

КОМПОЗИТНЫЙ МИР

#6 (93) 2020



PATCH



Материалы для производства КОМПОЗИТНЫХ ИЗДЕЛИЙ:

Смолы и отвердители

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

Армирующие материалы

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

Оборудование для RTM и инфузии

Разделительные составы

- Грунты для форм
- Очистители для форм
- Полупостоянные разделители

Материалы для производства оснастки

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

Адгезивы и клеи

- Полиэфирные пасты
- MMA клеи
- Крепёжные элементы



COMPOSITES & POLYURETHANES
BANG & BONSUMER



BANG & BONSUMER
DELIVERING SMART MATERIAL TECHNOLOGIES

ООО Банг и Бонсомер, Москва

Отдел композиционных материалов

Телефон: +7 (495) 258 40 40 доб. 116

e-mail: rus-composites@bangbonsomer.com



Дорогие друзья!

В 2020 году мы все смогли увидеть, каким хрупким оказывается равновесие в этом мире.

Год подошел к концу. Время подводить итоги и обдумывать планы на будущее. 2020 был непростым, но мы справились. В этом году мы увидели зарождение нового формата профессионального общения, такого как онлайн мероприятия. Это был очень полезный опыт. Что касается планов на грядущий год, то в следующем году мы выпустим четыре номера журнала — по номеру в квартал. Связано это как с работой над нашим новым сайтом, так и с тем, что сотрудники нашей редакции, в том числе ваша покорная слуга, готовятся к защите кандидатских диссертаций.

Всем нашим читателям и авторам мы хотим сказать СПАСИБО за интерес к журналу и композитной отрасли! Надеемся, он не ослабнет в будущем году! Спасибо, что вы у нас есть!

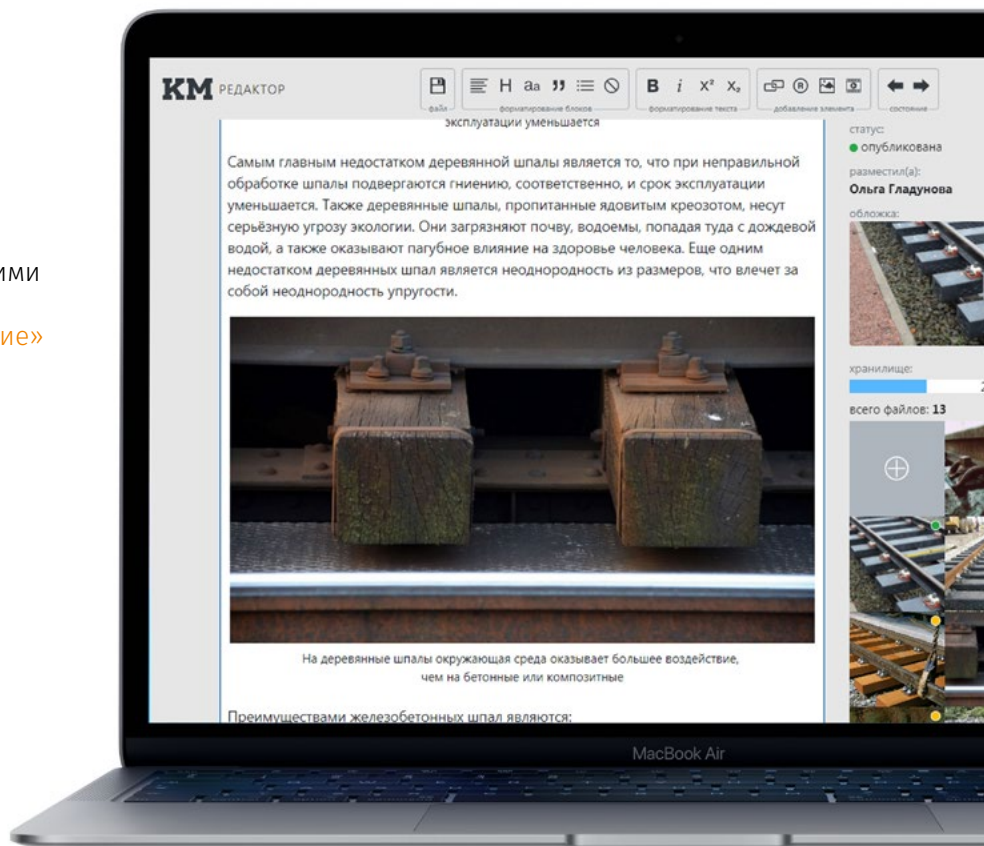
Нашим партнёрам-рекламодателям мы желаем успешного бизнеса, больших объемов и всегда быть в плюсе! Спасибо за вашу поддержку, за то, что в это непростое для бизнеса время вы были с нами! Будьте здоровы и верьте в лучшее!

С Новым годом и... читайте с пользой!

С уважением, Ольга Gladunova

Журнал «Композитный Мир» объявляет закрытое тестирование функционала своего нового интернет-портала.

Если вы хотите попробовать себя в написании статей на композитную тематику или поделиться существующими материалами, вы можете отправить письмо с темой «[заявка на тестирование](#)» на адрес электронной почты: editor@kompomir.ru





Научно-популярный журнал
Композитный мир
#6 (93) 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 28.12.2020

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

Адрес редакции:

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

Научные консультанты:

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

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

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

* За содержание рекламных объявлений
редакция ответственности не несет.

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



www.instagram.com/kompomir



www.vk.com/club10345019



www.facebook.com/groups/1707063799531253



Новости

Российские новости.....6

Мировые новости.....19

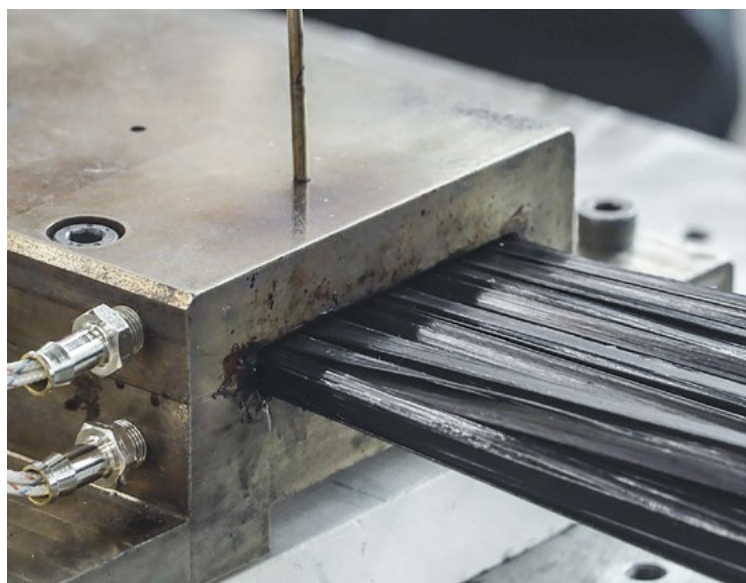
Отрасль

2020 год или жизнь в новых реалиях.....26

III Международный форум
«Ключевые тренды в композитах:
наука и технологии».....28

Рынок ненасыщенных полиэфирных смол,
винилэфирных смол и гелькоутов в России —
характеристика и перспективы.....32

По итогам VIII форума
«Композиты без границ».....38





Материалы

Герметизирующий жгут Контур-230
для высокотемпературных процессов..... 42

Конструкционный ПВХ пенопласт..... 44

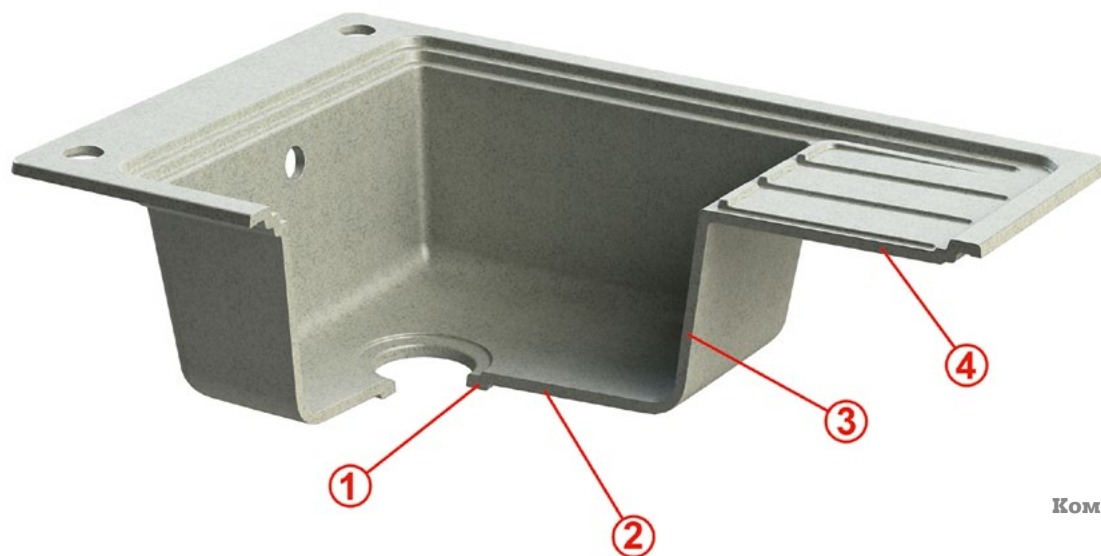
Технологии

Оптимизация конструкции
стеклопластиковых форм и матриц..... 46

Наука

Особенности проектирования
комбинированных композитных
оболочек давления различных
геометрических форм..... 54

Отраслевые мероприятия на 2021 год..... 60



РХТУ и UMATEX инициировали открытие инжинирингового центра полимеров и композитов

Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева (РХТУ) и компания UMATEX Group ГК «Росатом» (UMATEX Group) инициировали создание совместного R&D Центра (инжинирингового центра, ИЦ) индустрии новых полимерных и композитных материалов. Он будет концентрировать в себе компетенции, необходимые для реализации проектов полного инновационного цикла «под ключ» по уровням готовности TRL 1-9 (то есть, в рамках полного инновационного цикла), включая интеграцию компетенций и услуг, доступных на рынке России и за рубежом, сборку консорциумов и аутсорсинг.

Партнеры провели комплексные маркетинговые исследования рынка и выяснили, что планируемые разработки ИЦ не только будут востребованы отраслевыми компаниями, но и придут новый импульс развитию отрасли полимеров и композитов, а также химическому машиностроению. Разработки инжинирингового центра в ближайшем будущем могут быть использованы в производстве нового отечественного магистрального самолета MC-21-300, а также в оборонной и атомной промышленности.

ИЦ создается на базе химико-технологического вуза с большим опытом реализации инжиниринговых проектов (объем выполненных НИР/НИОКР за 2019 год — 618 млн. руб., за 2020 год свыше 1,2 млрд. руб., из которых проектирование и инжиниринг в 2019 году — 211 млн. руб., в 2020 — 413 млн. руб.). Ключевым индустриальным партнером выступает АО «НПК «Химпром-инжиниринг» (UMATEX, Госкорпорации «Росатом»).

Основными задачами центра станут инжиниринг и реинжиниринг, создание новых химических составов вместе с технологиями их производства. Наряду с проведением компьютерной симуляции физических и химических процессов, уникальная команда специалистов центра собирается работать над построением «умных» цифровых теней и цифровых двойников в нефтехимической и химической промышленности. Планируется также развитие систем виртуальной и дополненной реальности, искусственного интеллекта, глубокого машинного обучения. Особое внимание уделено автоматической оптимизации на основе CAE и CAO-систем мирового уровня от ANSYS, Heeds,

Dassault, Aspentech. К работе в центре привлечены опытные специалисты области конструкторской и технологической подготовки производства, а также компьютерного моделирования и 3D проектирования.

В России спрос на услуги инжиниринговых центров превышает предложение, особенно в области химического машиностроения и подбора оборудования для производства химических компонентов, а также готовых композиций и изделий на их основе. Из множества существующих отечественных инжиниринговых центров ни один не удовлетворяет запрос на создание специального химического машиностроения в области полимерных материалов и полимерных композиционных материалов. Создаваемый Центр может закрыть эти потребности.

Развитие отрасли невозможно без подготовки новых кадров. Поэтому, по словам ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева Александра Мажуги, у заинтересованных студентов, выпускников и партнеров появится возможность освоить разные уровни подготовки: от среднего профессионального образования до аспирантуры и программ дополнительного профессионального образования.

«Подготовка кадров, способных к быстрой реакции на изменения — одна из ключевых задач университета. Совместно с Umatex мы запустили магистерскую программу, ориентированную в основном на практику. Начиная с 2021 года, мы планируем готовить композитчиков на всех уровнях профессионального образования. В проведении теоретических и практических занятий участвуют ведущие специалисты компании Umatex, а структура самой программы корректируется в реальном времени, опираясь на анализ рынка», — рассказал ректор.

Предполагается, что заказчиками нового ИЦ станут предприятия композитной отрасли и индустрии пластмасс, а также волоконных производств и других предприятий химической и нефтехимической отрасли, в том числе АО «Композит», АО «Аэрокомпозит», ФГУП ВНИИА, «Газпромнефть», «Сибур», «Роснефть» и др.

muctr.ru
www.aviaport.ru

Для таганрогской авиатехники создают двигатель с элементом из нового композита

На весну следующего года намечены испытания газогенератора для двигателя ПД-8. В перспективе новинку будут устанавливать на самолеты-амфибии Бе-200, которые производит таганрогский авиастроительный комплекс имени Бериева, и на суперджеты-100. Базу двигателя можно будет применять и для вертолетов. Об этом пишет ТАСС, ссылаясь на Виктора Полякова, управляющего директора «ОДК-Сатурн» (входит в двигателестроительное объединение госкор-

порации «Ростех»). Суть новации — использование композитных лопаток.

ТАСС пишет, что работы по созданию новинки ведутся в Рыбинске. Лопатку изготавливают на специальном ткацком станке, в составе нитей — композитные материалы. Разработчики рассчитывают получить сертификат в 2023 году.

tass.ru, gorodn.ru

Хоккеист Алексей Яшин проведет мастер-классы для детей и взрослых на катке ГУМа с клюшками «Заряд»

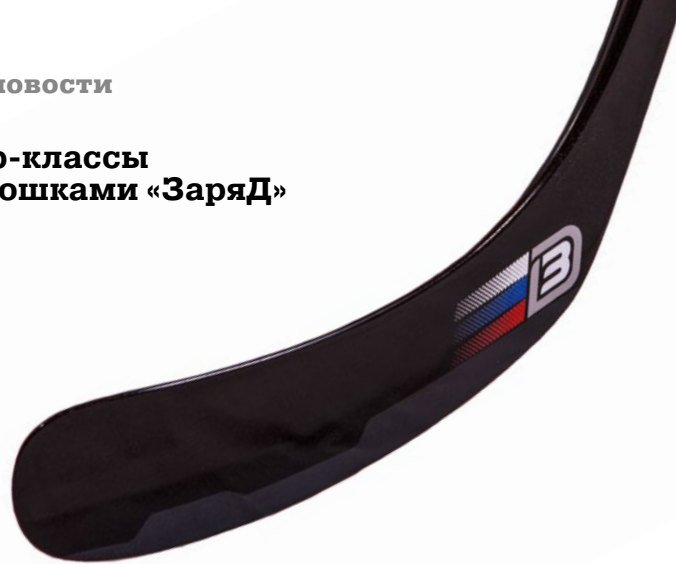
С 5 декабря 2020 г. по 20 февраля 2021 г. на территории главного катка страны — ГУМ-катка — для всех желающих состоятся обучающие мастер-классы от Заслуженного мастера спорта, чемпиона мира по хоккею 1993 года Алексея Яшина, серебряного призера Олимпийских игр 1998 года.

