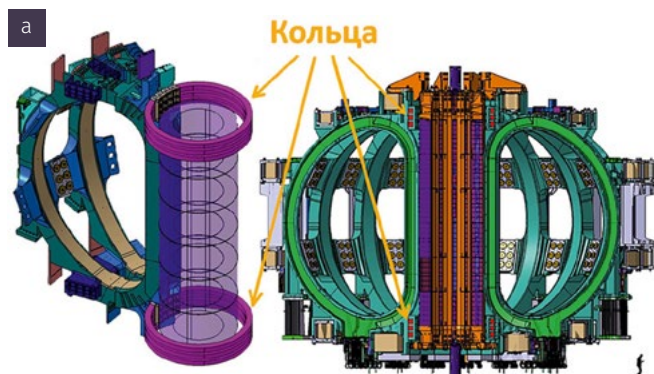


Рисунок 9. а — расположение стеклопластиковых колец в термоядерном реакторе, б — намотка пултризионной ленты; в — обмеры кольца перед обработкой (по материалам ITER)

в препрегах, однако нередко выпускаются препреги из отдельных ровингов, которые удерживаются в ленте связующим. Среди подобных материалов выдающимся качеством обладает препрег ВИАМ ВПС-31, выпускаемый по расплавной технологии для создания вертолётных лопастей [22].

Не менее строгие требования, чем аэрокосмическая промышленность, предъявляет к стекловолокнистым препрегам спортивная индустрия, нуждающаяся в экономически эффективных высокотехнологичных материалах с повышенными прочностными характеристиками. Препреги для серийного производства спортивных изделий должны обладать такими взаимно противоречащими свойствами, как длительный срок хранения без холодильника и быстрое отверждение при сравнительно невысокой температуре. Если ступенчатая циклограмма отверждения деталей самолёта может быть рассчитана на много часов, а температура полимеризации зачастую превышает 200°С, то клеевой препрег в скейтбордах или лыжах должен полностью отвердяться за несколько минут

при 120°С. Разработка долгоживущих «спортивных» препрегов с латентными или капсулированными отвердителями потребовала немалых усилий от ведущих мировых производителей [25]. Сегодня такая разработка ведётся в Беларуси, где академический Институт физико-органической химии создаёт быстросотверждаемый клеевой препрег на базе однонаправленной ленты из полоцкого стекловолокна и эпоксидной композиции с терпеноидномалеиновым аддуктом [26]. Полуфабрикат должен превратиться в армирующую оболочку сердечника пластиковых лыж [27].

Наконец, выпускаются однонаправленные стеклопластиковые ленты, отверждённые в заводских условиях. Например, применяется намотка широкой пропитанной ленты на оправку с укладкой между витками разделительной плёнки. Так делаются высокопрочные спиральные «часовые пружины», содержащие до 2 кг/м² стекловолокна и служащие для ремонта труб большого диаметра (рисунок 8б). Из ленточных кольцевых заготовок, полученных методом филаментной намотки, формируются ремонтные муфты иной конструкции [28], а также автомобильные листовые рессоры [29]. Ленты, изготовленные по непрерывной технологии пултризии, широко применяются наряду с препрегами в современном спортивном снаряжении (таблица 4).

В XXI веке стеклопластиковой ленте учёные нашли совершенно особенное применение: она стала «краеугольным камнем» термоядерного реактора ITER, для создания которого объединились 39 стран. В этом крупнейшем международном проекте активно участвует Россия — например, на Средне-Невском судостроительном заводе изготовлена циклопическая сверхпроводящая катушка полоидального поля, галеты которой пропитывались вакуумно-нагнетательным методом, в совершенстве освоенным питерскими кораблями. А вот пултризионная лента для реактора была выпущена упомянутой в таблице 4 фирмой Exel.

В строящемся гигантском токамаке радиальную нагрузку несут стеклопластиковые кольца, стягивающие основные элементы магнитной системы — 18 катушек тороидального поля (Рисунок 9). Хотя температура плазмы, удерживаемой полем сверхпроводящих катушек, достигает 150 миллионов градусов, сама магнитная система охлаждена почти до абсолютного нуля. Преднапряжённые кольца ITER представляют самую крупную и нагруженную композитную структуру, которая должна служить при температуре около 4 К, выдерживать криогенные циклы и демпфировать могучие рывки, возникающие при создании катушками сверхмощных магнитных полей [30].

Масса одного кольца превышает 3 т, кольца имеют диаметр 5 м, сечение 337×288 мм и создают при рабочей температуре сжимающее усилие 70 МН в расчёте на каждую из катушек, для чего при комнатной температуре их материал должен выдерживать окружное напряжение порядка 500 МПа. Усталостная выносливость материала колец должна гарантировать не менее 30000 циклов нагружения. Прогнозируется надёжная работа стеклопластиковой структуры в

течение 20 лет эксплуатации реактора [30].

Разработка колец продолжалась более 10 лет. На исследовательском этапе проекта был выбран материал колец — однонаправленный стеклопластик на базе высокопрочного волокна S2 с эпоксидным связующим, имеющий при минимальной пористости объёмное содержание стекла 65%. Изучалась возможность применения для формования колец технологий VARTM, намотки пропитанного ровинга или лент препрега. Были успешно испытаны масштабные прототипы колец диаметром 1 м, изготовленные методами вакуумной инъекции и филаментной намотки [31], однако данные технологии оказались отвергнутыми по причинам возможных нарушений структуры композита вследствие крутки ровинга или появления складок, сложности проведения 100%

дефектоскопии толстостенного крупногабаритного изделия, проблем с контролем температуры в экзотермическом процессе полимеризации большой массы смолы [32].

В итоге для создания колец ITER финская фирма Exel в сотрудничестве с французским подрядчиком CNIM организовала выпуск уникальных бездефектных стеклопластиковых лент, подобрав оптимальный состав связующего и обеспечив непрерывный неразрушающий контроль композита непосредственно в процессе пултрузии. Ленты длиной 2,8 км и толщиной 2 мм наматываются на стальную оправку (Рисунок 9б). Толщина слоя эпоксидного адгезива между витками ленты составляет 0,12 мм. После полного отверждения клея кольцо тщательно обмеряется и обрабатывается в заданные размеры (Рисунок 9в). **КМ**