Проект проводится с целью популяризации хоккея, спорта и активного образа жизни.

В рамках проекта состоятся 20 обучающих мастер-классов, в которых каждый желающий сможет попробовать себя на льду под руководством легенды Российского хоккея.

Во время занятий именитый спортсмен Алексей Яшин поделится с участниками мастер-классов своими профессиональными секретами и покажет коронные приемы. В ходе мастер-класса каждый сможет почерпнуть для себя что-то новое и применить это позже, играя с друзьями.

Познавать новые приемы в хоккее вместе с именитым хоккеистом детям и взрослым помогут наши композитные клюшки «Заряд». Компания «Заряд» выпустила на рынок третьего поколения клюшек для сезона 2020-2021г. Новые клюшки, изготовленные с применением композитных материалов UMATEX Росатом, имеют улучшенные характеристики относительно массы и прочности, а также обладают ярким дизайном. Вес одной клюшки составляет всего 390



грамм. В создании клюшек используются препреги (тканые материалы, пропитанные связующим) на основе углеродного волокна, которые создаются на предприятии UMATEX в Москве.

Уникальностью проекта является его доступность, каждый желающий сможет бесплатно оформить прокат коньков и получить в подарок клюшку «Заряд» и джерси в фирменных цветах проекта.

В мероприятии примут участие жители Москвы, Московской области, а также учащиеся детских домов.

Проект реализуется при поддержке Министерства спорта Российской Федерации в рамках Федерального проекта «Спорт-Норма жизни».

Пресс-релиз компании UMATEX

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



Производство композитов для охлаждения электроники сделали дешевле в разы



Для этого российские материаловеды использовали синтетический каучук и карбид кремния.

Российские исследователи разработали дешевую технологию синтеза хорошо проводящих тепло полимерных композитов. В качестве сырья ученые использовали синтетические каучуки и карбид кремния.

«Получившийся после термообработки материал выдерживает температуры до 300°C, хорошо отводит тепло и при этом почти не проводит ток. То есть его можно использовать в системах отвода тепла от различных электронных устройств», — прокомментировал один из авторов работы, старший научный сотрудник НИТУ «МИСиС» Андрей Степашкин.

Одна из главных проблем многих современных электронных чипов и устройств состоит в том, что они перегреваются при высоких нагрузках. Чтобы избавиться от этой проблемы, конструкторы подобных микросхем и устройств используют охлаждающие системы, то есть радиаторы, вентиляторы, пасты и клейкие составы, которые ускоряют передачу тепла.

Как правило, для изготовления элементов подобных систем охлаждения используются хорошо проводящие тепло металлы, такие как медь и алюминий. Это, однако, далеко не всегда возможно из-за того, что металлы проводят ток, отличаются высокой плотностью и плохо сопротивляются коррозии. Поэтому физики, химики и материаловеды уже много лет пытаются создать изолирующие полимерные материалы, которые могут хорошо проводить тепло и лишены подобных недостатков.

Ученые из НИТУ «МИСиС» и Института электрофизики Уральского отделения РАН сделали большой шаг к решению этой проблемы. Они придумали, как можно синтезировать подобный полимерный композитный материал, который отличается высокой теплопроводностью и низкой стоимостью производства.

Его структура представляет собой трехмерную решетку из нитей синтетического каучука, между которыми находятся частицы карбида кремния — соединения хорошо проводящего тепло. Подобные материалы создавались и раньше, однако преимущество российской разработки состоит в том, что производство нового материала почти в десять раз дешевле, а его теплопроводящие характеристики — лучше, чем у уже существующих аналогов.

Чтобы получить подобный композит, достаточно смешать карбид кремния и каучук и пропустить их через вальцы, который движется с особо подобранной скоростью и направлением вращения. В результате частицы первого вещества окажутся внутри полимера и равномерно распределятся внутри него, поэтому в матрицу из синтетического каучука можно вводить очень много карбида кремния. Получившуюся смесь вулканизируют и насыщают углеродом при низких температурах. Благодаря этому материал приобретает нужную форму и механические характеристики.

«При такой технологии образуется очень мало отходов — эластомерная масса не только однородна, но и по своему поведению подобна пластилину или глине. Все остатки после раскрытия заготовок можно тут же использовать повторно», — пояснил Степашкин.

По его словам, аналогичным образом можно производить и другие полимерные композиты, используя иные типы наполнителей, в том числе углеволокно или нитрид бора. Это значительно расширит их применение на практике, заключают ученые.

nauka.tass.ru

Полиэфирные смолы **Aropol, Polaris, Hetron**

Эпоксивинилэфирные смолы **Derakane, AME**

Гелькоуты **Maxguard, Enguard**

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

Системы отверждения **Nouryon**

Оборудование для стеклопластика **Graco**

Стекломатериалы

Вспомогательные материалы



ГРУППА КОМПАНИЙ
КОМПОЗИТ

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



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

www.composite.ru

Инженеры МАИ работают над повышением безопасности самолётов с композитным крылом

Сотрудники лаборатории № 2 научно-исследовательского отдела кафедры 101 «Проектирование и сертификация авиационной техники» Московского авиационного института работают над проектом, который позволит повысить уровень безопасности самолётов с композитным крылом. Речь идёт о разработке методологии моделирования авиационных конструкций из композиционных материалов с учётом ударных воздействий.

В частности, методология позволит рассчитать достаточную прочность крыла, чтобы избежать его расслоения и фатальных последствий при взрыве авиационной шины (пневматика).

«Композит, в отличие от металла, хрупкий материал. А пневматики быстро изнашиваются из-за высоких нагрузок и больших скоростей и могут взрываться как в момент разбега, так и после взлёта при убранном шасси, — рассказывает руководитель проекта Егор Назаров. — Поэтому кессон крыла и центроплана для любого пассажирского или военного самолёта

должен быть рассчитан с учётом таких явлений».

Работа специалистов МАИ уникальна тем, что учитывает не только взрыв самого пневматика и удар по обшивке крыла, но и воздушную ударную волну, а также гидравлический удар топлива в кессонном баке. В рамках проекта разработано шесть конечно-элементных моделей, выполнены расчёты четырёх из семи задач. Получить конечный результат планируется к марту 2021 года.

Результат может быть использован при разработке крыла широкофюзеляжного дальнемагистрального самолёта CR929. Применение методологии может позволить достичь достаточной прочности крыла и избежать повреждения конструкции прототипов и опытных кессонов при статических и ресурсных прочностных испытаниях, что существенно экономит вложенные в разработку средства, учитывая, что стоимость кессона крыла составляет порядка 10 млн. долларов.

www.aex.ru

АО «ЦНИИ «Курс» завершил испытания самовосстанавливающихся аварийно-спасательных стеклопластиковых шлюпок

АО «ЦНИИ «Курс» совместно с АО «Нордик Инжиниринг» и АО «Судостроительный завод «Море» завершило испытание первых в истории современной России самовосстанавливающихся аварийно-спасательных стеклопластиковых шлюпок. Работа выполнялась в рамках опытно-конструкторской работы (ОКР) по заказу Минпромторга России с целью реализации плана импортозамещения.

При изготовлении шлюпок был применён метод вакуумной инфузии. Главные размерения шлюпок: длина наибольшая корпуса — 6,62 м и 7,6 м; длина по ватерлинии — 6,46 м и 7,42 м; ширина — 2,42 м и 2,8 м; вместимость — 37 и 55 чел.; масса с полной загрузкой 6,82 т и 8,96 т; эксплуатационная скорость — 6 узлов; автономность по запасу топлива — 24 часа.

Проект был одобрен ФАУ «Российский морской регистр судоходства» в 2019 году и учитывает требования резолюции IMO MSC.81(70) «REVISED RECOMMENDATION ON TESTING OF LIFESAVING APPLIANCES» (Пересмотренные рекомендации по испытаниям спасательного оборудования, принятые 11 сентября 1998 года).

К достоинствам новой российской шлюпки относится оптимизированная конструкция корпуса: рубка и кап выполняются неразъёмными, что позволяет уменьшить вес шлюпки, количество крепежа и стоимость. Конструкция корпуса позволяет извлекать пострадавшего через кормовую дверь.

Шлюпки на 60% оснащены оборудованием российского производства. При этом в серийном производстве данный показатель возможно повысить до 100% за счёт установки российских аккумуляторов, главного двигателя и пр.

Испытания, включающие в себя 16 позиций (18 —



для исполнения с огнезащитой) были завершены в декабре 2020 года. В числе прочих — проведены испытания аварийной остойчивости, на опрокидывание с затоплением, «удар о стену», «сброс на воду» и пр. Шлюпки в огнезащищённом исполнении прошли испытания на огнестойкость, в рамках которых в течение 10 минут были подвержены горению в специализированном бассейне. Результаты всех испытаний показали эффективность принятых проектных решений.

Разработанный проект свидетельствует о возможности организации серийного производства самовосстанавливающихся аварийно-спасательных стеклопластиковых шлюпок на территории Российской Федерации для обеспечения существующей потребности у российских заказчиков.

www.c-sko.ru

Проектная мощность завода «Татнефть-Алабуга Стекловолокно» выросла в 1,5 раза

Проектная мощность завода «П-Д Татнефть-Алабуга Стекловолокно» выросла с 20,7 до 30,5 тыс. тонн в год. Об этом сообщил директор предприятия Ильвир Саттаров в интервью газете «Нефтяные вести».

Недавно завод, являющийся совместным проектом компании «Татнефть» и немецкой — Preiss-Daimler Group, отметил 10 лет с тех пор, как здесь была получена первая стеклонить.

«Проектная мощность завода составляла 20,7 тыс. тонн стекловолокна в год. В последующем объемы увеличились до 24 тыс. тонн. А сегодня наши мощности позволяют производить до 30,5 тыс. тонн продукции в год», — рассказал Саттаров.

По его словам, глобальный рынок стеклокомпозитов

ежегодно растет на 8–10%. Внедрение композитов рассматривается в новых направлениях бизнеса — водородной энергетике, в новых моделях арктических ледоколов, в строительстве атомных станций.

«Более 70% произведенной на заводе продукции поставляется в 22 региона России и в страны СНГ, около 30 % — в 12 стран Европы. Нам удалось интегрироваться в мировую систему производства и переработки стекловолокна, мы расширили ассортимент с 4 до 8 видов продукции. Сегодня ассортиментная база насчитывает более 180 наименований», — сказал директор завода.

www.tatar-inform.ru

В ААК «Прогресс» проведена реконструкция цеха композитных материалов



Арсеньевская авиационная компания «Прогресс» им Н. И. Сазыкина холдинга «Вертолеты России» (Приморский край, входит в «Ростех») завершила реконструкцию цеха производства деталей, агрегатов и лопастей из полимерных композиционных материалов. Работы проводились в рамках Государственной программы Российской Федерации «Развитие оборонно-промышленного комплекса», сообщается в пресс-релизе компании.

В настоящее время полимерные композиционные материалы (ПКМ) все шире применяются в авиационной технике, а доля агрегатов и узлов, изготовленных из ПКМ, в гражданской авиационной технике достигает 50%. Поэтому цех производства деталей, агрегатов, лопастей из ПКМ в ААК «Прогресс» является важным звеном в выпуске боевых и гражданских вертолетов, где изготавливаются уникальные детали, длина которых достигает 7 м.

«Все работы по реконструкции были разбиты на два этапа. На первом были заменены все инженерные коммуникации и установлено новое технологическое оборудование. Второй этап проекта, выходящий за рамки ГП ОПК, где мы привлекли собственные средства, заключался в выполнении общестроительных работ и доведении производства до требуемых параметров по классу чистоты помещений, температурно-влажностному режиму, пожарной безопасности,

вентиляционной системы», — рассказал директор по техническому перевооружению и модернизации ААК «Прогресс» Константин Юрьев.

В рамках второго этапа была полностью заменена система управления автоклавом на современную автоматизированную цифровую систему, закуплена и введена в эксплуатацию окрасочно-сушильная камера, роботизированный раскройный комплекс, пропиточная машина, пятикоординатный станок ультразвуковой резки для обработки изделий из ПКМ.

С появлением нового оборудования возросла и производительность труда. Производство теперь сконцентрировано в одном цехе, что существенно экономит рабочее время, а на некоторых участках ручной труд полностью заменен на автоматизированный.

В цехе также полностью заменены инженерные коммуникации — энергетические сети, водопровод, канализация, отопление, вентиляция. Внутри корпуса произведен капитальный ремонт, устроены новые антистатические напольные покрытия, отремонтированы стены и потолки, заменено освещение, смонтированы и введены в эксплуатацию климатические системы.

Последние не только обеспечивают комфортную для персонала температуру, но и поддерживают необходимый при изготовлении изделий из ПКМ температурно-влажностный режим. Изменился и внешний вид корпуса — отремонтированы фасад и кровля.

«Вертолеты России» — один из мировых лидеров вертолетостроительной отрасли, единственный разработчик и производитель вертолетов в России, а также одна из немногих компаний в мире, обладающих возможностями проектирования, производства, испытаний и технического обслуживания современных гражданских и военных вертолетов. Холдинг «Вертолеты России» входит в структуру Госкорпорации «Ростех».

rhc.aero

«НЦК» изготовил в 2020 году 1500 дорожных плит из полимерных композитов



«Нанотехнологический центр композитов» (НЦК), входящий в инвестиционную сеть Фонда инфраструктурных и образовательных программ Группы «РОСНАНО», изготовил и отгрузил заказчикам в 2020 году 1500 дорожных плит из полимерных композитов на основе резиновой крошки. Этого количества достаточно, чтобы проложить 3 км прочной и широкой дороги в труднодоступных местах, либо застелить два футбольных поля. Получателями продукции стали как российские, так и зарубежные компании.

Мобильные дорожные покрытия НЦК не только дают возможность передвигаться тяжелой технике в труднопроходимой местности, включая болота, песчаные и глинистые грунты, но и снижают негативное воздействие на окружающую среду. И дело не только в том, что они производятся из переработанных материалов: в частности, в 2020 году для их изготовления понадобилось почти 1,2 тыс. т резиновой крошки, что позволило утилизировать

более 250 тыс. автомобильных шин. Использование легких композитных плит резко снижает трудо- и энергозатраты на строительство временных дорог, а после их переноса природная среда быстро восстанавливается.

Несмотря на то, что плиты НЦК весят в 3 раза меньше бетонных, они выдерживают даже разворот гусеничной техники весом более 110 тонн. Немаловажно, что каждую плиту можно использовать для строительства новых дорог более 20 раз.

Обычно мобильные дорожные плиты применяют для сооружения в максимально короткие сроки проездов и площадок для работы тяжелой техники в труднодоступных районах: при укладке трубопроводов, для обустройства вертолетных площадок, строительства вахтовых поселков, при ликвидации чрезвычайных ситуаций.

www.rusnano.com

АНО «еНано» совместно с МИЦ «Композиты России» провели онлайн-семинар о композитных материалах

3 декабря АНО «еНано» и МИЦ «Композиты России» МГТУ им. Н.Э. Баумана при поддержке Фонда инфраструктурных и образовательных программ (Группа РОСНАНО) провели совместный онлайн-семинар «Новые материалы — новые возможности».

На семинаре ведущие эксперты рассмотрели текущее состояние рынка композиционных материалов в России, его потребности и перспективы. Заместитель директора МИЦ «Композиты России» МГТУ им. Н.Э.Баумана Маргарита Стоянова представила кейс центра «Композиты России» по изучению цифрового материаловедения в виртуальной реальности (VR).

Специалисты МИЦ «Композиты России» также рассказали о производстве продуктов инженерной деятельности и их интеграции, а также о самовосстанавливающихся связующих из биовозобновляемого

сырья, термопластичных композиционных материалах, мировое производство которых составляет 245 млн т. Кроме того, была затронута тема роста рынка базальтового волокна. По словам Федора Улиткина, руководителя проектов дивизиона «Композиты» МИЦ «Композиты России», к 2025 году объем мирового рынка базальтовых волокон превысит 400 \$ млн.

Специальный гость мероприятия — профессор Университета Лёвена (Бельгия) (группа «Композиционные материалы» в департаменте инженерного материаловедения) Степан Ломов. Он рассказал о «второй волне» интереса к нанотрубкам и об их применении.

edunano.ru
emtc.ru

Производство композитных баллонов создадут в ОЭЗ «Кулибин»

Минэкономразвития РФ зарегистрировало первых резидентов в особой экономической зоне (ОЭЗ) промышленно-производственного типа «Кулибин» (г. Дзержинск, Нижегородская область).

Среди первых резидентов компания «РТ — Композитные газовые баллоны» (производство газовых баллонов из полимерных композитов).

15 декабря в дистанционном формате прошло первое заседание Наблюдательного совета особой экономической зоны «Кулибин», находящейся в Нижегородской области. Своим решением Совет утвердил перспективный план развития ОЭЗ. В мероприятии приняли участие губернатор Нижегородской области Глеб Никитин и заместитель Министра промышленности и торговли Российской Федерации Михаил Иванов.

Приоритетными направлениями развития площадки «Кулибин» являются производство химических веществ и продуктов, модульно-передвижных газозаправочных комплексов, фармацевтической продукции; создание резиновых и пластмассовых изделий, а также товаров из композитов и автокомпонентов.

Как сообщалось ранее, «РТ — Композитные газовые баллоны» (100% долей принадлежит ДПО «Пластик») планирует вложить 1,2 млрд рублей в создание производства композитных газовых баллонов на территории ОЭЗ «Кулибин». Баллоны будут производиться, в том числе, для автомобильного транспорта и газозаправочных комплексов. Запуск производства запланирован на 2021 год. Проектная мощность составит 60 тыс. полимерно-композитных газовых баллонов в год.

Особая экономическая зона промышленно-производственного типа «Кулибин» на территории муниципального образования городского округа города Дзержинска Нижегородской области была образована решением Правительства Российской Федерации в мае 2020 года. На сегодняшний день общая площадь ОЭЗ составляет 72,3 га. Однако на втором этапе ее планируется увеличить почти в семь раз, присоединив еще около 430 га, непосредственно примыкающих к ОЭЗ.

government-nnov.ru

TEN fab начал экспортные поставки 3D-принтеров Anisoprint



Контрактный производитель мехатроники, робототехники и медицинского оборудования — компания TEN fab (входит в Группу «ТехноСпарк» инвестиционной сети Фонда инфраструктурных и образовательных программ РОСНАНО) в декабре 2020 года изготовила и поставила в Европу партию из 100 принтеров компании Anisoprint.

Произведенные TEN fab 3D-принтеры Composer A3 и Composer A4 печатают композитные детали и оснастку для авиации, автомобилестроения, медицины и других отраслей. Принтеры Anisoprint используют BMW, Schunk и другие производственные компании.

TEN fab является контрактным производителем компонентов 3D-принтеров Anisoprint с 2019 года, а с июня 2020 года производит композитные принтеры под ключ: изготавливает корпуса, выполняет сборку, тестирует собранную технику и отправляет заказчику.

«Раньше мы изготавливали принтеры на контракт-

ном производстве в Германии, но из-за пандемии перенесли производство в Россию. TEN fab обеспечил такое же качество ведения проекта, как немецкие производители, при этом нам удалось снизить себестоимость продукта и внутренние издержки на контроль качества. Мы довольны работой и планируем продолжить сотрудничество с TEN fab», — заверил генеральный директор Anisoprint Федор Антонов.

Anisoprint — российско-европейская компания, которая разрабатывает и продает 3D-принтеры для печати композитных изделий, усиленных непрерывными углеродными или базальтовыми волокнами. Композиты, напечатанные по технологии анизопринтинга, в 30 раз прочнее обычного пластика, в 2 раза прочнее и легче алюминия.

www.rusnano.com
www.tenfab.ru

Композиционные материалы и оборудование для производства композиционных изделий

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

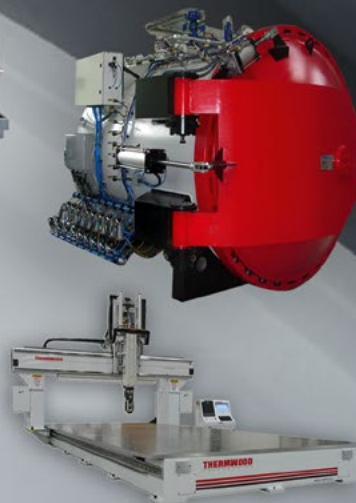
Mahr



Лабораторные сушильные шкафы и промышленные печи France Etuves (Франция)



Автоклавы для композитов и вулканизации резины OLMAR (Испания)



Оборудование для механической обработки пластиков Thermwood (США)



Гидравлические прессы для композитов Langzauner (Австрия)



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

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

carbonStudio
ВАШ ПАРТНЕР В ИННОВАЦИЯХ!

carbonStudio

По версии журнала Композитный мир

www.carbonstudio.ru

Лучший интернет-магазин

полимерных композиционных материалов

Оборудование для полимеризации
КОМПОЗИТОВ

www.apgroup-tech.ru

Узнавайте о наших акциях первыми

vk.com/carbonstudio.original

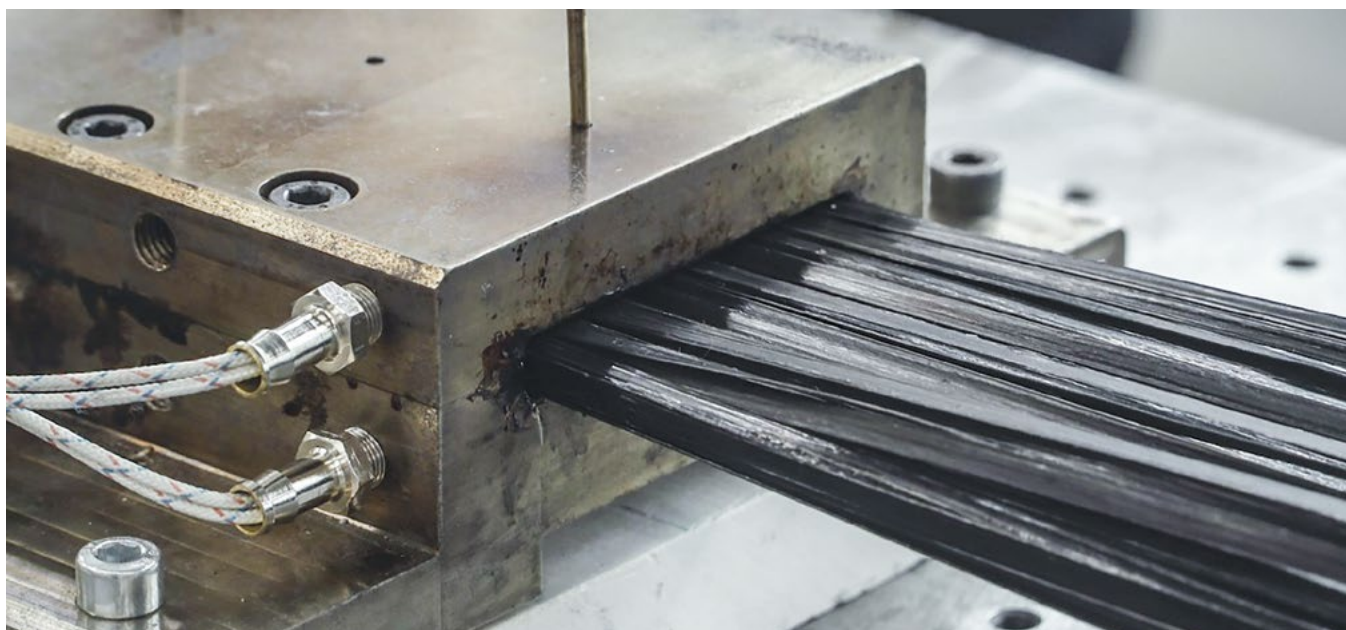
www.instagram.ru/carbonstudio.ru

Техническая информация на

www.tech.carbonstudio.ru



Ученым Сколтеха удалось оптимизировать процесс пултрузии композитных профилей



Группа ученых из Центра по проектированию, производственным технологиям и материалам (CDMM) Сколковского института науки и технологий (Сколтеха) и Университета Салерно (Италия) успешно решила задачу повышения эффективности процесса пултрузии и улучшения структурных свойств профилей за счет оптимизации скорости вытягивания волокна. Ученые установили и проанализировали влияние скорости вытягивания на интенсивность искажений формы профиля, изменения его механических свойств и образования трещин, а также отслаиваний матрицы в процессе пултрузии.

Результатом возросшего за последние годы интереса инженерного сообщества к армированным волокном полимерам стало широкое использование композитных конструкций. Среди огромного числа современных процессов производства композитов наиболее эффективным является процесс пултрузии, для которого характерна высокая производительность в сочетании с малым объемом отходов производства.

Как известно, на рынке строительных материалов существует острая конкуренция, вынуждающая

производителей искать новые пути повышения производительности при сохранении оптимальных структурных свойств производимых изделий.

Оптимизация процесса пултрузии предполагает детальное рассмотрение множества параметров, влияющих на качество конечного продукта. Одним из таких параметров является скорость вытягивания волокна. Для повышения эффективности и экономичности процесса пултрузии необходимо максимально увеличить скорость вытягивания волокна при сохранении качества производимых профилей на должном уровне.

Исследователям удалось найти оптимальную скорость вытягивания волокна и определить ее влияние на структурные свойства профилей. В частности, были проанализированы механические свойства профилей и исследованы такие технологические дефекты, как отслоения, растрескивания и деформации.

Полученные результаты открывают новые возможности не только для совершенствования производственного процесса, но и для разработки математической модели, которая позволит предсказать линейное упругое и вязкоупругое поведение профилей как в процессе изготовления, так и при их дальнейшем хранении.

«Результаты нашего исследования имеют важное значение, поскольку в предыдущих работах структурные свойства профилей рассматривались по отдельности, а анализ влияния скорости вытягивания на структурные свойства пултрузионных профилей, изготовленных при различных скоростях вытягивания, выполнялся без учета взаимосвязей между их свойствами. В данном исследовании нам удалось восполнить этот пробел», — отмечает первый автор исследования аспирант Сколтеха Александр Ведерников.



При восстановлении исторической вывески в Калуге используют композитные материалы

Вышедшие из строя детали исторической вывески «Храните деньги в сберегательной кассе» заменят деталями, изготовленными из композитных материалов.

Об этом на своей странице в Фейсбуке рассказал главный архитектор Калуги Алексей Комов: «При абразивной обработке 80% деталей оказались насквозь поражены ржавчиной и смешались с песком в труху. Они будут воссозданы из композитных материалов».

Алексей Комов рассказал, что вместе с руководителем организации, взявшей за восстановление вывески 1966 года, которая располагалась на доме №59 по ул. Ленина, сверили по уже составленным чертежам компоновку недостающих деталей, раскладку неоновых трубок и конструкцию монтажной рамы под вывеской. Оказалось, что старая конструкция пришла в негодность и в любой момент могла обрушиться.

«Высотная конструкция пришла в такое ветхое состояние, что в любой момент от ветровых нагрузок могла произойти трагедия. Демонтаж был произведен вовремя. Помимо идентичности для нас в приоритете вопросы долговечности и безопасности», — отметил Комов.

Напомним, что по инициативе Дмитрия Денисова городские власти занялись восстановлением исторической вывески «Храните деньги в сберегательной кассе!». После демонтажа специалисты по сохра-



нившимся неоновым трубкам определили, какими цветами светилась вывеска. Они будут воссозданы и в новой конструкции.

kgvinfo.ru



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

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

Подробнее на сайте
www.prepreg.ru



Минстрой России совершенствует нормативную базу для более широкого применения композитных материалов

Минстрой России отразит в нормативной базе новые подходы к методам расчета конструкций с полимерной композитной арматурой, а также уточнит требования к проектированию усиления конструкций композитными материалами.

Соответствующая работа по внесению изменений в СП 295 «Конструкции бетонные, армированные полимерной композитной арматурой. Правила проектирования» и СП 164 «Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. Правила проектирования» находится на завершающем этапе. Обновленные документы появятся в начале 2021 года.

«Преимущества у композитных материалов достаточно, чтобы способствовать их более широкому внедрению в строительный комплекс. У таких материалов высокая коррозионная стойкость, радиопрозрачность, высокие диэлектрические свойства. Простая технология изготовления и малый вес позволяет экономить на спецтехнике как при возведении конструкций с применением композитной арматуры, так и при усилении несущих конструкций композитами. Стоимость одного погонного метра стальной и композитной арматуры одного и того же диаметра примерно одинакова. Несмотря на очевидные плюсы для большого количества подотраслевых направлений строительства, в России применение композитных материалов долгое время тормозилось. И, прежде всего, из-за отсутствия актуальной нормативной базы. Сейчас мы шаг за шагом перелаиваем ситуацию, в том числе путем пакетного обновления документов по стандартизации, когда под конкретную точечную задачу корректируется весь необходимый для внедрения технологии комплект сводов правил и стандартов. В данном случае мы говорим о существенных уточнениях расчетной части проектирования», — сообщил заместитель министра строительства и ЖКХ РФ Дмитрий Волков.

Композитные материалы могут быть использованы при различных строительных работах. Так, композитную полимерную арматуру рекомендуется применять для армирования конструкций при строительстве дорожно-транспортной и городской инженерной инфраструктуры, объектов сельхозназначения, химических производств, сооружений водоподготовки и водоочистки, мелиорации, также и при строительстве шахт, тоннелей, морских и припортовых сооружений, сооружений, эксплуатируемых в условиях высоких электромагнитных полей. А также для армирования фундаментов, трубопроводов, опор линий электропередач, конструкций, эксплуатируемых в условиях воздействия агрессивных сред. В гражданском строительстве композитную полимерную арматуру рекомендуется применять пока только для армирования фундаментов малоэтажных зданий.