Список литературы

1. Дисперсно-наполненные полимерные композиты технического и медицинского назначения / Б.А. Люкшин, С.В. Шилько, С.В. Панин и др. – Новосибирск, Изд.-во СО РАН. – 2017. – 311 с.
2. Furtos G., Baldea B., Silaghi-Dumitrescu L. Development of new radiopaque glass fiber posts // *Materials Science and Engineering C*. 2016. Vol. 59. Pp. 855–862.
3. Lamichhane A., Xu C., Zhang F. Dental fiber-post resin base material: a review // *The Journal of Advanced Prosthodontics*. 2014. No 6 (1). Pp. 60–65.
4. Cheleux N., Sharrock P.J. Mechanical properties of glass fiber-reinforced endodontic posts // *Acta Biomaterialia*. 2009. № 5. Pp. 3224–3230.
5. D.T. LIGHT-POST® X-RO Illusion. URL: <http://www.rtdental.com/media/files/DOC1590GB00.pdf>
6. 3M post and core solution. URL: <https://multimedia.3m.com/mws/media/11465200/3m-relyx-fiber-post-3d-glass-fiber-post-technical-data-sheet.pdf>
7. Novais V.R., Rodrigues R.B., Simamoto Júnior P. C., Lourenço C.-S., Soares C. J. Correlation between the mechanical properties and structural characteristics of different fiber posts systems // *Brazilian Dental Journal*. 2016. Vol. 27. No 1. Pp. 46–51.
8. Xu X., He L., Zhu B., Li J., Li J. Advances in polymeric materials for dental applications // *Polymer Chemistry*. 2017. No 8. Pp. 807–823.
9. Naumann M., Preussa A., Frankenberger R. Reinforcement effect of adhesively luted fiber reinforced composite versus titanium posts // *Dental materials*. 2007. No 23. Pp. 138–144.
10. Grandini S. Basic and clinical aspects of selection and application of fiber posts. PhD Thesis / Università degli Studi di Siena. 2004. 194 p.
11. Reynaud M., Reynaud P.-L., Chu M. Prosthetic element, particularly a tooth post made of composite material / US Patent 006012924 A. 2000.
12. D.T. LIGHT-POST Radiopaque Translucent Fiber Post System. Instructions for Use. URL: https://www.bisco.com/assets/1/22/D.T_Light-Post_Illusion_XRO_English4.pdf
13. Попович И.Ю., Петрушанко Т.О. Прочность адгезии пломбирочных материалов к стенкам корневого канала и поверхности стеклопластиковых штифтов. URL: <https://www.esta-dental.kiev.ua/downloads/download/st2.doc>
14. Khan A.S., Azam M.T., Khan M., Mian S.A., Rehman I.U. An update on glass fiber dental restorative composites: A systematic review // *Materials Science and Engineering C*. 2015. Vol. 47. Pp. 26–39.
15. Karmaker A., Karlak M., Jia W. Method of manufacturing high strength dental restorations / US Patent 0145820 A1. 2008.
16. Kukureka S.N., Wei C.Y. Damage development in pultruded composites for optical telecommunications cables under tensile and flexural fatigue // *Composites Science and Technology*. 2003. Vol. 63. No 12. Pp. 1795–1804.
17. Ким Э.Г., Ларин Ю.Т. Проблемы создания отечественного производства материалов для оптических кабелей // *Кабели и провода*. 2011. № 6 (331). С. 8–11.
18. Ashchepkau M.Yu., Shil'ko S.V., Drobyshev T.V., Choe H. Specificity of Tensile Fracture of Unidirectional Metal-Polymer Glass Fiber Composites with Cord Wire // *Механика машин, механизмов и материалов*. 2020. № 3.
19. Mankodi H.R. Developments in hybrid yarns / *Specialist yarn and fabric structures: Developments and applications*. Woodhead Publishing Limited. 2011. Pp. 21–55.
20. Wiegand N., Mäder E. Commingled Yarn Spinning for Thermoplastic/Glass Fiber Composites // *Fibers*. 2017. Vol. 26. No 5. Pp. 1–15.
21. Lionetto F., Dell'Anna R., Montagna F., Maffezzoli A. Ultrasonic assisted consolidation of commingled thermoplastic/glass fiber rovings // *Frontiers in Materials*. 2015. No 2. Pp. 1–9.
22. Попов Ю.О., Колокольцева Т.В., Беспалова Л.С., Хрульков А.В., Коган Д.И. Стеклопластик ВПС-31 и гибридный композиционный материал ВКГ-5 из однонаправленных препрегов на основе расплавленного связующего и жгутовых угле-, стеклонаполнителей // *Авиационные материалы и технологии*. 2006. № 1. С. 10–20.
23. Dagher H.J., Bragdon M. *Advanced FRP-Wood Composites in Bridge Applications* / ASCE Structures Congress. Washington, D.C. 2001.
24. Ощепков М.Ю., Прохоренко А.А. Стеклопластики для ремонта магистральных и технологических трубопроводов (презентация доклада) / Белорусский промышленно-инвестиционный форум. Минск, 2019. URL: <https://www.researchgate.net/publication/335892433>
25. Коган Д.И., Чурсова Л.В., Панина Н.Н., Гребенева Т.А., Голиков Е.И., Уткина Т.С., Баторова Ю.А. Полимерные композиционные материалы на основе эпоксидного связующего с ускоренным режимом отверждения для спортивной индустрии // *Пластические массы*. 2019. № 3–4. С. 39–42.
26. Прокопчук Н.Р., Ключев А.Ю., Козлов Н.Г., Латышевич И.А. Использование эпоксидных смол в термоотверждаемых композициях (обзор) // *Труды БГТУ*. 2016. № 4. С. 87–99.
27. Шилько С.В., Рябченко Т.В., Петроковец Е.М., Черноус Д.А., Целуева С.Н. Деформационный анализ и оценка качества спортивных лыж из слоистых полимерных композитов Теор. и прикл. механика: междунар. н/т сб. / Белор. нац. техн. ун-т. Минск: БНТУ, 2020. Вып. 35. С. 11–18.
28. Романцов С.В., Разработка конструкций стеклопластиковых муфт и методов расчёта их работоспособности при ремонте газопроводов. Автореферат дисс... к.т.н. / Ухтинский гос. техн. ун-т, 2006. 23 с.
29. H. Woltron. Process for producing a plastic leaf spring, as well as a plastic leaf spring appropriately manufactured according to this process / US Patent 4659071. 1987.
30. Park B., Foussat A., Rajainmaki H., Knaster J. Multi scale analysis of ITER pre-compression rings // *Fusion Engineering and Design*. 2013. Vol. 88. No 9–10. Pp. 2525–2529.
31. Rossi P., Capobianchi M., Crescenzi F., Massimi A., Mugnaini G., Pizzuto A., Knaster J., Rajainmaki H. Overview of the testing activities on ITER sub-scale pre-compression rings // *Fusion Engineering and Design*. 2012. Vol. 87. No 5–6. Pp. 608–612.
32. Rajainmaki H., Foussat A., Rodriguez J., Evans D., Fanthome J., Losasso M., Diaz V. The ITER pre-compression rings – A first in cryogenic composite technology / AIP Conference Proceedings 1574, 92 (2014).



Косенков Андрей Владимирович
www.мастерфорум.композиты.рф

Изготовление композитных элементов декора зданий по технологии вмазывания формовочного компаунда в форму

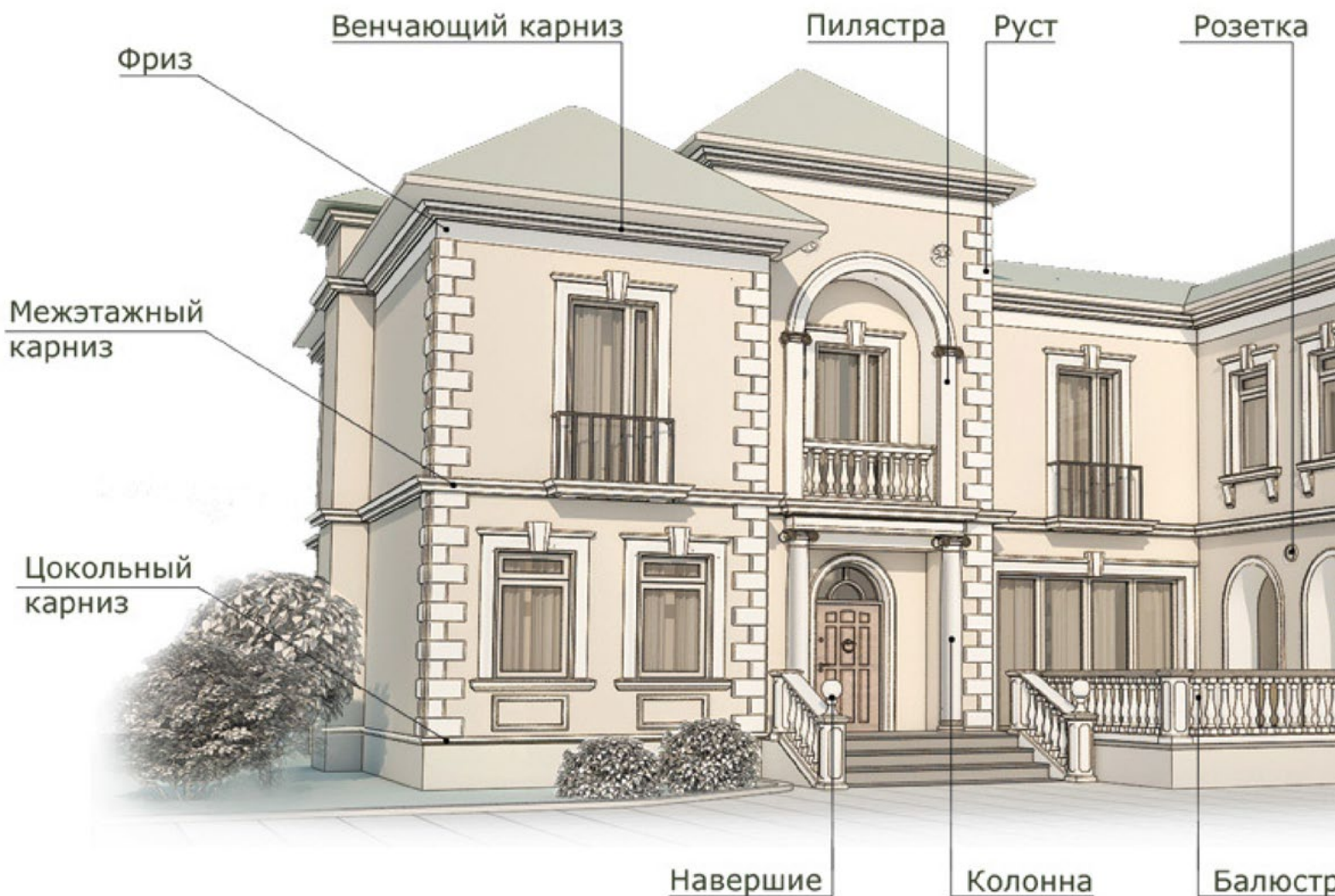
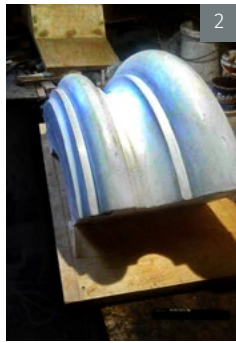




Рисунок 1. Готовое изделие, сложенное из 4-х четвертинок



графическая 3D модель



готовый элемент

Рисунок 2. Четвертинка, которую возьмем как модель для изготовления силиконовой формы



Заглавной темой настоящей статьи выбрана, на первый взгляд, одна из самых архаичных технологий изготовления изделий из искусственного камня, но при этом имеющая свои неоспоримые преимущества.

Речь пойдет о создании из композитов элементов внешнего декора зданий (фризов, карнизов, пилястр, руст, колонн, наличников и других). Существует несколько технологий изготовления этих элементов из искусственного камня. Но самые красивые и более представительные изделия получаются именно по примитивной технологии «вмазывания». Дело в том, что благодаря малому содержанию связующего (полиэфирной смолы) в поверхностном слое, текстура лицевой стороны у изделия получается наиболее похожей на натуральный камень, открывающей всю красоту наполнителя (мрамор, кварц и др.), а это сегодня особенно востребовано.

Рассмотрим принцип данной технологии на примере изготовления основания колонны. Другие элементы декора производятся аналогично. И первой стадией практически любого композитного производства является изготовление формы будущего изделия.

Изготовление формы из силикона

Для изготовления формы нужна мастер-модель — 1/4 или 1/3 часть основания колонны. Четырех (или трех) таких моделей достаточно, чтобы собрать целое изделие. Модель можно или готовую купить в магазине, или специально заказать, например, из вспененного полиуретана.

Более дорогой вариант — спроектировать свою 3D модель и вырезать её на станке с ЧПУ. Этот вариант наиболее целесообразен и экономически оправдан при уже налаженном производстве, когда необходимо оперативно вносить изменения в дизайн изделий.

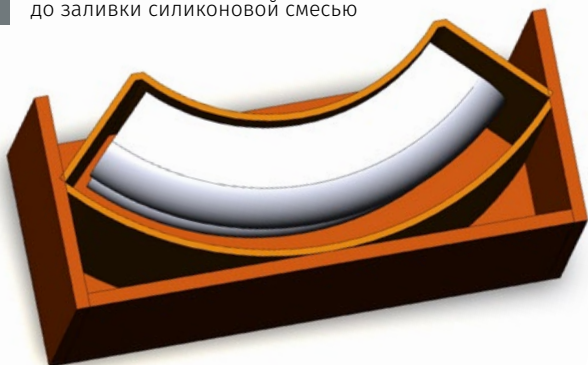
Из ламинированной ДСП или фанеры необходимо сделать внешний короб (с двумя открытыми поверхностями), в нем, как показано на рисунке 3.1, разместить пластиковые перегородки представляющие собой:

- два согнутых листа, образующих внешнюю и внутреннюю скругленные стенки,
- два ровных листа, образующих боковые косые стенки.

Внутренний согнутый лист пластика закрепляем. В эту конструкцию вставляем мастер-модель, внутренняя полость которой предварительно заполнена скульптурным пластилином. Закрепляем мастер-модель любым способом на внутреннем согнутом листе пластика так, чтобы она не лежала на дне короба, и при заливке силикон равномерно бы затек с трех сторон модели. Например, её можно приклеить к данной перегородке термопистолетом на обычный термоклей. Обратите внимание, что во время работы нужно будет попеременно убирать или наружные стенки короба, или внутренние перегородки, поэтому удобнее сделать всю конструкцию сборно-разборной, например, на саморезах.

Перед заливкой силиконом необходимо обработать внутренние стенки короба, а также поверхность мо-

1 до заливки силиконовой смесью



2 после заливки силиконовой смесью

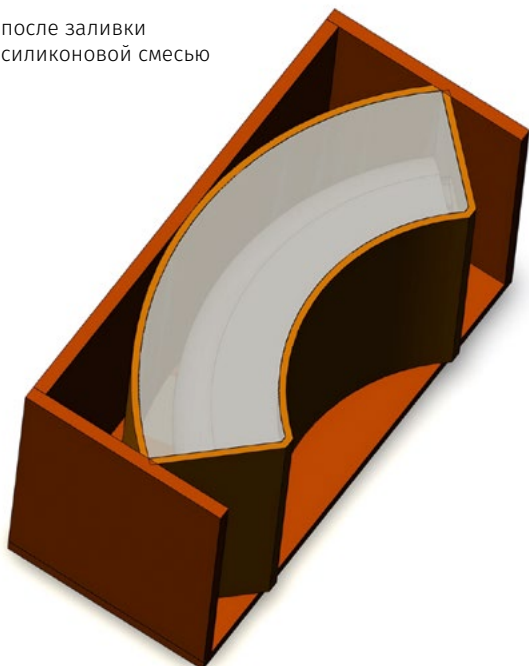


Рисунок 3. Поддерживающий внешний короб с пластиковыми перегородками и мастер-моделью

дели разделителем. На производстве мы используем антиадгезионный спрей для силиконов и полиуретанов. Разделитель распыляется на все поверхности так, чтобы он просто смочил их, а не стекал потеками.

Затем согласно инструкции готовим силиконовую смесь. Например, в своем производстве мы применяем двухкомпонентную силиконовую смесь, смешиваемую в пропорции 1:1.

Для получения качественной формы с точным оттиском поверхности мастер-модели, из заливочной силиконовой смеси необходимо удалить пузыри, например, с помощью вакуумной камеры-дегазатора. Такие установки уже производят в России.

При наличии дегазатора: помещаем в него тару с силиконовой смесью сразу после смешения и начинаем вакуумирование. Смесь как бы «вскипает», идет активное пенообразование и, в случае, если тара была изначально заполнена смесью более чем на 2/3, пена может перелиться. Поэтому рекомендуем использовать ёмкость для смешения объёмом хотя бы на 1/3 больше, чем необходимо заливочной смеси. Или готовить смесь порциями. В камерах-дегазато-

рах есть специальное окошко, предназначенное для контроля за процессом вакуумирования. Сильное и быстрое пенообразование можно регулировать с помощью специального вентиля. Примерно через 2–3 минуты весь воздух выходит, пенообразование прекращается, и смесь можно заливать в форму.

Если дегазатора нет: перемешанный силикон сначала наносим на модель кисточкой. Это создаст лицевой слой без пузырей, а потом, не дожидаясь застывания данного слоя, сразу выливаем оставшуюся силиконовую смесь в форму, как и в первом случае. Конечно, в толще силиконовой формы будут пузыри, но в данном случае это не критично.

На рисунке 3.2 показано как выглядит поддерживающий короб с мастер-моделью, залитой силиконовой смесью.

После полимеризации и отверждения силикона (2–5 часов, в зависимости от марки материала) три пластмассовые (внутреннюю скругленную и обе косые) перегородки с мастер-моделью убираем. Получится как на рисунке 4.

Затем, как показано на рисунке 5, привинчиваем боковую стенку из ДСП к поддерживающему коробу. В результате мы получаем готовую силиконовую форму, лежащую в коробе. И уже в нее вмазывают декоративную смесь, а потом заформовывают слой стекломата. После расформовки готовой четверти, лишний, торчащий по бокам стеклопластик (из стекломата и смолы) срезают угловой шлифовальной машиной (болгаркой) с лепестковым абразивным кругом.

При постоянном контакте с входящей в формовочную декоративную смесь полиэфирной смолой силикон немного разбухает. Для того чтобы это исключить, рекомендую использовать более дорогие марки силиконовых смесей с платиновыми катализаторами. Но для тренировки вполне подойдут и менее дорогие. Разница только в сроке службы.

Соответственно, изготовление силиконовых форм для иных декоративных архитектурных элементов предусматривает аналогичные, описанным выше, стадии. Не забывайте заранее продумывать оптимальные конструкции поддерживающих коробов/перегородок, без которых мягкая форма просто не выдержит веса заливочной смеси и деформируется, а также необходимость использования структурного пластилина для заполнения внутренних полостей.

Формы изготавливаются эластичными, чтобы и обеспечить лёгкий съём со сложных по геометрии и рельефу поверхностей, и получить на изделии ту самую уникальную, схожую с натуральной текстурой, так как частички наполнителя при вмазывании немного вдавливаются в форму, а затем слегка выступают на лицевом слое элемента.

Технология приготовления формовочных смесей и техника их вмазывания в форму

Для приготовления формовочной смеси нужны следующие материалы:

- смола для первого слоя — атмосферостойкая

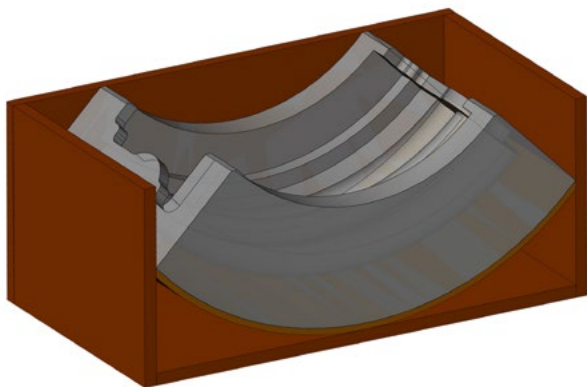


Рисунок 4. Поддерживающий внешний короб с внешней скругленной пластиковой перегородкой и отвержденной силиконовой формой

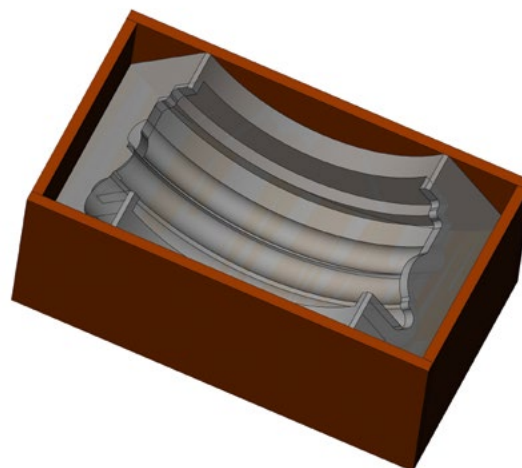


Рисунок 5. Готовая силиконовая форма в поддерживающем коробе

нетиксотропная предускоренная литевая изофталевая полиэфирная смола на основе неопентилгликоля;

- смола для второго внутреннего слоя — нетиксотропная предускоренная литевая ортофталевая полиэфирная смола;
- смола для стекломата — тиксотропная предускоренная конструкционная ортофталевая полиэфирная смола;
- отвердитель — пероксид метилэтилкетона (например Butanox® M50, или аналог);
- коллоидный диоксид кремния: «АЭРОСИЛ»® марки 200 или более высоких марок: 300, 380;
- кварцевая мука фракции 50 мкм или близкая к ней;
- мраморная крошка (или кварцевый крашенный белый песок) фракции 0,2–0,4 мм или близкой к ней;
- мраморная крошка (или кварцевый крашенный белый песок) фракции 1–1,5 мм или близкой к ней;
- пигмент жидкий белый для полиэфиров RAL 9003 или подобный;
- пигмент жидкий бежевый для полиэфиров RAL 1017, 1018, 1034 или подобный;
- стекломат эмульсионный плотностью 450 г/м²;
- хлористый метилен (метиленхлорид).