«Композитные материалы часто используют для восстановления несущей способности железобетонных конструкций, которая могла снизиться в процессе эксплуатации сооружения, при реконструкции объ-

екта, а также для того, чтобы избежать перегрузки конструкций при перепрофилировании объекта. Одним из главных плюсов усиления конструкций композитными материалами является возможность оставить сооружение в его габаритах. Эта возможность крайне актуальна для городов с плотной застройкой. Еще пара весомых аргументов в пользу этой технологии — не нужны энергозатратные сварочные работы и времязатратные «мокрые» технологии», — добавил Дмитрий Волков.

Что нового появится в СП 295 «Конструкции бетонные, армированные полимерной композитной арматурой. Правила проектирования» и СП 164 «Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. Правила проектирования» рассказал один из разработчиков проектов изменений, главный научный сотрудник НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство» Тахир Мухамедиев.

По его словам, в Изменение СП 295 включены новые положения по методам расчета конструкций с полимерной композитной арматурой, в том числе: диаграммы деформирования бетона при одноосном растяжении, расчет упругопластического момента сопротивления сечения с учетом неупругих свойств бетона растянутой зоны сечения, расчета прочности изгибаемых конструкций таврового или двутаврового сечений с высотой сжатой зоны, превышающей ее граничное значение.

«Экономическая эффективность Изменения 295 обеспечивается за счет более точной расчетной оценки прочности и трещиностойкости конструкций из бетона с полимерной композитной арматурой. Утверждение проекта документа будут способствовать снижению материалоемкости от 13 % до 7 % при обеспечении трещиностойкости и деформативности конструкций с композитной полимерной арматурой из бетона класса от В20 до В60 соответственно. То есть, при проектировании, например, типовых балок с углекомпозитной арматурой экономия за счет снижения расхода арматуры составляет в сегодняшних ценах приблизительно 760 рублей на погонный метр балки или порядка 13 % общего расхода композитной арматуры», — объяснил Тахир Мухамедиев.

Говоря об Изменении СП 164 «Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. Правила проектирования», Тахир Мухамедиев сообщил, что новые подходы, отраженные в документе, позволят также снизить расход элементов усиления из композитных материалов на 5-7 % при обеспечении жесткости конструкций из бетона класса от В40 до В15 соответственно.

Проект Изменения СП 164 включает в себя новые правила для расчета трещиностойкости усиленных композитными материалами конструкций, которое учитывает различие неупругих свойств разных классов бетона растянутой зоны сечения. В составе документа также — новые правила назначения расчетного сопротивления растяжению полимерного композита

при выполнении расчетов на прочность при действии длительных нагрузок, а также новые зависимости для учета начального напряженно-деформированного состояния конструкции при ее усилении.

По словам заведующего кафедрой «Строительные материалы» Казанского государственного архитектурно-строительного университета, советника РААСН Альфреда Сулейманова, необходимо продолжать активную работу по развитию нормативной базы для внедрения полимерных композиционных материалов. В частности, на сегодняшний день не существует стандартизованных методик для установления частных коэффициентов надежности полимерных композитов для заданных условий эксплуатации.

«Материаловеды, разработчики полимерных ком-

позиционных материалов не стоят на месте, и, безусловно, композиты нового поколения будут обладать необходимыми эксплуатационными свойствами. Таким образом, сейчас важна также и необходима подготовка нормативных документов, где будут регламентированы методы оперативного определения частных коэффициентов надежности таких материалов с учетом специфики условий эксплуатации конструкций. И для решения этой проблемы мы уже начали работу с подведомственным учреждением Минстроя — ФАУ «ФЦС», — рассказал о проводимой работе Альфред Сулейманов.

minstroyrf.gov.ru/

Мантуров: Россия будет использовать для создания крыла MC-21 лишь отечественные материалы



Самолет может быть сертифицирован до конца 2021 года.

Россия при производстве крыла гражданского самолета MC-21 будет использовать только отечественные композитные материалы, заявил глава Минпромторга Денис Мантуров на совещании президента Владимира Путина с членами правительства, прошедшем 9 декабря 2020 г.

«Могу сказать с уверенностью, что мы испытали на статике крыло MC-21, полностью подтвердили заложенные характеристики. И сегодня можно с уверенностью сказать, что мы будем использовать в производстве MC-21 уже собственные полностью материалы», — сказал он.

Как сообщалось ранее, санкции США в отношении Объединенной авиастроительной корпорации и

«Ростеха» привели к прекращению поставок композитных материалов для крыла разрабатываемого в России самолета MC-21.

РФ запустила производство углеродного волокна и материалов на его основе. Мантуров говорил ранее, что элементы крыла из отечественных армирующих материалов проходят испытания, и предварительно все требуемые характеристики подтверждаются.

Российский пассажирский самолет MC-21 может быть сертифицирован до конца 2021 года. Изменение ранее планировавшихся сроков сертификации связано с ограничениями других стран на поставку компонентов и перелеты специалистов, сообщал ТАСС Мантуров.

tass.ru

Министр промышленности и торговли РФ рассказал главе государства о сотрудничестве в области композитов



Министр промышленности и торговли Российской Федерации Денис Мантуров в ходе совещания Президента Владимира Путина с членами правительства в режиме видеоконференции, которое состоялось 9 декабря 2020 года, доложил главе государства о реализации дорожной карты «Технологии новых материалов и веществ», разработанной «Росатомом».

Основной темой совещания Президента с членами правительства было развитие отдельных высокотехнологичных направлений. «Что касается направления новых материалов и веществ, которые сегодня реализуем совместно с «Росатомом»: утверждена «дорожная карта» дальнейшего развития производства композитов, редких и редкоземельных металлов, а также аддитивных технологий. Помимо финансирования по линии Минпромторга, Минобрнауки, Минэкономразвития основной объем инвестиций формирует частный капитал, совокупно в эти отрасли будет вложено более 440 миллиардов рублей», — отметил глава Минпромторга России.

По словам министра, основной рост применения композитов связан «с продлением программ по возобновляемым источникам энергии, в первую очередь это касается лопастей для ветроэнергетических установок, использования природного газа, а в перспективе и водорода, если мы говорим по хранению, в частности композитным баллонам и, конечно же, в качестве моторного топлива». «Поэтому мы консолидировали всех крупных потребителей и обеспечили гарантированный спрос на будущее», — уточнил Денис Мантуров.

В качестве инструментов поддержки министр назвал, в частности, Фонд развития промышленности, СПИК 2.0 (специальный инвестиционный контракт), финансирование НИОКР и блок на развитие экспорта.

Дорожная карта развития в России высокотехнологичной области «Технологии новых материалов и веществ» была разработана «Росатомом» и утверждена этой весной Заместителем Председателя Правительства РФ Ю. И. Борисовым (от 27.04.2020 № ЮБ-П7-4257) в рамках соглашения о намерениях по направлению «Технологии создания новых матери-

алов и веществ», подписанного между «Росатомом» и Правительством РФ летом 2019 года.

Дорожная карта определяет развитие в Российской Федерации трех ключевых направлений: полимерные композиционные материалы (ПКМ), аддитивные технологии, редкие и редкоземельные металлы.

Ключевыми целями Дорожной карты по продуктовому направлению ПКМ являются:

1. формирование базовых передовых технологий и разработка «задельных тематик» для будущего технологического лидерства на мировом рынке ПКМ и обеспечения потребностей ВПК;
2. развитие российского рынка ПКМ;
3. завоевание прочных позиций на мировом рынке ПКМ.

Центром компетенций по продуктовому направлению ПКМ в рамках Дорожной карты определен Межрегиональный промышленный кластер «Композиты без границ» (протокол Исполнительного комитета по развитию в России высокотехнологичной области «Технологии новых материалов и веществ» от 09.06.2020г. №1-1/35-Пр), созданный по инициативе Госкорпорации «Росатом» в 2018 году на территории Республики Татарстан, Московской и Саратовской областей. В конце 2020 года к территории функционирования Кластера присоединятся Тульская и Ульяновская области. На сегодняшний день в Кластер входят 36 участников и партнеров.

Задачами Центра компетенций является формирование эко-среды и развитие кооперации участников рынка, стимулирование спроса на российские композиты на внутреннем рынке и содействие реализации их экспортного потенциала, а также обеспечение эффективной господдержки производителям композитов.

С ноября 2020 года на площадке Кластера сформирован и функционирует Экспертный совет, основной задачей которого станет экспертиза проектов и мероприятий, планируемых к включению в Дорожную карту в рамках продуктового направления ПКМ. На текущий момент состав Экспертного совета Центра компетенций включает 42 участника, в его составе — представители научного и бизнес-сообщества, институтов развития и органов власти. Председателем Экспертного совета избран А. Н. Клепач — главный экономист государственной корпорации развития «ВЭБ.РФ».

Одновременно в «Росатоме» действует собственная Дорожная карта внедрения ПКМ в атомной отрасли.

Полимерные композиционные материалы являются одним из важнейших направлений в рамках создания новых технологий в стране и реализации Дорожной карты. Стратегическая цель — вывести Россию в группу мировых лидеров в сегменте композитов.

Компания Jushi открыла новый завод по производству стекловолокна мощностью 250 000 тонн

19 ноября, спустя двадцать месяцев после начала строительных работ в марте 2019 года, в провинции Сычуань (Китай) состоялось официальное открытие завода по производству стекловолокна China Jushi Co. Ltd. (Ханчжоу, Китай) мощностью 250 000 тонн.

На церемонии присутствовали руководители China Jushi и Китайской национальной группы строительных материалов (CNBM, Пекин, Китай), а также руководители различных департаментов районного правительства, представители СМИ и организаций — потребителей стекловолокна и материалов на его основе.

Ян Гуомин, президент Jushi Group, отметил, что Jushi Chengdu использует передовые технологии энергосбережения и защиты окружающей среды. «Это самая современная в мире ведущая площадка по производству стекловолокна, — утверждает он. — С момента запуска двух производственных линий мы уже обновили свой же производственный рекорд».

www.compositesworld.com



Углепластиковые плавники для виндсерфинга из эпоксидной смолы Sicomin на биологической основе

Компания Sicomin (Châteauneuf les Martigues, Франция) внедрила свою эпоксидную смолу на биологической основе GreenPoxy 33 в разработку специальных углепластиковых плавников для виндсерфинга компании Sonntag Fins. Это уникальное изделие, предназначенное для спортсменов-любителей виндсерфинга, слалома, гонщиков и скоростных яхтсменов, обеспечивает скорость и устойчивость.

Сделав акцент на важности стабильности характеристик изготавливаемых изделий, компания Sonntag Fins совместно с Sicomin и их немецким дистрибьютором Time Out Composite в августе 2020 года провели серию испытаний эпоксидной смолы GreenPoxy 33. По словам Sicomin, экспериментальные образцы плавников, изготовленные из нового материала, хорошо показали себя при производственных испытаниях. Образцы чистой смолы также были протестированы и подвергнуты последующему отверждению при 140°C. Данная отвержденная эпоксидная смола менее хрупкая и слабее подвержена повреждениям, например, если плавник налетит на камень.

«Мы производим плавники и доски для виндсерфинга высокого качества, которые должны выдерживать значительные нагрузки во время эксплуатации. Например, гибкость плавников должна сочетаться с чрезвычайно высокой прочностью при кручении, которое создает большие силы межслоевого сдвига в полимере. Проведенные испытания показали, что выбранный связующий материал полностью нам подходит, поэтому в конце 2020 года мы выпустили первую промышленную партию углепластиковых



плавников на основе эпоксидной смолы GreenPoxy 33», — комментирует Йорг Соннтаг из компании Sonntag Fins.

www.compositesworld.com

Европейский рынок стеклокомпозитов в 2020

Немецкая ассоциация производителей композитов AVK выпустила свой ежегодный отчет о рынке стеклопластиков в Европе.

По оценке AVK, в 2020 году из-за пандемии Covid-19 рынок стеклопластика переживает один из самых сильных спадов со времен экономического и финансового кризиса 2008/2009 гг.

В текущем году ожидается снижение объемов производства стеклопластика в Европе на 12,7%. Таким образом, суммарное производство стеклокомпозитов составит 996 тыс. т. (рисунок 1).

Темпы роста производства стеклопластика в Европе как в 2020, так и на протяжении нескольких последних лет отстают от скорости развития отрасли этих материалов в Америке и Азии. И авторы обзора связывают это в первую очередь с миграцией определенных производственных площадок и технологий, а также с развитием в этих регионах производства товаров более массового потребительского назначения, но с меньшей себестоимостью и прибылью.

Несмотря на кризис, основными отраслями потребления стеклокомпозитов в Европе остаются строительство и транспорт (рисунок 2).

Начавшийся в 2019 году, в 2020 году сдвиг потребления в сторону строительной области продолжился. Транспортное машиностроение, в частности автомобилестроение, реагирует на кризисы более быстро, чем строительство. Особенно в начале пандемии в этой области произошло огромное снижение произ-

водства. Таким образом, и потребление композитов для нужд транспортостроения упало.

Если рассматривать европейские страны по отдельности, можно заметить, что в зависимости от региона уровень снижения производства различается (таблица 1).

Ни в одной из стран, представленных в таблице 1, не было в этом году роста производства стеклопластиков. Больше всего объем производства упал в Великобритании/Ирландии — на 17,4%, а также в Испании/Португалии — на 16,1%. Лучшее с условиями кризиса справляется немецкая промышленность — падение производства всего на 8,8%. Это объясняется различиями в доминирующих в регионах областях применения стеклопластиков и изделий из них.

В таблице 2 представлено распределение объемов производства стеклокомпозитов и изделий из них в Европе, исходя из технологии производства.

Наиболее подвержены кризису оказались производства, использующие технологии переработки компанудов SMC/BMC и производства изделий из стеклокомпозитов на основе термопластов.

Пандемия Covid-19, безусловно, рассматривается как решающий фактор для нынешнего экономического спада. Тем не менее, нельзя упускать из виду, что этот спад ударил уже и так по неопределенной экономической ситуации, сложившейся в 2018–2019 гг. в Европе, и усилил ее последствия.

Особое значение для композитной промышлен-

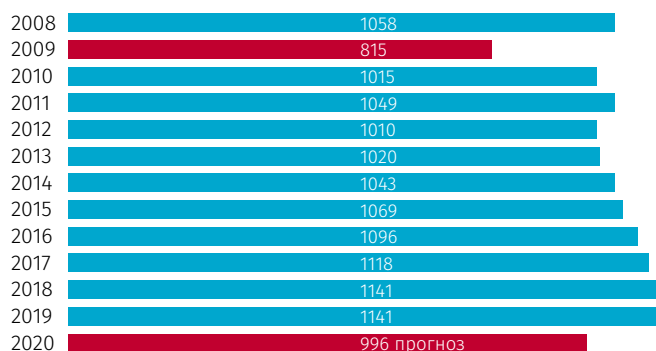


Рисунок 1. Объем производства стеклопластиков в Европе с 2005 года (в тыс. тонн)

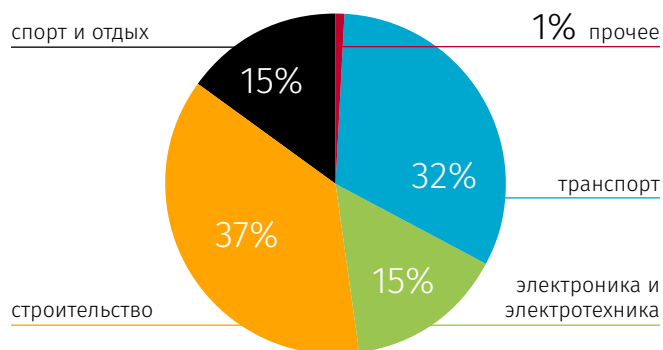


Рисунок 2. Обзор промышленного применения стеклопластиков в Европе (2020 г.)

Таблица 1. Распределение по странам Европы общего объема выпуска стеклопластиков и продукции на их основе (тыс. тонн)

Страна	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020*
Великобритания / Ирландия	134	140	146	150	152	153	155	155	128
Бельгия / Голландия / Люксембург	43	42	43	44	45	46	46	45	40
Финляндия / Норвегия / Швеция / Дания	44	44	42	39	40	40	40	39	34
Испания / Португалия	160	152	154	156	158	161	167	166	141
Италия	152	146	148	150	154	158	162	161	135
Франция	117	112	108	108	110	112	115	114	96
Германия	182	192	200	212	220	226	229	225	207
Австрия / Швейцария	17	17	18	18	18	19	19	19	17
Восточная Европа**	161	175	184	192	199	203	208	217	198
ИТОГО по Европе:	1010	1020	1043	1069	1096	1118	1141	1141	996

* прогнозируемые данные

** под странами Восточной Европы объединены Польша, Чехия, Венгрия, Румыния, Сербия, Хорватия, Македония, Латвия, Литва, Словакия и Словения

Таблица 2. Распределение по технологиям производства объемов производства стеклопластиков и изделий из них в Европе (тыс. тонн)

Технология производства	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020*
SMC	188	184	190	191	198	202	204	205	174
BMC	70	71	74	74	76	78	81	82	70
В сумме SMC/BMC	258	255	264	265	274	280	285	287	244
Ручное формование Напыление	145 90	142 90	138 94	139 96	140 97	140 98	140 99	139 98	121 88
В сумме по технологиям открытого формования	235	232	232	235	237	238	239	237	209
RTM (закрытое формование)	120	126	132	137	141	146	148	148	131
Ламинирование	78	84	84	86	89	93	96	94	85
Пултрузия	47	47	48	49	50	53	55	56	50
В сумме по непрерывным процессам	125	131	132	135	139	146	151	150	135
Намотка	80	78	79	80	80	78	79	78	70
Центробежное формование	67	66	66	68	68	67	69	68	60
В сумме по трубам и емкостям	147	144	145	148	148	145	148	146	130
Технологии производства армированных и наполненных термопластов (GMT/LFT)	108	114	121	132	140	145	152	156	132
Прочее	17	18	17	17	17	18	18	17	15
ИТОГО	1010	1020	1043	1069	1096	1118	1141	1141	996

* прогнозируемые данные

ности имеют наиболее сильно пострадавшие от ограничений во время пандемии транспортостроение и строительство. По мнению экспертов, в среднесрочной перспективе эти отрасли не смогут вернуться к прежнему уровню производства, и, следовательно, — потреблению композитов в докризисных объемах.

Решающее значение для дальнейшего развития композитной промышленности, во-первых,

имеет общее экономическое развитие в течение следующих месяцев/лет. А во-вторых, как ни странно, их способность выступать альтернативой традиционно используемым материалам там, где ранее их использовали лишь ограниченно или не применяли вовсе.

www.avk-tv.de



**КОМПОЗИТ
ИЗДЕЛИЯ**

**ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ДЛЯ ВАКУУМНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Отечественный производитель и поставщик вспомогательных материалов.

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

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

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

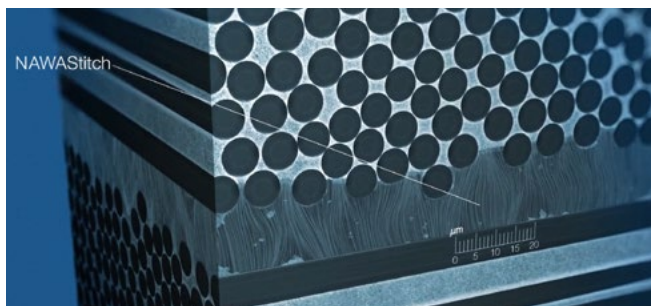
Мы предлагаем клиентам:

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



Участник программы по
Импортзамещению
при поддержке МинПромТорга

Французы придумали, как сделать углекомпозиаты ещё прочнее



Французская фирма NAWA Technologies, разрабатывающая продвинутые литий-ионные и гибридные батареи с электродами на основе вертикально ориентированных углеродных нанотрубок (ВОУНТ), объявила о создании подразделения NAWA America. Новая компания займется подготовкой к промышленному производству сверхпрочных композитов с технологией NAWASTitch, в которой тоже используются ВОУНТ.

NAWA America создана путем поглощения активов другой американской компании, занятой в этой же области, — N12 Technologies. С 2014 года она разрабатывала и патентовала двухэтапный процесс выращивания углеродных нанотрубок, а параллельно NAWA Technologies создала свой, но одностадийный.

Теперь разработки объединяют, чтобы на выходе получить семейство новых высокопрочных композитов.

Особенность технологии NAWASTitch заключается в тонкой пленке, на которой находятся триллионы нанотрубок. Они укладываются перпендикулярно углеродным волокнам и выступают в роли «текстильной липучки», укрепляющей переходную зону между слоями углеволокна. Использование ВОУНТ позволит снизить толщину композитных деталей и их массу, причем в отдельных случаях разница с обычными материалами составит 40%. Кроме того, у углекомполитов с NAWASTitch прочность на сдвиг увеличена в 100 раз, а сопротивление удару — в 10 раз.

Компания NAWA Technologies тоже использует ВОУНТ, но в электродах для литий-ионных батарей и в суперконденсаторах. Зимой прошлого года компания показала опытный образец электрического мотоцикла с первой в мире силовой установкой, питающейся от гибридного аккумулятора. Фирменные «ультраконденсаторы» NAWACap можно полностью зарядить всего за две минуты, но весь блок, подключенный к бытовой розетке, наполнится до 80 процентов за один час.

www.nawatechnologies.com
motor.ru

Часовая компания Zenith представили модель DEFY Classic Carbon



Это первые часы с автоподзаводом, у которых из углеродного волокна выполнен не только корпус, но и инновационный браслет.

Zenith уже неоднократно доказывали свое мастерство в использовании редких и инновационных материалов в коллекции DEFY, каждый раз удивляя поклонников часового искусства новаторскими моделями. Но, кажется, изобретательности мастеров мануфактуры нет предела: в этот раз нам продемонстрировали модель DEFY Classic Carbon, полностью

выполненную в «карбоне», включая браслет. Такого не делал еще никто!

Углеродное волокно, материал очень ценный: одновременно легкий и невероятно прочный, а еще выглядит очень стильно и футуристично. Тем не менее в часовом производстве его использовали не так часто, в частности, одна деталь ускользнула от мастеров — браслет. До этого момента так называемые «карбоновые» браслеты были на самом деле соединением пластин, покрывающих металлическую основу, либо предназначались для редких и замысловатых моделей, производимых в очень малом количестве. Производство браслета полностью из углеродного волокна в DEFY Classic Carbon потребовало от специалистов мануфактуры решения совершенно новых технических задач.

Новинка настолько легкая, что можно и вовсе забыть, что на запястье есть часы: всего 65 граммов — почти вдвое меньше, чем у аналогичной модели из титана. Кроме того, фактура углеродного волокна чрезвычайно гладкая и приятная на ощупь. Для любителей текстурных контрастов DEFY Classic Carbon также доступен с черным каучуковым ремешком с эффектом кордуры.

Модель DEFY Classic Carbon доступна в бутиках и розничных магазинах Zenith, а также в интернет-магазине бренда.

www.sobaka.ru



Открыта подписка на 2021 год!

Годовая печатная версия — 2400₽

Годовая pdf версия — 1800₽

Заявки на podpiska@kompomir.ru

КОМПОЗИТНЫЙ МИР

- БЫСТРО ОТВЕРЖДАЕТСЯ
В САМУЮ ХОЛОДНУЮ ПОГОДУ,
ПРИ ВЫСОКОЙ ВЛАЖНОСТИ,
ПОД ДОЖДЕМ ИЛИ ДАЖЕ ПОД
ВОДОЙ

- ПРОЧНЫЙ СТРУКТУРНЫЙ И
БЫСТРЫЙ РЕМОНТ, КОТОРЫЙ
ИМЕЕТ ВЫСОКУЮ АДГЕЗИЮ
ПРАКТИЧЕСКИ К ЛЮБОЙ
ПОВЕРХНОСТИ

- СОСТОИТ ИЗ ТОЧНОГО
КОЛИЧЕСТВА СМОЛЫ,
ОТВЕРДИТЕЛЯ И АРМИРУЮЩЕГО
МАТЕРИАЛА. ПОЛНОСТЬЮ ГОТОВ
К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

- УСТРАНЯЕТ НЕОБХОДИМОСТЬ
В ТАРЕ ДЛЯ СМОЛЫ И
ОТВЕРДИТЕЛЯ, ЭЛЕКТРОННЫХ
ВЕСАХ, ЧАШКАХ ДЛЯ
СМЕШИВАНИЯ, МЕШАЛКАХ,
ВАЛИКАХ И ЩЕТКАХ, А ТАКЖЕ
ЧИСТЯЩИХ РАСТВОРИТЕЛЯХ
И Т.Д.

- ДАЕТ ВОЗМОЖНОСТЬ
НЕСПЕЦИАЛИСТАМ СДЕЛАТЬ
БЫСТРЫЙ И КАЧЕСТВЕННЫЙ
РЕМОНТ

- ЗАДАННАЯ ШИРИНА
АРМИРУЮЩЕГО МАТЕРИАЛА И
РАСПРЕДЕЛЯЮЩИХ КЛИПС
РАССЧИТАНА ТАКИМ ОБРАЗОМ,
ЧТОБЫ ГАРАНТИРОВАННО И
КОМФОРТНО РАСПРЕДЕЛИТЬ
СВЯЗУЮЩЕЕ

УНИВЕРСАЛЬНАЯ
КОМПОЗИЦИОННАЯ
РЕМОНТНАЯ
СИСТЕМА



WWW.INTREY.COM

#INTREY





Х И М С Н А Б КОМПОЗИТ

2020 год или жизнь в новых реалиях

В 2020 году пандемия открыла перед всеми новую реальность — ограничения, изоляция, жизнь в онлайн. Многие сферы бизнеса не смогли выстоять перед вирусом, другие же — приспосабливались, прорабатывая новые стратегии развития.

Именно в их числе оказалась и композитная отрасль. Мы начали жить по новым правилам: проводили онлайн мероприятия и семинары, записывали видео-курсы, уделили большое внимание разработке нашего сайта и улучшили сервисы доставки для удобства наших клиентов.

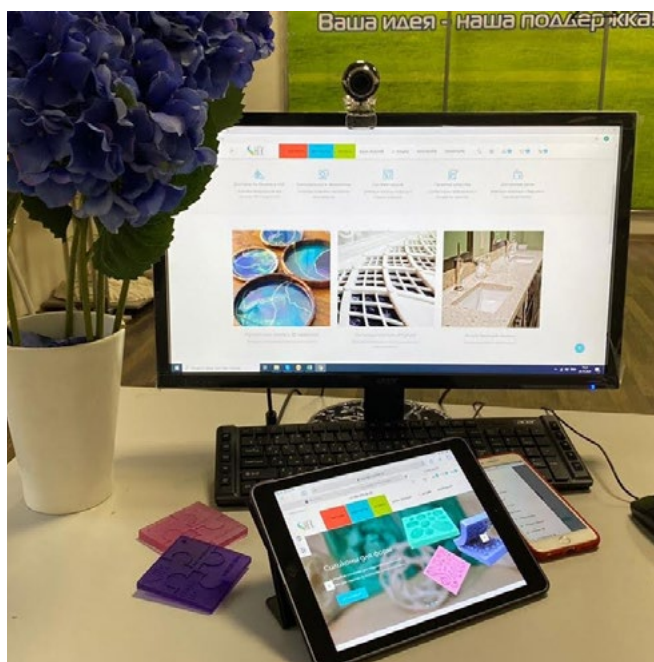
Новый год — новый сайт!

Большое внимание мы уделили разработке нашего сайта. Мы изменили дизайн — теперь наш сайт стал стильным и современным, а главное удобным для вас. Добавили фильтры, чтобы легче и проще было находить информацию о наших товарах. Полностью переработали мобильную версию с учетом технологии для быстрой загрузки, так что подбирать товары

и оформлять заказы удобно на любых устройствах, изменили личный кабинет клиента. Работа над модернизацией не прекращается и по сей день. У нас грандиозные планы по новым онлайн-проектам и улучшению сайта.

Были внедрены наши флагманские продукты

- **412 COS** — смола для наполненного литья, вмещающая до 80 % наполнителя;
- **1212 Crestapol** — смола для создания огнестойкого ламината; имеет европейскую сертификацию и широко используется для производства железнодорожного и водного транспорта;
- **1260 Crestapol** — смола для инфузии углепластика и закрытых процессов формования. Коронавирус нанёс серьезный удар по круизной индустрии. Однако наблюдается мировой спрос на личный морской транспорт, что привело к увеличению объема продаж наших материалов для судостроения, а именно композитных корпусов и матриц для их



Новый облик сайта



Технолог за работой



Подоконник, изготовленный с использованием высоконаполненной 412 COS



изготовления. Одной из новинок, пополнивших наш ассортимент в 2020 году, стала Crestapol 1260. Смола стала настоящим открытием для всех, кто занимается инфузией углепластика. Винилэфирная основа является отличным барьером, препятствующим гидролизу, а цена значительно ниже качественных эпоксидных аналогов. Это позволяет сделать прочный легковесный, а также недорогой корпус катера;

- **Матричные материалы Crestamould**, сокращающие время производства матрицы до двух дней, и Crystic 199 для создания высокотемпературных матриц для вакуумной формовки.



Запустили новую автоматическую тонирующую систему гелькоутов Geltint от Scott Bader, с машинной точностью достигающую заданный стабильный цвет от партии к партии. Колеровка одной ёмкости занимает не более получаса.

Наблюдался высокий спрос в розничном сегменте, поэтому в целях поддержки малого и среднего бизнеса во время пандемии в 2021 году наша компания запускает онлайн-курсы для обучения специалистов разных направлений. Следите за обновлениями на сайте компании!

И одно из самых главных достижений — это наши сотрудники. Сейчас компании обладают огромным

техническим потенциалом, о котором не могли мечтать еще 15 лет назад. Хорошая связь, CRM, сайты, технологии. Однако главная ценность всегда остается в сотрудниках. В этом году мы не только сохранили наших специалистов, но и приняли новых, каждый из которых вносит весомый вклад в расширение ассортимента и услуг.