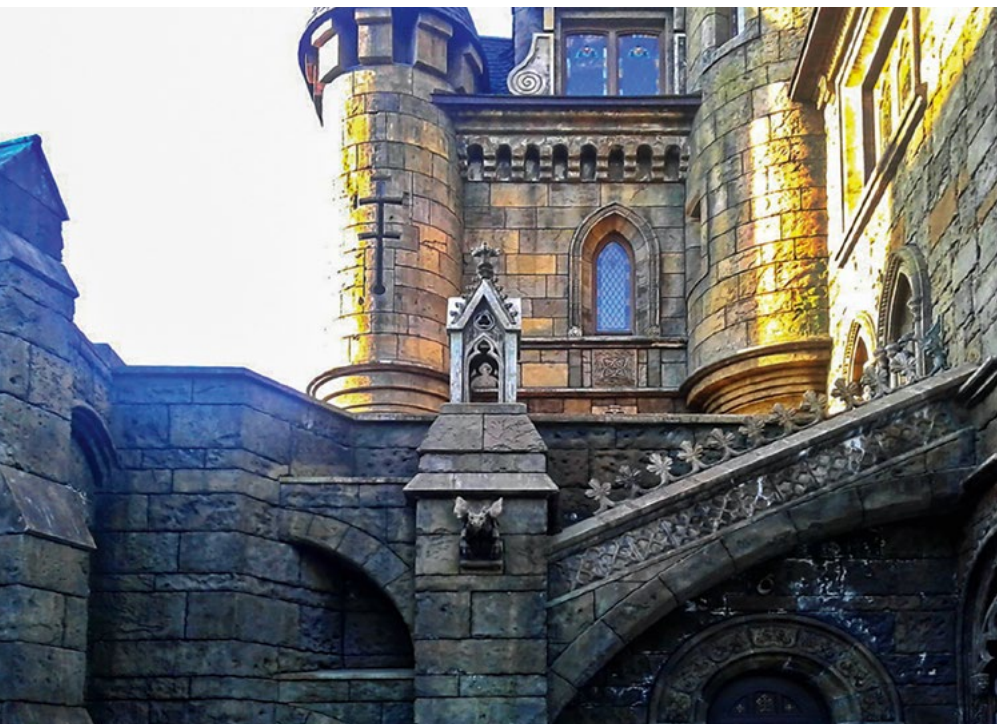
Из расчета: на 10 кг литевой смолы для каменной смеси (как для внешнего слоя, так и для внутреннего) необходимо 50 г «АЭРОСИЛ»®, с помощью весов производим дозировку нужных компонентов. Затем в отдельную емкость отливаем 2 кг смолы и при постоянном перемешивании (строительной мешалкой) постепенно добавляем «АЭРОСИЛ»®. После того, как смесь станет вязкой (как кефир) в ёмкость доливаем еще 1 кг смолы и продолжаем вмешивать до конца весь отмеренный «АЭРОСИЛ»®, тщательно разбивая все комочки. Полученную однородную смесь возвращаем в ёмкость с исходной отмеренной смолой и перемешиваем всё той же мешалкой. Теперь можно при постоянном перемешивании добавить жидкий белый (или бежевый) пигмент в количестве ориентировочно 200–400 г, до полного окрашивания смолы. Полученный компаунд можно хранить достаточно

продолжительное время, поэтому можно заранее подготовить нужное для формования всей партии количество смолы, которое затем использовать для приготовления смеси с камнем. Единственное обязательное условие — герметичность тары (наличие плотной крышки), иначе смола загустеет.

Для приготовления смеси с каменным наполнителем необходимо 1,3 кг приготовленного ранее компаунда (смола с «АЭРОСИЛ»® и пигментом) отлить в отдельную тару, куда вмешать 4,8 кг кварцевой муки. Затем отвешиваем 3,5 кг песка фракции 0,2–0,4 мм и 0,4 кг песка фракции 1–1,5 мм. Добавляем при постоянном перемешивании в емкость с компаундом и кварцевой мукой вначале 15 г отвердителя, а затем весь песок. Получаем 10 кг густой каменной смеси. Ее сразу вмазываем резиновыми шпателями в подготовленные силиконовые формы первым слоем. Время жидкого состояния смеси, при температуре в помещении и температуре смеси 20–22°С и пока ее можно наносить, составляет 20–25 минут, оно зависит от марки смолы и количества добавленного отвердителя. Отвердитель можно добавлять от 10 до 30 г на кг смолы. Если будет замечено, что даже при 10 г отвердителя смола слишком быстро отверждается, советуем потребовать от поставщика более долгоживущую смолу, со временем гелеобразования не менее 20–25 минут. Если полученная смесь слишком густая (зависит от марки сыпучих материалов), можно долить немного смолы и тщательно перемешать, и впоследствии готовить смесь, как написано выше, но с этой поправкой.

В результате получаем равномерно окрашенное белое, или бежевое изделие. Если необходимо получить разводы: отдельно готовим, как описано выше, белую и бежевую формовочные смеси, а затем сливаем их вместе и делаем пару оборотов мешалкой. Получится неполное смешивание цветов, полосатая смесь. При использовании данной смеси на лицевой поверхности формируемого изделия получаются красивые разводы.

Аналогично описанной технологии готовится формовочная каменная смесь и для внутреннего



Облицовка замка Гарибальди (Самарская обл.) выполнена из композита по технологии вмазывания формовочной каменной смеси в форму

слоя, только берем более дешевую ортофталевую литьевую смолу. Внутренний слой наносится, когда первый слой на формах затвердеет настолько, что будет устойчив к механическим повреждениям (например, проколов шпателем).

Не дожидаясь отверждения внутреннего слоя, следует смешать 1 кг конструкционной смолы с 15 г отвердителя. Данной смолой необходимо с помощью большой кисти пропитать уложенные на внутренний слой искусственного камня предварительно раскроенные куски стекломата. Через 2–3 минуты пропитанный стекломат становится пластичным. Этой же кистью выбиваем пузыри воздуха из-под стекломата, чтобы он надежно соединился с каменной массой. Пропитанным стекломатом необходимо покрыть весь внутренний каменный слой, при необходимости, смешивая с отвердителем дополнительные порции связующего.

После того, как данная сэндвич-структура затвердеет (в зависимости от марки используемых смол: через 2–3 часа), расформовываем изделие: вначале извлекаем из поддерживающего короба изделие с силиконовой формой, затем снимаем с него силикон, и возвращаем форму в короб. Изделие кладем ровной стороной на ровную поверхность, чтобы его не перекосило. И выдерживаем его в таком состоянии при комнатной температуре до полного отверждения. Это примерно 4–6 часов.

Обрезаем на изделии торчащие края стеклопластика, при необходимости — подравниваем стыковые поверхности. Это лучше всего делать угловой шлифовальной машиной с алмазным отрезным и зачистным (чашка) дисками, можно резать специальным корундовым кругом для камня. Так как содержащаяся в составе искусственного камня кварцевая мука придает ему особую твердость, обычный круг не может обработать этот материал.

Обратите внимание на лицевую поверхность изделий: если она блестит, и при формовании было замечено, что формовочная каменная смесь не достаточно густая, для следующего изделия можно попробовать добавить меньше смолы, пропорционально уменьшив при этом количество отвердителя, «Аэросила»® и пигмента, но оставив прежнее количество сыпучих материалов.

Так как смесь содержит немного крупной фракции песка 1–1,5 мм, лицевая поверхность будет с выщерблинами (под старину). Если необходимости в данном эффекте нет — просто замените крупный песок таким же количеством мелкого.

Если лицевая поверхность изделий блестит, можно немного отшлифовать её скотч-брайтом (нетканым абразивным материалом), но гораздо легче обработать поверхность специальной смесью: к 4 кг хлористого метилена добавить 1 кг жидкого промышленного масла (например, «веретенку»). Данную тщательно перемешанную смесь наносят на лицевую сторону изделия с помощью ветоши и через 2–3 минуты удаляют остатки смеси сухой тряпкой. Метиленхлорид разъедает на поверхности пленку смолы и делает поверхность матовой, но без масла — будут видны разводы. Масло в таком количестве не дает блеск, оно выравнивает белесые разводы от метиленхлорида и делает поверхность равномерно матовой.