Уважаемые коллеги и партнеры, мы поздравляем Вас с 2021 годом! Желаем, чтобы этот год подарил новые возможности и перспективы для процветания и успеха. Пусть в ваших домах будет счастье, в ваших сердцах — любовь, а в партнёрских отношениях — стабильность, доверие, честность, взаимопонимание и удача! С уважением, коллектив компании «ХимСнаб Композит». **КМ**



Лично проведём инструктаж на вашем производстве!



Матричные системы

РЕШЕНИЯ ОТ АВТОТЮНИНГА ДО ЯХТ

Бесстирольные смолы

ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

Пожаростойкие системы

БЫСТРОЗАТУХАЮЩИЕ СМОЛЫ И ОГНЕСТОЙКИЕ ГЕЛЬКОУТЫ

Продукция от мирового производителя SCOTT BADER

Сырье

СТЕКЛОМАТ | ГЕЛЬКОУТ | СМОЛА | ОБОРУДОВАНИЕ

Обучение

МАСТЕР-КЛАССЫ | СОПРОВОЖДЕНИЕ | ВНЕДРЕНИЕ

IGC-MARKET.RU



Анастасия Вырикова

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

Фото: Сергей Кушлевич, МГТУ им. Н. Э. Баумана



МГТУ имени Н.Э. Баумана

**КОМПОЗИТЫ
РОССИИ**

III Международный форум «Ключевые тренды в композитах: наука и технологии»

На площадке ведущего государственного информационного агентства России — ТАСС — 20 ноября прошло пленарное заседание «Цифровое материаловедение» III Международного форума «Ключевые тренды в композитах: наука и технологии»

Организатор — МИЦ «Композиты России» МГТУ им. Н. Э. Баумана при участии информационного агентства ТАСС.

Модератором мероприятия выступил директор МИЦ «Композиты России» МГТУ им. Н. Э. Баумана Владимир Нелюб. Среди спикеров присутствовали: директор Департамента развития научно-производственной базы ЯОК Госкорпорации «Росатом» Андрей Шевченко, директор Департамента инноваций и перспективных исследований Министерства науки и высшего образования Российской Федерации Вадим Медведев, генеральный директор АНО «Агентство по технологическому развитию» Владимир Пастухов, ректор МГТУ им. Н. Э. Баумана Анатолий Александров, ректор РХТУ им. Д. И. Менделеева Александр Мажуга, генеральный директор «АэроКомпозит» Анатолий Гайданский, ге-

неральный директор ФГУП «Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова» Михаил Гордин, председатель Научного совета РАН по материалам и наноматериалам, академик РАН Сергей Алдошин, председатель Совета по приоритетному направлению «Переход к цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших данных, машинного обучения и искусственного интеллекта», академик РАН Игорь Каляев.

С приветственным словом выступил модератор заседания Владимир Нелюб. Он отметил, что Форум проходит уже в третий раз и традиционно собирает ведущих специалистов в области материаловедения и композитов со всего мира.



«В этом году Форум проходит в online-формате и по-прежнему объединяет на своих площадках ученых, промышленных партнеров, представителей власти, а также преподавателей, студентов профильных специальностей в области новых материалов», — сказал Нелюб.

Для эффективного развития направления цифрового материаловедения 27 апреля 2020 года Правительством Российской Федерации была утверждена дорожная карта развития высокотехнологичной области «Технологии новых материалов и веществ». Этому предшествовало Соглашение между Правительством РФ и Госкорпорацией «Росатом», подписанное в июле 2019 года. Основой дорожной карты стала поддержка развития четырёх наиболее перспективных технологических трендов.

Подробнее об этом рассказал Андрей Шевченко, директор департамента развития научно-производственной базы Ядерного оружейного комплекса «Росатома». Он отметил, что к 2024 году планируется существенное сокращение технологического отставания Российской Федерации в этой области. К 2030 году Россия может войти в число мировых технологических лидеров.

Безусловно, комплексный научно-технический подход поможет промышленности быть конкурентоспособной, обеспечит технологический суверенитет Российской Федерации в авиастроении, нефтегазовой отрасли, судостроении, энергетике и других.

Про инструменты поддержки таких подходов в направлении новых материалов рассказал Вадим Медведев, директор Департамента инноваций и перспективных исследований Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Комплексная научно-техническая программа (КНТП) «Новые композитные материалы» разработана и передана на согласование в Правительство РФ. Целью этой программы является создание коммерчески востребованных технологий новых композиционных материалов в России. По словам Медведева, комплексные программы сохраняются и будут продолжены как одна из форм реализации Стратегии научно-технологического развития страны.



«Проведение научных исследований и внедрение разработок формируют технологическое лидерство страны. Тот объем усилий, который мы все вместе прилагаем, приведет Россию к ведущему игроку на рынке новых материалов», — отметил Вадим Медведев.

В своих проектах Министерство науки и высшего образования РФ взаимодействует с другими организациями и федеральными органами исполнительной власти, например, с Министерством промышленности и торговли Российской Федерации.



«Мы поддерживаем общее дело, стимулируем участие предприятий в 218 постановлении Правительства Российской Федерации, сотрудничаем с Минцифры России, АСИ. Модернизировали программу по созданию инжиниринговых центров. В том числе расширили количество потенциальных участников этой программы. Теперь к ней могут присоединиться ВУЗы, подведомственные не только Минобрнауки, но и другим организациям, мы также увеличили объем гранта на эту программу», — сказал Владимир Пастухов, генеральный директор АНО «Агентство по технологическому развитию».

Минобрнауки и Минпромторг России нашли общий язык, это означает, что направление цифрового материаловедения будет динамично развиваться. Следовательно, потребуются соответствующие кадры, которых пока недостаточно. Как планируется развивать науку и образование по этому профилю рассказали ректор МГТУ им. Н. Э. Баумана Анатолий Александров и ректор РХТУ им. Д. И. Менделеева Александр Мажуга.



«Обучение в ведущих российских ВУЗах, занимающихся подготовкой специалистов в области материаловедения, неотъемлемо от изучения и применения цифровых технологий. Залогом успеха в этой области является комплексность обучения с упором на «цифру». Мы, конечно, будем расширять всё, что связано с IT-отраслью, но для нас самое главное — не просто выучить «чистого программиста». Важно, чтобы цифровыми технологиями владели и те люди, которые создают продукт. И когда мы пытаемся создать материал с заранее заданными свойствами — а это большой вызов, — важно сочетание правильной цифровооруженности наших специалистов и глубоких знаний основных физических процессов, которыми они занимаются», — сказал Александров.

Со своей стороны ректор РХТУ им. Д. И. Менделеева Александр Мажуга обратил внимание, что залогом подготовки полноценного специалиста в указанной сфере является взаимодействие профильных ВУЗов друг с другом, а также с Российской академией наук и представителями бизнеса.



«Залог успеха — это взаимодействие с университетами, Академией наук и бизнесом. Нужно знать свойства материала, но нужно думать и об изделии. Когда мы говорим о последнем, нужно вступать в партнерство с нашими коллегами. Конечно, с Бауманкой мы разви-

ваем такое взаимодействие. Это будет чрезвычайно полезно как с точки зрения подготовки кадров, так и с точки зрения реализации проектов. Если мы говорим об образовательных траекториях, они должны быть верифицированы бизнесом, поскольку мы выпускаем специалистов прежде всего для реального сектора экономики», — сказал ректор РХТУ.

Представители промышленного сектора также отметили важность подготовки специалистов, которые должны быть готовы к реальным производственным задачам. Ведь применение цифровых технологий и внедрение композиционных материалов играют существенную роль в производстве изделий.



«Цифровизация имеет громадное значение для промышленности. Благодаря цифровому материаловедению, мы заменяем реальные испытания виртуальными. Особенно это актуально для экстремальных условий», — сказал Михаил Гордин, генеральный директор ФГУП «Центральный институт авиационного моторостроения имени П. И. Баранова».



Вместе с тем, генеральный директор «АэроКомпозит» Анатолий Гайданский отметил, что цифровизация — это лишь надстройка производства, без которой было бы невозможно работать. Однако базис — это сам материал. Как представители авиационной промышленности мы должны понимать, какие должны быть свойства у материалов, из которых мы будем создавать изделия через 10–15 лет, и каких характеристик нам будет не хватать. Здесь необходимо также ставить четкие задачи как государству, так и промышленникам и научному сообществу.

В области материаловедения и ВУЗы, и промышленные предприятия сотрудничают с Российской академией наук. Для этого был создан Научный Совет РАН по материалам и наноматериалам.



«Институты Российской академии наук всегда занимались проблемами создания новых материалов. Это междисциплинарная отрасль, в которой работают совершенно разные прикладные институты. Стоит отметить, что в Научный совет входят как представители компаний бизнеса, так и законодательной и исполнительной власти, ученые. Они обсуждают те проблемы и задачи, которые сейчас стоят перед отраслью и проводят не только фундаментальные исследования в области цифрового материаловедения, но и вырабатывают прикладные решения

на их основе», — сказал Сергей Алдошин.

В индустрии материаловедения также учитываются и мировые тренды, например, внедрение искусственного интеллекта.

По словам академика РАН Игоря Каляева, без искусственного интеллекта и суперкомпьютерных технологий создание материалов невозможно.



«Подходить к таким разработкам нужно очень осторожно. Искусственный интеллект — это системы, которые сами строят алгоритмы решения задач, создания новых материалов. Этот процесс основывается на методах машинного обучения, когда система сама анализирует большие объемы данных и на основе этих тенденций формирует новые решения. Но тут существует проблема объяснительного интеллекта и доверия к этим решениям. Как объяснить, как эта система приняла решение и, как доказать, что это оптимальное решение. Это те задачи, которые мы также будем решать, и закладывать такие фундаментальные работы в различных областях при создании новых композиционных материалов», — отметил Каляев.

В завершение пленарного заседания Владимир Нелюб призвал всех участников создавать индустрию цифрового материаловедения вместе и пригласил принять участие в семи научно-практических секциях.

«Все только начинается!» — отметил он.

В рамках III Международного форума «Ключевые тренды в композитах: наука и технологии» также прошёл финал чемпионата по композитам Composite battle 2020. В котором приняли участие пять команд. Первое место заняла команда МГТУ им. Н. Э. Баумана. Далее призовые места распределились следующим образом: второе место — Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, третье место — МИСиС.

«Composite battle — одно из самых интересных событий в мире композиционных материалов, которое ежегодно проводится с 2015 года. Участвуя в таких соревнованиях, молодые профессионалы могут сравнить свои навыки со своими коллегами, узнать что-то новое, повысить свой профессионализм. Это уникальная обстановка и симбиоз как активной мозговой деятельности, так и демонстрации знаний на практике. В этом году для технологического конкурса, где нужно было заформовать изделие методом вакуумной инфузии, мы использовали, в том числе, и уникальную разработку нашего Центра «Композиты России» — научно-образовательный стенд. Я очень рад победе Бауманцев и поздравляю призеров чемпионата! Кроме того, хочется выразить благодарность Фонду инфраструктурных и образовательных программ Группы РОСНАНО за поддержку в организации чемпионата», — сказал директор МИЦ «Композиты России» МГТУ им. Н. Э. Баумана Владимир Нелюб. **КМ**



СОБСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО ПОЛИЭФИРНЫХ СМОЛ

для
НАМОТКИ

для ИНЖЕКЦИИ:
ИНфузия, RTM,
LRTM,
FLEX MOLDING



для РУЧНОГО
ФОРМОВАНИЯ
и НАПЫЛЕНИЯ

для ЛИТЬЯ:
ИСКУССТВЕННЫЙ
КАМЕНЬ

ТРУДНОГОРЮЧИЕ

- Ортофталевые
- Изофталевые
- Полиэфиракрилатные
- Эпоксивинилэфирные



Полимер

Серия Полиэфирных Смол



Полимергель

Серия Гелькоутов



Поливоск

Серия
Разделительных Восков



Полипигмент

Серия Пигментных Паст



Полиактив

Серия Ускорителей



Полиадгезив

Серия Склеивающих
Составов



Полигранул

Серия Гранул
для Искусственного Камня

ДИСТРИБЬЮЦИЯ

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

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ

И ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА / ОБУЧЕНИЕ

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

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

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



Зоран Павлович
президент компании «ДУГАЛАК»

Рынок ненасыщенных полиэфирных смол, винилэфирных смол и гелькоутов в России — характеристика и перспективы

Таблица 1. Мировое потребление термореактивных смол

Тип термореактивных смол	2017 г., млн. тонн	2018 г., млн. тонн	2019 г., млн. тонн
Полиэфирные смолы (+гибриды)	5,60	5,90	6,25
Эпоксидные смолы	1,80	1,90	2,01
Остальные	0,86	0,91	0,97
ИТОГО:	8,26	8,71	9,24

Ненасыщенные полиэфирные смолы — одни из основных связующих материалов в производстве композитов. Несмотря на незначительное снижение объемов их применения, полиэфирные смолы по-прежнему остаются основным связующим компонентом как в мировом производстве композитов, так и на рынке Российской Федерации. И анализируя потребление полиэфирных смол, можно косвенно определить основные характеристики рынка композитных материалов.

Основным потребителем ненасыщенных полиэфирных смол является композитная отрасль (в Российской Федерации — 98% объемов производства ненасыщенных полиэфирных смол потребляют производители композитных материалов и изделий из них). Использование в других отраслях (производство лакокрасочных материалов, строительных материалов, густых масс) незначительное.

Характеристики и перспективы мирового рынка ненасыщенных полиэфирных смол для композитных материалов

Мировой рынок потребления ненасыщенных полиэфирных смол в последние двадцать лет показывает постоянный рост (в среднем 6%). И по прогнозам мировых экспертов, сделанным в начале 2020 года, этот рост можно ожидать и в следующем десятилетии. Конечно, пандемия внесла свои коррективы во многие статистические данные. Но если рассматривать именно темпы роста, то они, несмотря на общее падение производства, в целом всё-таки сохраняют свои показатели. Основой таких выводов являлся прогноз увеличения применения

композитных материалов, спрос на которые, как на альтернативу традиционным материалам, растет в производстве транспортных средств, строительстве, электронике и инфраструктуре. Прогнозируемые темпы роста будут неравномерны: в более развитых странах Европы и Северной Америки — 2–3%, Азия и среднеразвитые страны Европы — 7–8%. Основные причины «переселения» производства композитов из более развитых стран в менее развитые — более дешевая рабочая сила (что особенно важно при производстве композитов и изделий из них, где велика доля ручного труда, и трудозатраты составляют большую долю в себестоимости продукции) и ужесточение экологических норм и требований в странах Западной Европы и Северной Америки. В развитых странах остаются более экологичные автоматизированные производства композитных материалов, например, производства компонентов для транспорта из компаундов SMC/BMC.

В 2020 году, по предварительным данным, производство и потребление ненасыщенных полиэфирных смол в Европе ожидаемо снизилось на 10%. В то же время в Азии потребление осталось на уровне прошлого года.

В последние полтора года произошли очень крупные изменения в структуре мировых лидеров по производству полиэфирных смол. Компания Reichhold приобретена ведущим европейским производителем полиэфиров Nord Composites, компания Ashland выкуплена британской химической компанией INEOS, польский химический завод Organica Sarzyna приобрёл польский производитель синтетических полиэфирных смол LERG. Завод по производству синтетических смол AXSYNTHA в Сербии стал частью группы компании «ДУГАЛАК».

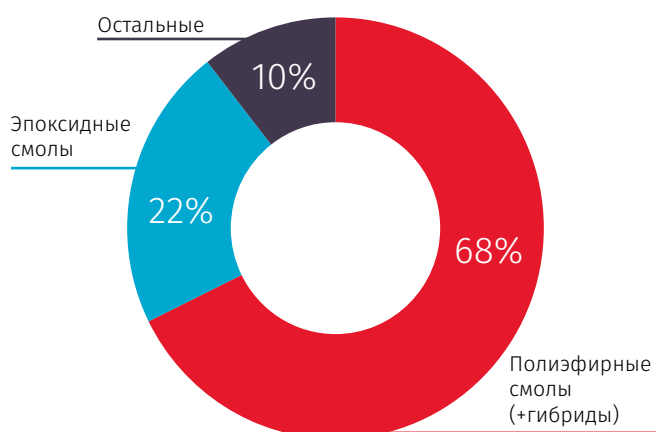


Диаграмма 1. Структура мирового производства композитных материалов по типу связующего, 2019 г.

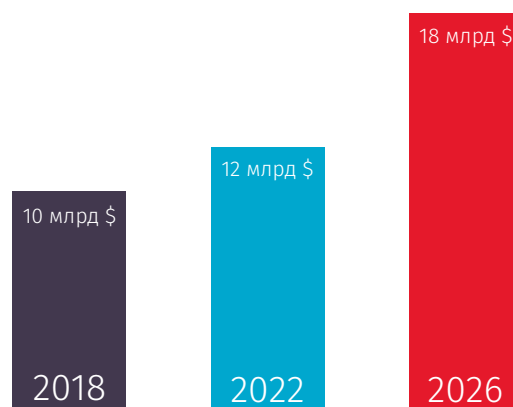


Диаграмма 2. Прогноз роста потребления полиэфирных смол в мире в 2020–2026 гг.

Потребление ненасыщенных полиэфирных смол в РФ — оценка рынка, основные характеристики и перспектива

Российский рынок композитных материалов к концу 90-х годов начал развиваться «с чистого листа». Прежние производства практически перестали существовать (военная промышленность, транспорт). Начались инвестиции в производство композитных изделий нового поколения для строительства (сантехнические изделия, твердые покрытия, композитные мойки, строительные панели и так далее), композитные элементы интерьера транспортных средств и изделия для инфраструктуры (ёмкости, трубы). С другой стороны, отечественных производителей ненасыщенных полиэфирных смол фактически не было. Крупнейший завод советского времени («Жилевский завод пластмасс») и некоторые производители синтетических смол, которые выпускали ненасыщенные полиэфирные смолы как побочную продукцию, не могли предложить новые материалы, востребованные производителями композитной отрасли, активно осваивающими новые современные технологии и оборудование. Предлагались в основном материалы серии ПН1–ПН12.

В начале 2000-х годов на российском рынке появились новые игроки («ДУГАЛАК», «Ярославские полиэфирные», позже «Радуга Синтез», «Полимерпром»), а также некоторые существующие заводы увеличили мощности (например, в Перми). И начался период интенсивного развития отечественного производства ненасыщенных полиэфирных смол.

В период с 2019 по 2020 год открыты новые заводы: «Аттика» (Санкт-Петербург), «ПОЛИ-СМ» (Кемерово). В 2021 году компания «ДУГАЛАК» планирует запуск нового цеха мощностью 24000 тонн. После окончания всех пуско-наладочных работ проектная мощность производства ненасыщенных полиэфирных смол в России будет увеличена до 80000 тонн в год, что даст возможность отечественному производству удовлетворить растущий спрос на эти материалы.

Помимо увеличения мощности российские производители ненасыщенных полиэфирных смол расширяют ассортимент смол для изготовления композитов (появились отечественные гелькоуты, пасты, изофталевые и винилэфирные смолы и так далее). Компания «ДУГАЛАК» на данный момент среди отечественных производителей обладает самым широким ассортиментом и равноправно может конкурировать с высокотехнологичными импортными материалами, такими как винилэфирные смолы, смолы для SMC/BMC, гелькоуты.

Развитие композитной отрасли и производства ненасыщенных полиэфирных смол в Российской Федерации характеризуются двумя особенностями:

- стабильный и постоянный рост потребления полиэфирных смол (потребление ненасыщенных полиэфирных смол в период с 2010 по 2020 год увеличилось в 2,5 раза);
- увеличение доли отечественных ненасыщенных полиэфирных смол в общем потреблении этих

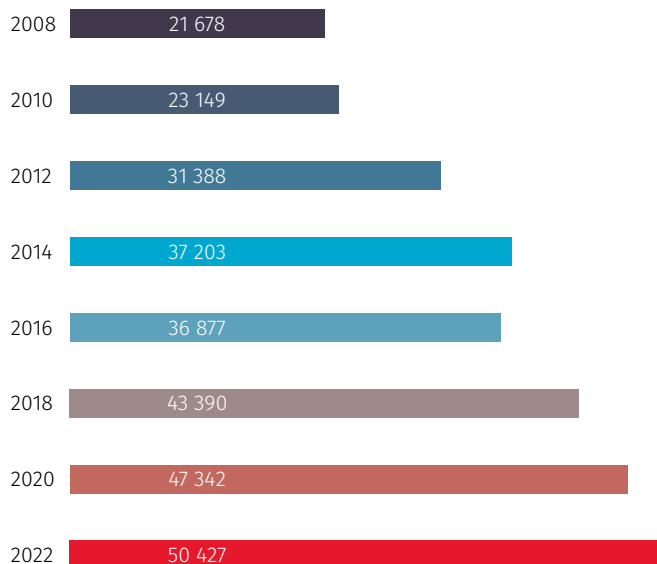


Диаграмма 3. Потребление ненасыщенных полиэфирных смол в Российской Федерации в 2008–2019 гг. (тонн)

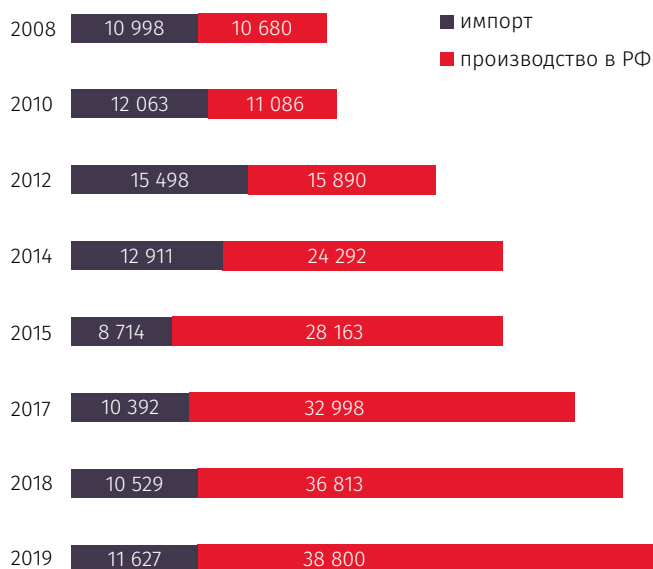


Диаграмма 4. Количество отечественных и импортных ненасыщенных полиэфирных смол, потребленных в Российской Федерации в 2008–2019 гг. (тонн)

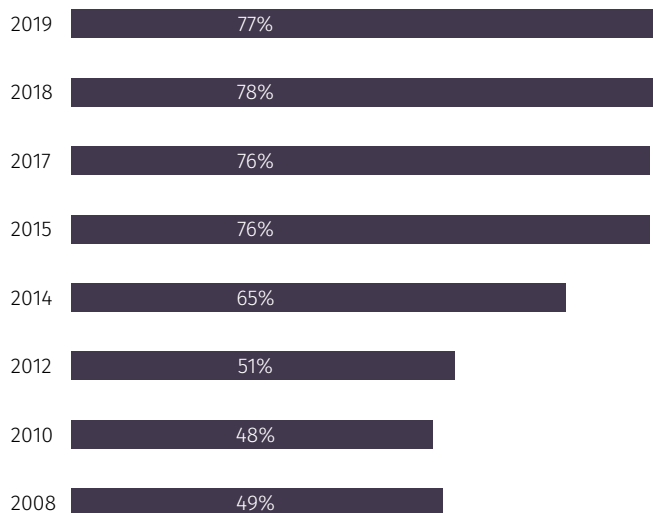


Диаграмма 5. Доля отечественных производителей в общем потреблении ненасыщенных полиэфирных смол

материалов с 47% (2010 год) до 77% (2019 год). Объем реализации российских заводов с 2010 года вырос в 3,5 раза, а импорт остался на уровне 2010 года.

Лидеры рынка

На протяжении последних семи лет лидером в производстве и реализации ненасыщенных полиэфирных смол на российском рынке является компания «ДУГАЛАК». Крупнейшим импортёром данного вида продукции является компания Ashland. «ДУГАЛАК» обладает самым полным ассортиментом ненасыщенных полиэфирных смол для производства композитных материалов. И единственная из отечественных компаний, которая имеет большую долю в реализации высокотехнологичных материалов (винилэфирные смолы, трудногорючие смолы нового поколения, гелькоуты и так далее). Из отечественных производителей по указанным материалам только «ДУГАЛАК» имеет значительную долю рынка по отношению к импортным материалам (27% винилэфирные смолы и 32% гелькоуты). Из зарубежных компаний по высокотехнологичным материалам лидирует фирма Ashland.

Характеристика спроса на ненасыщенные полиэфирные смолы по отраслям применения

Если проводить анализ спроса на ненасыщенные полиэфирные смолы, то можно отметить определённые специфические характеристики российского рынка, которые обусловлены разной степенью развития производства и применения композитных материалов.

Транспортное машиностроение

В легковом транспорте очень низкая доля применения отечественных композитных материалов. SMC/BMC технологию (основную технологию для производства композитных автокомпонентов), по которой в Европе производят 25% всех изделий из композитов, в России использует не более 1% российских производств композитных материалов. Учитывая, что годовой выпуск легковых автомобилей в Российской Федерации составляет более 1,5 млн. машин, можно сделать вывод, что композиты российского производства в нём фактически отсутствуют. Что касается производства железнодорожного и общественного транспорта (автобусы, троллейбусы, трамваи) и сельскохозяйственной техники, то 70% изготавливаемых для них композитных элементов сформованы из российских смол. Хочется отметить, что в России производство компонентов из композитных материалов для общественного транспорта находится на достаточно высоком уровне, соответствующем уровню развитых стран. Оснащено современным оборудованием, на котором работают высококвалифицированные специалисты. И качество выпускаемых изделий не уступает общемировому.

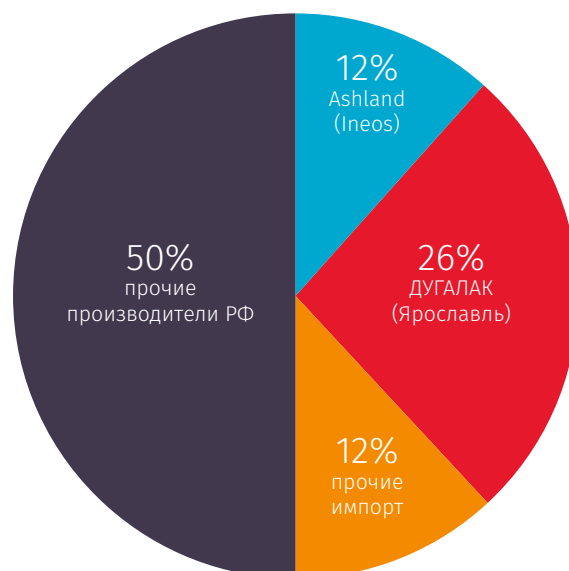


Диаграмма 6. Потребление ненасыщенных полиэфирных смол в Российской Федерации в 2008-2019 гг. (тонн)



Диаграмма 7. Потребление ненасыщенных полиэфирных смол на душу населения в 2019 г, кг

Строительство

Производство композитов для строительства, включая изготовление элементов интерьера и изделий сантехнического назначения, в РФ очень развито. Например, производители сантехники и кухонных моек фактически полностью заменили импорт (доля импорта этой продукции составляет не более 10%), и большинство связующих закупается у отечественных производителей ненасыщенных полиэфирных смол. Производители композитных материалов для строительства вкладывают значительные средства в свои проекты. Уровень оборудования и знания специалистов этих компаний не уступает уровню знаний специалистов самых развитых Европейских стран. С другой стороны, строительные материалы в самом строительстве (строительные профили, арматура, перила, мостостроение) не сильно развиты. И

● оптимистический прогноз

● пессимистический прогноз

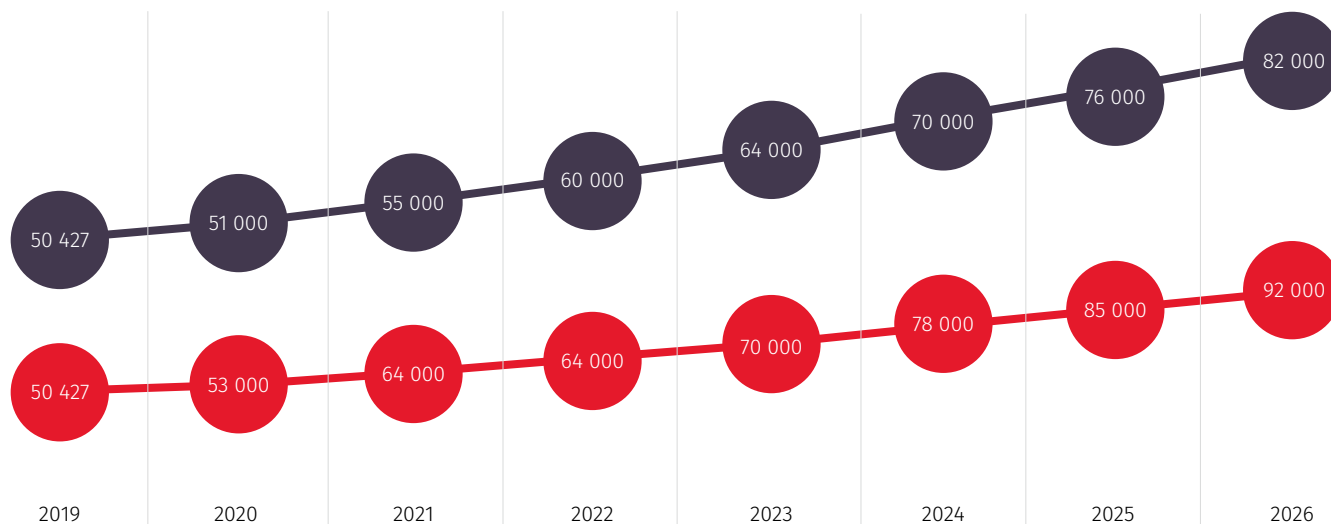


Диаграмма 8. Прогноз роста производства ненасыщенных полиэфирных смол в России (тонн).

основной причиной является неполная нормативная база применения этих материалов в строительстве.