В статье описана базовая технология. На практике в зависимости от требуемых результатов, а также производственных условий могут варьироваться количества исходных веществ. Но для первоначального расчета требуемого сырья и материалов можно воспользоваться приведенными соотношениями. В дальнейшем по мере отработки технологии данные подлежат уточнению, исходя из реального расхода. **КМ**

Композиционные материалы и оборудование для производства композиционных изделий

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

Mahr



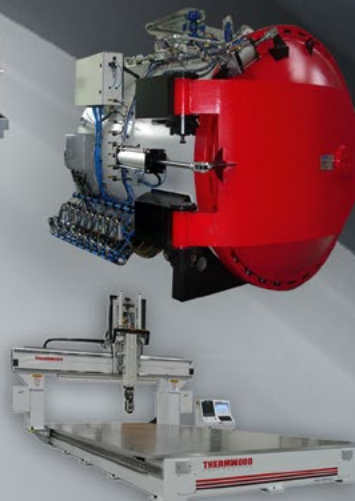
Лабораторные сушильные шкафы и промышленные печи France Etuves (Франция)

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





Первый в Санкт-Петербурге композитный мост установили через реку Лубья

28 апреля 2020 года Группа компаний «ГЕОИЗОЛ» — генеральный подрядчик проведения работ по капитальному ремонту Камышинского моста, установила новую конструкцию пешеходной переправы.

Работы ведутся по заказу СПб ГБУ «Мостотрест», подведомственного учреждения Комитета по развитию транспортной инфраструктуры Санкт-Петербурга.

Камышинский мост стал первой пешеходной переправой в Санкт-Петербурге, изготовленной из композитных материалов. Масса пролетного балочного строения составляет 16 тонн, длина — 21,4 м, переменная высота — от 1 до 1,5 м, ширина прогожей части моста — 3 м.

Специально для установки моста в проектное положение на Пушкинском машиностроительном заводе (входит в Группу компаний «ГЕОИЗОЛ») произведена грузоподъемная траверса.

Среди преимуществ пешеходного моста из композитных материалов перед металлическим или железобетонным сооружением можно отметить: более легкую конструкцию (для монтажа достаточно одного крана); скорость монтажа; устойчивость к коррозии и агрессивным средам, что повышает долговечность моста и увеличивает безремонтный срок его эксплуатации до 50 лет.

В процессе производства работ по капитальному ремонту Камышинского моста специалисты «ГЕОИЗОЛ» демонтировали старую конструкцию, соорудили

временную пешеходную переправу через реку Лубью, выполнили устройство железобетонных устоев нового моста на свайном основании (по 6 забивных свай с каждой стороны).

До конца мая на объекте запланировано выполнить работы по благоустройству, монтажу ливневой канализации, переключению электрических сетей. Данные работы планируется завершить к 25 мая 2020 года.

Для справки

Камышинский мост является однопролетной пешеходной переправой, перекинутой через реку Лубья в створе Камышинской улицы (Красногвардейский района Санкт-Петербурга). В связи с износом конструкции, угрозой безопасности, несоответствием требованиям грузоподъемности было принято решение о капитальном ремонте моста с полной заменой пролетного строения и переустройством устоев.

О компании

Группа компаний ГЕОИЗОЛ на сегодняшний день является одним из лидеров строительной отрасли России, осуществляющим комплексные услуги в сфере проектирования, реставрации и строительства подземных сооружений. Компанией накоплен уникальный

Применение

опыт в области устройства всех видов фундаментов, транспортного строительства, геотехнических и гидротехнических работ, экспертного обследования и инструментальной диагностики конструкций.

Группа компаний ГЕОИЗОЛ объединяет строительную компанию «ГЕОИЗОЛ», проектную компанию «ГЕОИЗОЛ Проект», ООО «Пушкинский машиностроительный завод», ООО «УМ ГЕОИЗОЛ».

Группа компаний выросла из небольшой строительной фирмы «ГЕОИЗОЛ», начинавшей свою деятельность на строительном рынке в 1995 году с проведения гидроизоляционных работ.

География деятельности компании охватывает все субъекты и регионы Российской Федерации: Санкт-Петербург, Северо-Западный регион России, Москва и Московская область, Краснодарский край, Дагестан, Красноярский край, Амурская область, а также зарубежье: Таджикистан и Туркменистан.

В 2012 году Группа компаний ГЕОИЗОЛ приступила к промышленному выпуску уникального для российского рынка продукта — анкерных систем GEOIZOL-MP, использующихся в качестве основного конструктивного элемента при проведении работ по инженерной защите территорий, укреплению откосов, усилению фундаментов зданий, опор, сооружений, в мосто- и тоннелестроении. Наиболее актуально использование анкерных систем при проведении работ в условиях подвижных грунтов и плотной застройки, вблизи существующих сооружений, поскольку исключает угрозу их повреждения. **КМ**



СЫРЬЕ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ КОМПОЗИТНОЙ ОТРАСЛИ

- ненасыщенные полиэфирные смолы **SYNTHOPOL CHEMIE** (Германия) для различных производственных процессов: Намотка, ручное формование, напыление, литье, RTM, инфузия, пултрузия, SMC/BMC
- эпоксивинилэфирные смолы торговой марки **ATTSHIELD** (Корея)
- ненасыщенные полиэфирные смолы общего назначения **ATTSHIELD C105 LV / ATTSHIELD C105 TX**
- матричная смола **ATTSHIELD XO** (Корея)
- Гелькоуты и топкоуты прозрачные и цветные **ATTGUARD ST** (Германия)
- Пигментные пасты **TM ATTGUARD** (Германия)
- Инициаторы отверждения — пероксиды **PROMOX** (Италия)
- Армирующие стекломатериалы: ровинг прямой, асsembledированный, стекломаты, стеклоткани отечественного и зарубежного производства

ПРОДУКЦИЯ В НАЛИЧИИ НА РЕГИОНАЛЬНЫХ СКЛАДАХ:

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ	+7 (812) 600-31-74 +7 (911) 773-38-49
МОСКВА	+7 (495) 526-69-56 доб. 1122 +7 (921) 181-70-91
ЕКАТЕРИНБУРГ	+7 (922) 136-14-14 +7 911 173 36 85
НИЖНИЙ НОВГОРОД	+7 (831) 276-17-07 +7 (831) 276-17-09 +7 (981) 112-30-00
РОСТОВ-НА-ДОНУ	+7 (863) 221-27-90 +7 (911) 108-07-09
НОВОСИБИРСК	+7 (383) 207-55-32 доб. 5403

ЭФФЕКТИВНАЯ ЛОГИСТИКА

ООО «АТТИКА»

187000, Россия
Ленинградская область
Тосненский район
д. Аннолово
Федоровское сельское поселение,
2-й Вертикальный проезд, д. 9
Тел/факс: +7 (812) 441-21-80
E-mail: info@attikarus.ru



АТТИКА
Resin's expert

WWW.ATTIKARUS.RU

Францев М. Э., к.т.н.
Тел: +7-903-717-31-25
gepard629@yandex.ru

Применение композиционных материалов в военном кораблестроении за рубежом

Часть 2. Континентальная Европа и Австралия

Список литературы

1. en.wikipedia.org/wiki/Tripartite-class_minehunter
2. en.wikipedia.org/wiki/Lerici-class_minehunter
3. [en.wikipedia.org/wiki/HMAS_Rushcutter_\(M_80\)](https://en.wikipedia.org/wiki/HMAS_Rushcutter_(M_80))

Продолжение обзора, включающего описание применения композитных материалов в мировом военном кораблестроении. Начало читайте в журнале «Композитный мир» № 1 (88) 2020 г.

Франция — Бельгия — Нидерланды

Внимательно ознакомившись с противоминными кораблями из композиционных материалов, построенными «Владычицей морей» — Великобританией, обратимся к кораблям, построенным на континенте, в первую очередь, по кооперации Франции, Бельгии и Нидерландов. Охотники за минами класса Tripartite — детище совместных усилий корабелов, а также промышленной кооперации этих стран. Всего было построено 25 кораблей для трех флотов в 1980–1990-х годах прошлого века.

Корабли класса Tripartite имеют следующие проектные характеристики и главные размерения:

- водоизмещение стандартное — 562 т;
- водоизмещение полное — 605 т;
- длина — 51,6 м;
- ширина — 8,9 м;
- осадка — 3,8 м;
- скорость полного хода — 15 узлов;
- дальность плавания — 3455 миль на скорости 12 узлов.

СЭУ корабля включает один главный двигатель мощностью 1860 л. с., приводящий во вращение один винт регулируемого шага, расположенный в ДП корабля и три дизель-генератора мощностью 150 кВт каждый, приводящие во вращение подруливающее устройство в носу и два активных руля в корме, используемые в режиме поиска мин. Кроме того, имеется аварийный дизель-генератор мощностью 160 кВт. Скорость корабля в режиме использования активных рулей составляет 7 узлов.

Вооружение корабля составляют 20-мм артиллерийская установка и один 12,7-мм пулемет (рисунок 1).

Корпус корабля изготовлен из композита на основе E-стекла и полиэфирной смолы в качестве связующего. Он выполнен методом контактного формования на металлической матрице. Вес корпусных конструкций из композитов составляет 180 т.

Строительство кораблей велось параллельно верфью Arsenal в Лориане (Франция), верфью Béliard в Остенде (Бельгия) и верфью «Ван дер Гиссен де Норд» в Амстердаме (Нидерланды). В процессе строительства серийных кораблей их полное водоизмещение увеличивалось с проектных значений до 660 т. Корабли, строящиеся на различных верфях, имеют различия в комплектации оборудованием и вооружением (особенно противоминным вооружением). На рисунке 2 представлен общий вид корабля, который позволяет примерно представить общее расположение всех его частей.

Бельгия получила десять кораблей типа Flower, которые получили цветочные названия, например, в переводе на русский — «Примула» в 1985–1991 годах (рисунок 3). Однако в 1993 году три из этих



Рисунок 1. Противоминный корабль класса Tripartite [1]



Рисунок 2. Противоминный корабль класса Tripartite [1]



Рисунок 3. Противоминный корабль класса Tripartite на слипе [1]

кораблей Бельгия продала Франции из-за бюджетных затруднений. В состав ВМС Франции в 1984–1988 годах вошли десять кораблей типа Eridan. В 1992 году Франция продала один противоминный корабль из композитов Пакистану, который заказал еще два аналогичных корабля типа Munsif на верфи. Взамен проданного Пакистану корабля Франция заказала на верфи новый корабль, который был введен в строй в 1996 году. Нидерланды закупили 15 кораблей типа ALkmaar, построенных в 1984–1989 годах, однако три из них были списаны в 2000 году.

Два корабля Нидерланды передали Индонезии, где им был присвоен класс Pulau Rengat. Первоначально Индонезия собиралась заказать десять корпусов. Однако средств не хватало, и были построены только два корабля. Первый был заказан 29 марта 1985 года, а второй — 30 августа 1985 года. Первоначально оба корабля были частью Королевского флота Нидер-



Рисунок 4. Противоминный корабль класса Huon [2]



Рисунок 5. Противоминный корабль класса «Huon», построенный для Финляндии [2]

ландов и получили голландские названия, но были переименованы при продаже в Индонезию.

Индонезийские корабли являются многоцелевыми, и кроме противоминных функций могут еще выполнять патрульные функции. Они имеют общее расположение, отличающееся от европейских кораблей. В классе Pulau Rengat устанавливаются две 20-мм пушки Rheinmetall, в которых могут быть установлены ракетные пусковые установки класса «воздух-воздух». Имеются отличия и в остальном вооружении и оборудовании.

ВМС Египта заказали на верфи два противоминных корабля, но из-за финансовых проблем эти корабли были достроены и введены в состав ВМС Нидерландов.

В 2007 году ВМС Латвии приобрели пять кораблей из Нидерландов, которые к тому времени были выведены из эксплуатации. В 2007 году ВМС Болгарии приобрели один корабль в Бельгии. В процессе эксплуатации корабли подвергались неоднократной модернизации как в части вооружения, так и оборудования.

История противоминных кораблей из композитов класса Tripartite демонстрирует огромные преимущества, которые дает международная кооперация в судостроении. В советские времена среди стран СЭВ/Варшавского договора практиковалась похожая кооперация, особенно по экспортным поставкам. К сожалению, в настоящее время наша страна лишена такой возможности по известным обстоятельствам.

Италия — США — Австралия

Продолжим рассматривать противоминные корабли из композиционных материалов, построенные на европейском континенте, а также в США и Австралии. Обратим внимание на корабли из композиционных материалов, построенные в Италии.

Здесь уникальными в своем роде противоминными кораблями из композиционных материалов являются охотники за минами класса Lerici. Проектирование и постройка кораблей этого класса начата в далеком 1978 году (головной корабль сдан в 1982 году).

С тех пор до настоящего времени построено уже 44 корабля для десяти стран: Италии, Алжира, Австралии (рисунок 4), Нигерии, Финляндии (рисунок 5), США, Тайланда и Тайваня — и постройка их будет продолжаться по планам до 2023 года (Тайвань).

Корабли для всех стран, кроме США, Австралии и Тайваня строились в Италии на верфи Intermarine в Сарцане. Противоминные корабли для США строились на территории США местным филиалом верфи Intermarine, а также верфью Avondale Shipyard. Первый корпус противоминных кораблей для Австралии был построен компанией Intermarine, после чего отбуксирован на достройку в Австралию. В Австралии достройку корабля вела верфь Australian Defence Industries (ADI), расположенная в Ньюкасле в Новом Южном Уэльсе. Эта же верфь вела постройку еще пяти кораблей. По такой же схеме строятся корабли для Тайваня. Достройку головного корпуса и постройку остальных кораблей серии ведет компания Ching Fu Shipbuilding Co Ltd.

При изучении опыта постройки противоминных кораблей на Западе ясно видно, что они начали заниматься этим на 8–14 лет позже, чем СССР. При этом использовали те же схемы постройки крупных серий кораблей, что использовал СССР, выстраивая схемы взаимоотношений со странами — партнерами по Варшавскому договору и развивающимися странами. К сожалению, наши наработки остались практически без употребления в собственной стране по известным причинам, а весь остальной мир не стоит на месте.

Главные размерения и проектные характеристики построенных кораблей по сериям меняются в следующих пределах (класс Lerici (Италия) — класс Huon (Австралия) — класс Osprey (США)):

- полное водоизмещение — 620...720...918 т;
- длина — 49,98...52,5...57,3 м;
- ширина — 9,0...9,9...11,0 м;
- осадка — 2,6...2,9...3,0 м;
- скорость полного хода — 14...16 узлов;
- численность экипажа — 40 чел., в том числе 6 офицеров.

Корабль имеет одновальную СЭУ с одним главным двигателем и тремя дизель-генераторами. Американские и нигерийские корабли имеют двухвальную СЭУ. В состав движительно-рулевого комплекса входят три активных руля с электро-гидроприводами для движения и обеспечения управляемости корабля на малых скоростях. Состав вооружения и оборудования от серии к серии существенно различается.

Архитектурно-конструктивный тип кораблей класса Lerici — Huon — Osprey в целом соответствует сложивше-

муся архитектурно-конструктивному типу противоминных кораблей. Они имеют длинный полубак, простирающийся более чем на 2/3 длины корпуса, и тральную площадку в кормовой части корпуса, огражденную фальшбортом. Надстройка сдвинута в нос от миделя. Ходовая рубка закрытого типа с крыльями мостика по бортам. На надстройке в корму от ходовой рубки расположена мачта. За ней расположена дымовая труба (на финских противоминных кораблях дымовая труба совмещена с мачтой). Далее до транца находятся ростры, предназначенные для хранения противоминного вооружения, полностью занимающего кормовую часть.

Корпуса противоминных кораблей класса Lerici — Nuon — Osprey выполнены по схеме монокок с увеличенной толщиной без набора (только переборки). Корпуса противоминных кораблей класса Lerici первой серии полностью изготавливались методом контактного формования с использованием армирующих материалов на базе Е-стекла в виде жгутовой стеклоткани — стеклорогожки и связующего на базе изофталевой полиэфирной смолы холодного отверждения.

При постройке противоминных кораблей классов Nuon — Osprey и более поздних серий для изготовления различных элементов корпуса применялась вакуумная инфузия.

Большинство кораблей до настоящего времени находится в строю. Часть выведена в резерв. Некоторая часть передана другим странам.

Судостроение — очень интересная область человеческой деятельности. Наряду с удачными, рациональными решениями, многократно повторяющимися в серийных образцах, в нем достаточно распространены нетривиальные решения, расширяющие границы познания, но часто не имеющие большой прикладной ценности. Поговорим о таких решениях.

В ВМС Австралии, наряду с противоминными кораблями из композиционных материалов класса Nuon, на протяжении почти пятнадцати лет эксплуатировались рейдовые тральщики из композитов класса Вау.

По своей архитектурно-компоновочной схеме эти рейдовые тральщики представляли собой катамараны со средним расположением надстройки. Корабли были построены верфью Ramsay Fiberglass, дочерней компанией Carrington Slipways, расположенной в Томаго, Новый Южный Уэльс, Австралия (рисунок 6).

Противоминные корабли — катамараны класса Вау имели следующие проектные характеристики и главные размеры:

- водоизмещение — 170 т;
- длина — 31 м;
- ширина — 9 м;
- осадка — 2 м;
- скорость — 10 узлов;
- дальность хода — 1200 миль.

В качестве главных двигателей использовались два дизеля SACM-Pouaud 520-V8-S2 мощностью по 325 л. с. На вооружении противоминных кораблей были 2 телеуправляемых аппарата PAP-104, а также 2 пулемета калибра 12,7 мм.



Рисунок 6. Рейдовый тральщик класса Вау [3]

Корпуса катамарана были отформованы из стеклопластика и имели трехслойную структуру с вспененным средним слоем, который в свою очередь имел несколько слоев различной структуры. Утверждается, что металлические части в корпусах полностью отсутствовали.

Поскольку катамаранные суда по суше могут транспортироваться с большим трудом, то для постройки катамаранов была специально построена верфь. Рядом с верфью был построен небольшой спусковой бассейн у реки Хантер. Спуск построенного судна осуществлялся при помощи крана, переносившего построенное судно с построечной площадки в спусковой бассейн.

Предполагалась постройка серии противоминных кораблей класса Вау. Головной корабль был построен в 1986 году, а первый корабль установочной серии — в 1987 году. Был также заложен третий корпус. Четыре последующих корабля серии, которые были запланированы, так и не были построены.

Опытная эксплуатация построенных кораблей выявила существенные ограничения их эксплуатации по условиям мореплавания. Эксплуатация кораблей ограничивалась пределами района Сидней — Ньюкасл — Джервис-Бей. Поэтому в 1991 году было принято решение о прекращении строительства серии. Третий корпус находился на верфи до начала 2000-х годов. Построенные противоминные корабли класса Вау были официально приняты в состав ВМС Австралии только в 1994 году.

Корабли использовались, в основном, для проведения тренировок в прибрежных водах. В то же время противоминные корабли неоднократно развертывались за пределами района Сидней — Ньюкасл — Джервис-Бей вплоть до 1996 года.

В 2000 году оба корабля класса Вау были выведены в резерв. Они были окончательно выведены из эксплуатации 14 августа 2001 года, исключены из состава ВМС Австралии и в 2003 году проданы для проведения разминирования в Персидском заливе. **КМ**

Окончание обзора, включающее описание применения композитных материалов в военном кораблестроении Швеции, Норвегии и Дании, читайте на страницах последующих выпусков журнала «Композитный мир».

Холодников Ю. В.

Генеральный директор
ООО СКБ «Мысль» г. Екатеринбург



Не космос

Поговорим о промышленных полах — в буквальном смысле базисе всего производства: от ширпотреба до высокотехнологичных отраслей реального сектора экономики. Можно сколько угодно мечтать о развитии инновационных производств и завоевании мирового лидерства в космосе. Но лучше это делать, имея под ногами прочный, надежный, долговечный, красивый и безопасный пол, адаптированный под особенности конкретного производственного цикла. При этом иметь такой «фундамент» в виде хорошего промышленного пола более реалистично, чем колонизация Луны.

На рисунке 1 представлены виды промышленных полов, рекомендованные СП-29.13330.2011 и дополненные автором в части расширения предложений по этой теме. Несмотря на кажущееся многообразие предложений по видам материалов и устройству покрытий для полов промышленных предприятий с тяжелыми видами нагрузок (абразивный износ, ударное и химическое воздействие, влага и масляные проливы), на самом деле выбор невелик и ограничен 3–4 реальными вариантами исполнения.

Если кратко резюмировать основные недостатки представленных на рисунке 1 видов промышленных полов, то получится следующая картина:

- заливные бетонные полы — впитывают влагу, масло и другие жидкости, ограниченно стойки к химическому воздействию, пылят, не держат ударные нагрузки;
- наливные полы (пленочные покрытия) — не должны подвергаться ударным воздействиям, ограниченно ремонтпригодны, скользкие при проливах жидкостей, не предназначены для движения тяжелого транспорта, при пожаре выделяют диоксины;
- рулонные покрытия — предназначены для

эксплуатации в условиях слабых нагрузок всех видов.

Плиточные покрытия лишены многих из перечисленных выше недостатков, однако и здесь есть свои особенности в применении и допустимые области эксплуатации.

Целью настоящей статьи является ознакомление заинтересованной в данной информации аудитории с новым, не включенным СП-29.13330.2011 в перечень видов промышленных полов покрывным материалом в виде плит/плиток из полимербетона, обладающих существенными эксплуатационными преимуществами перед другими видами аналогичной продукции. Особенностью представленного материала служит тот факт, что преимущества полимерной плитки будут описаны не голословно, а на основании проведенной в ООО СКБ «Мысль» серии исследований и сравнительных испытаний различных видов материалов и изделий.

На рисунке 2 графически представлены результаты испытаний различных видов материалов на сжатие по контрольным образцам согласно ГОСТ 10180–2012.

На рисунке 2 показаны сравнительные испытания на статическое сжатие следующих материалов:

Применение

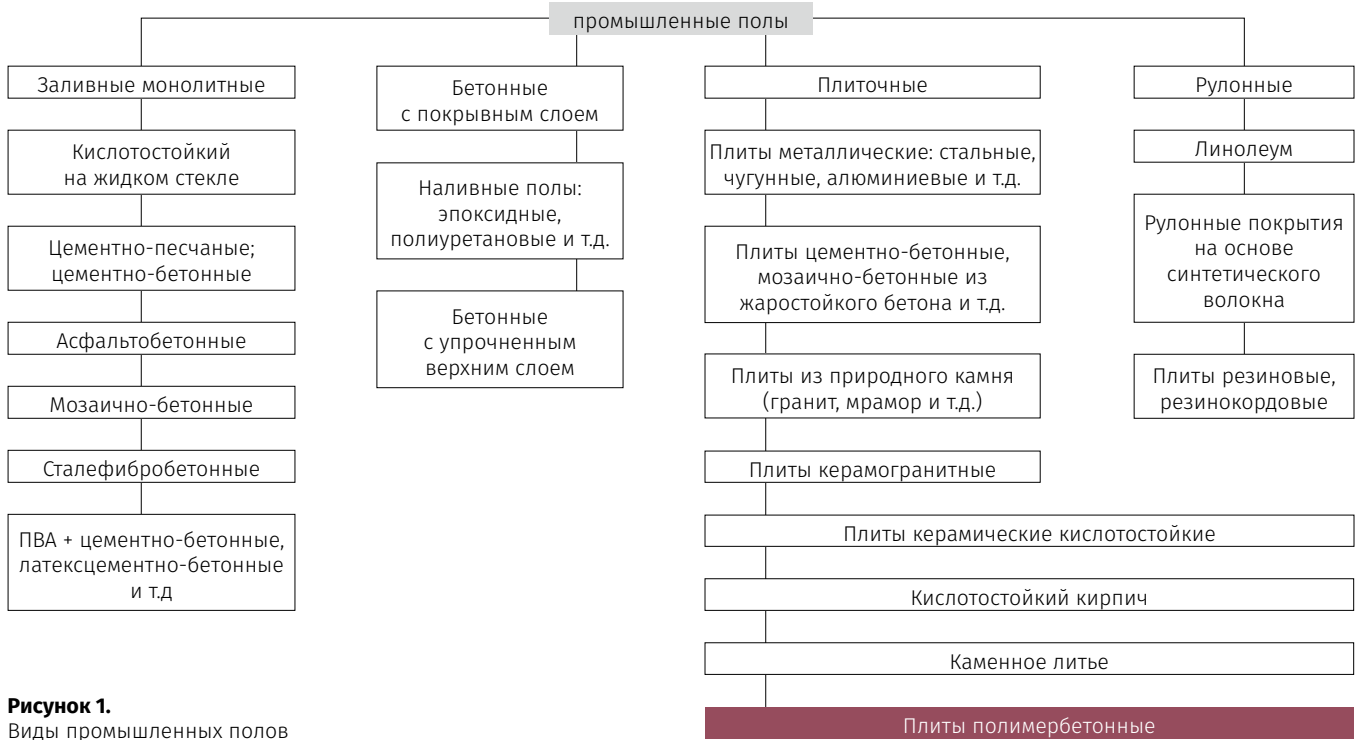


Рисунок 1. Виды промышленных полов

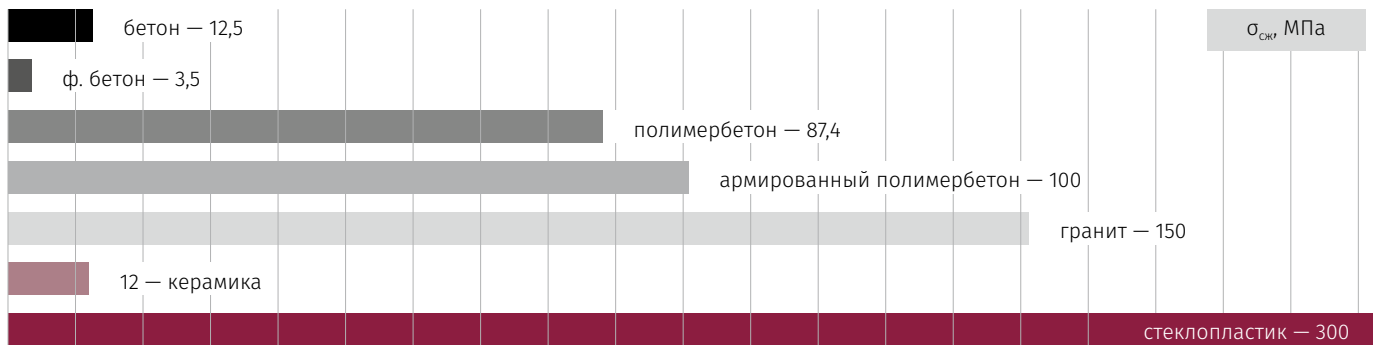


Рисунок 2. Результаты испытаний различных видов материалов на сжатие по контрольным образцам согласно ГОСТ 10180–2012



Рисунок 3. Результаты испытаний различных видов материалов на изгиб

- **бетон** — мелкозернистый строительный отсев с цементом в соотношении 70/30%;
- **ф. бетон** — фибробетон на строительном отсеке, цементе с добавлением рубленого ровинга (20–70 мм) в соотношении 68/30/2% по массе;
- **полимербетон** — строительный отсев на полиэфирном связующем в соотношении 80/20%;
- **армированный полимербетон** — строительный отсев на полиэфирном связующем с добавлением рубленого ровинга в соотношении 78/20/2% по массе;
- **гранит** — натуральный камень в виде плитки (предел на сжатие взят из открытых источников);
- **керамика*** — керамическая плитка (усредненные данные на сжатие взяты из открытых источников);
- **стеклопластик*** — композитная плитка на полиэфирном связующем и стеклоармирующим материале (данные на сжатие взяты из открытых источников).

На рисунке 3 графически представлены результаты испытаний вышеперечисленных материалов на изгиб.

* — последние три материала приведены для сравнения

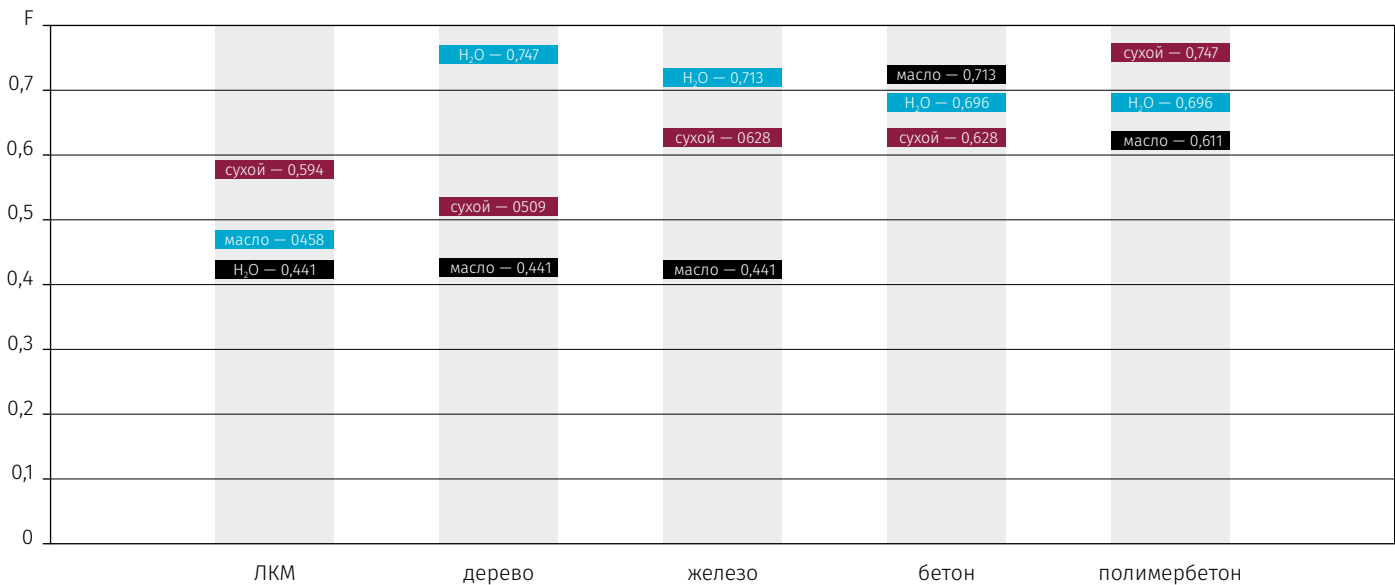


Рисунок 4. Коэффициент трения (F) резины по плитам из различных материалов

Приведенные данные прочностных испытаний различных строительных материалов наглядно продемонстрировали существенное преимущество полимербетона, по сравнению с бетоном и фибробетоном. Полимербетон как дисперсно-наполненный композит уступает стеклопластику ввиду различий в составе композита.

Важной эксплуатационной характеристикой промышленного пола является его «скользкость» из-за возможных проливов технологических жидкостей. В качестве критерия оценки данного параметра мы выбрали коэффициент трения (F) резины по плитам из различных материалов. На рисунке 4 представлены результаты наших экспериментов.

Резиновый кирпич массой 5 кг под собственным весом перемещали по различным горизонтальным поверхностям:

- «сухой» — сухая, несмоchenная поверхность;
- «H₂O» — поверхность, смоченная водой;
- «масло» — поверхность, смоченная машинным маслом;
- «лкм» — поверхность, покрытая толстослойной эмалью;
- «дерево» — деревянная поверхность (фанера);
- «железо» — стальной лист;
- «бетон» — бетонный пол;
- «п. бетон» — плита из полимербетона.

На первый взгляд хаотичное значение коэффициента трения для различных смачивающих жидкостей и типов поверхности вполне объяснимо. Для нас главным критерием служат коэффициенты трения по полимербетону, которые выше аналогичных показателей для других экспериментальных случаев. Следовательно, полимербетонный пол менее «скользкий», то есть более безопасный для промышленных условий эксплуатации.

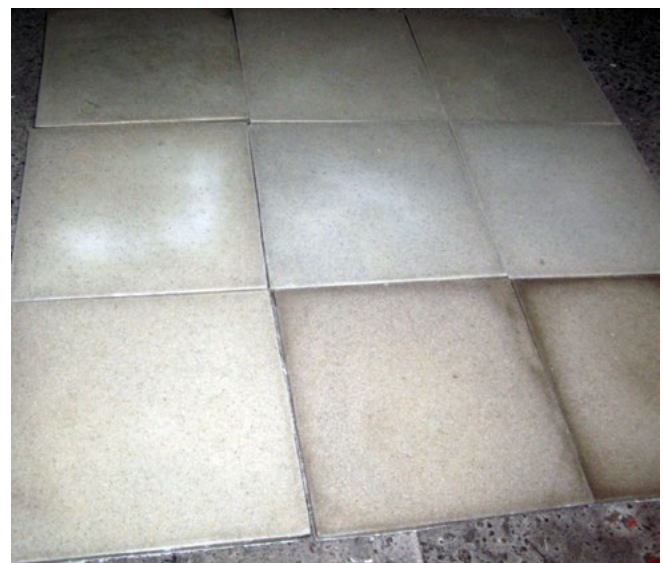
В настоящей статье не приводятся данные исследований полимербетона на стойкость к различным химическим средам. Поскольку этой теме ранее мы уже уделяли должное внимание и со всей ответ-

ственностью можем говорить об отличной химической стойкости в широком диапазоне агрессивных жидкостей и газов. Данные по химической стойкости дисперсно-наполненных композитов применительно к различным видам футеровочных материалов приведены, например, в книге [1].

В настоящее время разработаны и изготовлены опытные партии половых плит, различных по конструктивному исполнению, составу наполнителей, типу связующих. Рассчитана себестоимость и обоснована экономическая целесообразность применения данного вида строительных материалов, подготовлены рекламные продукты. Готовится производство, и получены первые заказы. **КМ**

Литература

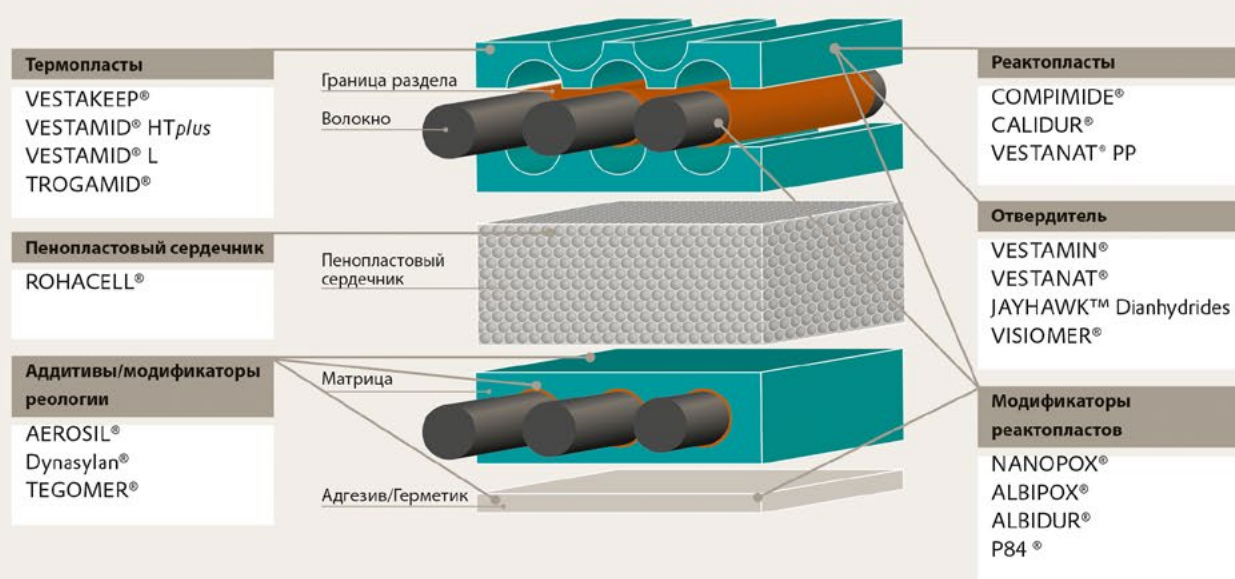
1. Холодников Ю. В. Футеровка оборудования полимерными композитами. Теория, исследования и практика химической защиты. — М.: Науч. обозрение, 2019. — 285 с.



Полимерная (композитная) половая плитка 500×500×30 мм

Композитная сэндвич система

Понимание всех аспектов сложной системы –
ключ к решению поставленных задач



.....

Подробная информация на www.evonik.com/composites



КОМПОЗИТ-ЭКСПО

Тринадцатая международная специализированная выставка

8 - 10 сентября, 2020

Россия, Москва,
ЦВК «Экспоцентр», павильон 3



Основные разделы выставки:

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



выставка
участник
системы



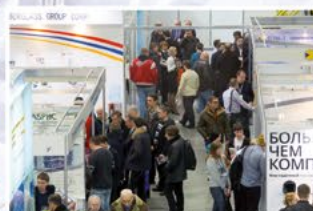
независимый
выставочный
аудит

Параллельно проводится выставка:



ПОЛИУРЕТАНЭКС

Двенадцатая международная специализированная выставка
www.polyurethane.ru



Специальный
раздел:
**КЛЕИ И
ГЕРМЕТИКИ**



Информационная поддержка:



Дирекция:

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

Организаторы:



YouTube youtube.com/user/compoexporusia @compoexporus @ocompo