Инфраструктура (трубопроводы, ёмкости)

В Российской Федерации существует несколько крупных производителей композитных труб, но их мощности использованы не более чем на 35%. Основная причина в том, что стеклопластиковые трубы недостаточно востребованы, и их доля в общем количестве труб в инфраструктурных проектах минимальная. Что касается ёмкостей — в инфраструктурных проектах достаточно широко применяются композитные ёмкости. Существует большое число фирм производителей такой продукции, и в отличие от производителей труб, мощности этих заводов используются более эффективно. Фирмы развиваются, инвестируются значительные финансовые средства в новое оборудование, и этот сегмент производства композитных материалов успешно растёт.

Остальные отрасли

К сожалению, некоторые отрасли промышленности, которые в развитых странах используют большое количество композитных компонентов, в России или развиты слабо, или отсутствуют. Такая ситуация, например, с производством ветроэнергетических установок, в судостроении и электронике.

Перспективы роста потребления ненасыщенных полиэфирных смол в Российской Федерации

Несмотря на то, что амбициозные планы по развитию российской композитной отрасли, определенные Дорожной картой Правительства РФ в 2014 году, не были полностью реализованы, рост потребления

ненасыщенных полиэфирных смол в Российской Федерации значителен (в среднем за последние 10 лет — 10% годового роста). А вот уровень потребления по-прежнему низкий. Об этом свидетельствуют и данные потребления композитов на душу населения, представленные на диаграмме 7.

Также надо отметить, что суммарная прогнозируемая мощность производства ненасыщенных полиэфирных смол в России — 80 тыс. тонн, с учетом строительства заводов. Что, например, сопоставимо с производственной мощностью всего лишь одного (из пяти) турецкого завода Boytek. Суммарная производственная мощность европейских заводов, выпускающих ненасыщенные полиэфирные смолы, составляет около 1 млн. тонн. Так что Россия, численность населения которой составляет 20% от численности населения Европы, обладает всего 8% от суммарных европейских мощностей производства ненасыщенных полиэфирных смол.

Увеличение производства композитных материалов, новые инвестиции и рост мощностей производства ненасыщенных полиэфирных смол, мировой тренд роста потребления композитных материалов, а также тенденция к локализации производства ближе к потребителям, еще недавно давали основания для оптимизма при оценке перспектив развития российской композитной отрасли. И по нашим наблюдениям, несмотря на кризис в 2020 году, вызванный пандемией, композитная отрасль в России показала устойчивость к кризисным ситуациям. Мы не наблюдаем резкий спад активности и объемов производства. В то время как европейское производство композитов и, соответственно, производство ненасыщенных полиэфирных смол в Европе сократилось на 10–25% (в разных отраслях и странах). Это дает нам повод ожидать в России нормального роста производства композитных материалов и, соответственно, их главного связующего компонента — ненасыщенных полиэфирных смол. **КМ**

БОГАТСТВО АССОРТИМЕНТА

НЕНАСЫЩЕННЫЕ ПОЛИЭФИРНЫЕ СМОЛЫ

ТРУДНОГОРЮЩИЕ СМОЛЫ

ВИНИЛЭФИРНЫЕ СМОЛЫ

БЕССТИРОЛЬНЫЕ СМОЛЫ

МАТРИЧНЫЕ СМОЛЫ

ГЕЛЬКОУТЫ

ДУГАЛАК

150044, г. Ярославль, ул. Полушкина роща, д.16
Тел.: +7 (4852) 73-37-01, 73-37-64, 73-52-51
E-mail: dugalak@nordnet.ru

www.dugalak.ru



Итоговый
ролик о форуме



Трансляции
мероприятий
форума

Элина Билевская
Мария Юрьева

Композитный дивизион «Росатома» UMATEX

По итогам VIII форума «Композиты без границ»



22 октября 2020 года в рамках выставки ИННОПРОМ Online прошел VIII Форум «Композиты без границ». На площадке форума международные и российские эксперты, представители государственной и региональной власти, главы крупных корпораций и институтов развития обсудили возможности интеграции российского композитного рынка в мировую повестку и применения передовых материалов в разных отраслях промышленности. Оператором форума выступил композитный дивизион «Росатома» UMATEX, форум впервые прошел в онлайн-формате.

Будущее композитов в России зависит от возобновляемой энергетики

Рынок новых материалов не сильно просел из-за пандемии, а в некоторых отраслях даже вырос и будет расти. Будущее композитов в России напрямую зависит от развития возобновляемой энергетики в нашей стране. А экспортные перспективы связаны в первую очередь с производством композитных деталей для авиастроения и переработкой графита. Такими прогнозами поделились участники форума «Композиты без границ», который в этом году прошел в онлайн-формате.

Панельную сессию модерировал глава композитного дивизиона «Росатома», гендиректор Umatex Александр Тюнин. Открыл дискуссию руководитель госкорпорации Алексей Лихачев. Он напомнил, что «Росатом» по поручению правительства разработал дорожную карту «Технологии новых материалов и веществ». К 2024 году Россия должна сократить технологическое отставание, а к 2030-му — войти в число мировых технологических лидеров по четырем направлениям: полимерные композиционные материалы, аддитивные технологии, редкие и редкоземельные металлы, а также новые конструкционные и функциональные материалы и вещества.

мельные металлы, а также новые конструкционные и функциональные материалы и вещества.

«Мы здесь видим аналогии с первым атомным проектом, который обеспечил суверенитет и безопасность нашей страны, — сказал Алексей Лихачев. — Тогда ученые, инженеры, руководители столкнулись с новыми задачами, которые были решены буквально за считанные годы. И сегодня нам предстоит решить целый ряд материаловедческих задач фундаментального уровня, чтобы не проиграть конкурентам».

Первый заместитель гендиректора «Росатома» Кирилл Комаров отметил, что особое внимание госкорпорация уделяет партнерской сети: «В этом году Umatex и «Роснано» создали совместное предприятие «Композит-инвест». В кооперации с «Сибуром» мы прорабатываем проекты для новой линейки композитных материалов на основе термопластов и сверхвысокомолекулярного полиэтилена». Соглашения о внедрении композитов заключены также с «Роскосмосом», «Газпромом», РЖД, «Русгидро».

Центром компетенций по композитному направлению определен межрегиональный промышленный кластер «Композиты без границ», сформированный по инициативе Umatex и объединивший уже 35 участников — промышленные предприятия, вузы, особые экономические зоны и технопарки.

Композиты и пандемия

О том, как обстоят дела на мировом рынке, рассказал гендиректор CarbConsult Дэн Пихлер, включившись в разговор из Флориды. Он перечислил главные отрасли, заинтересованные в композитах: коммерческая авиация, космическая промышленность, автомобилестроение, ветроэнергетика и спортивная индустрия. «Прошлый год был рекордным в мире по строительству ветроэнергетических установок (ВЭУ), — сообщил Дэн Пихлер. — А пандемия привела к росту спроса на спортивные тренажеры, для производства которых также широко используют легкие и прочные композитные материалы. Люди боятся ходить в спортзалы, но хотят поддерживать форму, так что эта индустрия сейчас на подъеме».

Спад воздушных перевозок вынудил таких гигантов, как Boeing и Airbus, сократить объем производства. Тем не менее, аналитики Boeing недавно выпустили прогноз, по которому авиастроение через три-четыре года не только полностью восстановится, но и будет расти теми же темпами, что и до эпохи коронавируса. Подробно об этом рассказал президент Boeing в России и СНГ Сергей Кравченко: «Пандемия привела к тому, что старые самолеты из стали и алюминия перестают эксплуатировать. Boeing прекращает производство модели 737 Max, Airbus со следующего года не будет выпускать A380. Через 20 лет в мире будут летать 44 тыс. новых самолетов. 75 % из них, в первую очередь узкофюзеляжных, построят из композитов и титана. Это приведет к развитию технологий в композитной отрасли, включая автоматизацию и цифровизацию процессов, и мы увидим снижение себестоимости самых сложных композиционных материалов».

Россия в этой истории может стать ключевым игроком, считает Сергей Кравченко. Уже сейчас 56 типов деталей из титановых сплавов для Boeing и Airbus производят на Урале, и спрос на композитно-титановые составляющие для авиастроения будет только расти. Еще одна привлекательная ниша — переработка отходов композитного производства. «Наша страна могла бы стать лидером в области переработки черных отходов, графита. И кому, как не «Росатому» и «Роснано», создавать такие технологии», — уверен Кравченко.

Ветер перемен

Экс-глава «Роснано» Анатолий Чубайс настроен не так оптимистично. Точнее, он тоже уверен, что будущее за композитами и тесно с ними связанной возобновляемой энергетикой, но боится, что не все руководители в России разделяют это убеждение. В правительстве, по словам Чубайса, идет ожесточенная дискуссия насчет развития ветроэнергетики до 2035 года, от ее исхода во многом зависит будущее и композитной отрасли.

«Мы начали заниматься ветроэнергетикой и композитами 10 лет назад, многие тогда крутили пальцем у виска, — сказал Чубайс. — У меня было главное требование — двигаться в тот типоразмерный ряд

оборудования для ветростанций, который даст нам спрос не только на стекло-, но и на углепластик. Тренд ближайших 5–10 лет — увеличение длины лопасти, рост прочности, что может дать только углепластик. Мы производим в Ульяновске 65-метровые лопасти для ВЭУ. И работаем над следующим переделом — это углепластиковые лонжероны». Но нужно понимать, какова стратегия государства в этой области, продолжает Чубайс. Если в правительственной дискуссии победят сторонники развития возобновляемой энергетики, у рынка композитов в России будут хорошие перспективы. В обратном случае придется закрывать то, что уже построено.

Резюмируя, Александр Тюнин выделил пять отраслей промышленности, где ожидается быстрый рост применения углекомпозитов. В ветроэнергетике — в два-три раза к 2030 году, благодаря постоянному увеличению длины лопасти. В гражданской авиации — в 2–2,5 раза, в том числе за счет распространения беспилотников. Легкость и надежность спортивного инвентаря — устойчивый тренд, в рамках которого идет постоянная замена не только традиционных материалов, но и полимерных композитов на основе стекловолокна на более легкий и прочный углепластик. В транспортной сфере, учитывая бурное развитие электрического и водородного транспорта, эксперты прогнозируют рост в 3–5 раз в ближайшее десятилетие.

Судьба «Грифона»

Есть подвижки и в судостроении. Как сообщил на форуме глава «Роснано», при поддержке Минпромторга России планируют запустить в серию катамаран из углепластика. Экспериментальный «Грифон» был спущен на воду в Петербурге три года назад. «Сегодня «Грифон» бежит между Медным всадником и Петергофом, зачастую опережая суда на подводных крыльях за счет своей мореходности», — говорит гендиректор Объединенной судостроительной корпорации Алексей Рахманов.

Выход на серийное производство, считает Анатолий Чубайс, — показатель того, что пусть пока не так быстро, как хотелось бы, но производители и потребители в самых разных областях (в данном случае в сфере пассажирских водных перевозок) начинают оценивать композитные материалы не как экспериментальную игрушку, а как бизнес в долгую. Так что, вполне возможно, скоро «убийцы «Метеоров» — так окрестили «Грифон» в Петербурге — начнут бегать по рекам и заливам всей страны.

Тренды и драйверы в композитах

В рамках форума состоялась панельная дискуссия «Отрасли-драйверы развития рынка композитов в мире и России». Модератор — генеральный директор компании «АэроКомпозит» Анатолий Гайданский, открывая дискуссию, предложил обсудить перспективы и тренды развития отрасли.

Он отметил, что в свое время индустрия авиа-

строения подстегнула развитие рынка композитов: «Авиационная отрасль стала верхушкой пирамиды, которая дала синергетический эффект и развитие всей отрасли композитов. Получилась пирамида из людей, которые делают оборудование, оснастку, материалы, вспомогательные технологии, крепеж. Хотелось бы, чтобы и другие отрасли произвели подобный эффект на развитие композитов».

По его словам, «авиастроение, вертолетостроение не позволит выйти на те объемы потребления материала, которые обеспечат устойчивую прибыльную работу их производителям»: «Мы не можем с теми объемами рынка, которые имеем потреблять, тысячами тонн. А нужно потреблять тысячами тонн, чтобы снизить себестоимость материалов. Основной сейчас недостаток композитного материала — это его цена. Мы никак за последние 10 лет не смогли приблизиться к снижению стоимости материала. И это не только российский тренд, но и мировой».

Потенциал роста спроса за счет развития электрического и водородного транспорта оценивается экспертами в 3–5 раз в ближайшее десятилетие. Эту тенденцию поддержал генеральный директор компании Faber Джованни Тофалутти, его компания занимается производством баллонов высокого давления. По его мнению, транспорт на водородном топливе, станет серьезным конкурентом видам транспорта на традиционном топливе уже в обозримом будущем.

«Может быть мы доживем до такого явления, когда в городе, кроме электробусов, будут ездить водоробусы», — отреагировал Анатолий Гайданский.

Руководитель дивизиона ВИЭ УК «Роснано» Алишер Каланов убежден в том, что отрасль ветроэнергетики в состоянии сформировать национальных лидеров в области композитов, которые будут играть важную роль не только на российском, но и на международном рынке. По мнению Анатолия Гайданского важно обеспечить не только локализацию производственных мощностей компонентов ветроустановки в России, но получить компетенции по проектированию, прочностным расчетам, материаловедению, эксплуатации и выводу из эксплуатации готового изделия.

Наращивает применение композитов также отрасль судостроения. По словам генерального директора «Средне-Невского судостроительного завода» Владимира Середохо в ближайшее время полностью композитный катамаран «Грифон» будет запущен в серийное производство.

Медиа директор JEC WORLD Фредерик Ру поделился соображениями относительно того, достиг ли рынок композитов пика или же находится на точке роста? По его мнению, пик еще далеко не пройден, а рост индустрии дадут — строительство и транспорт (беспилотные автономные машины, электромобили, автомобили на азоте). Эти направления и станут главными трендами композитов.

Председатель Совета директоров АО «ПОТЕК» Михаил Валерьевич Лифшиц назвал основные аспекты внедрения композитов и новых материалов в разных отраслях промышленности: «Это разработка технологий применения, создание библиотек стандартных

изделий и работа с конструкторами и технологами традиционных производств. Если вы хотите, что новые материалы использовались на заводах, нужно формировать интерес не только у работающих сегодня инженеров, необходимо готовить студентов для использования этих материалов и технологий. Необходимы механизмы повышения квалификации конструкторов и технологов с точки зрения применения композитов в конечных изделиях. Технологии применения и обучение специалистов — это, на мой взгляд, два ключевых фактора продвижения любых композитов на рынке». «Давайте стараться смотреть чуть-чуть вперед на междисциплинарное совмещение металлических, неметаллических, керамических и волоконно-полимерных композитов», — предложил Михаил Лифшиц.

Анатолий Гайданский добавил, что важным аспектом не пути внедрения материалов также является цифровое моделирование композитов: «Сейчас можно смоделировать изменение напряжений в изделии, предсказать какие могут быть отклонения от теоретического контура в зависимости от напряжений, которые есть в данной конструкции и внести необходимые коррективы в оснастку для ее производства».

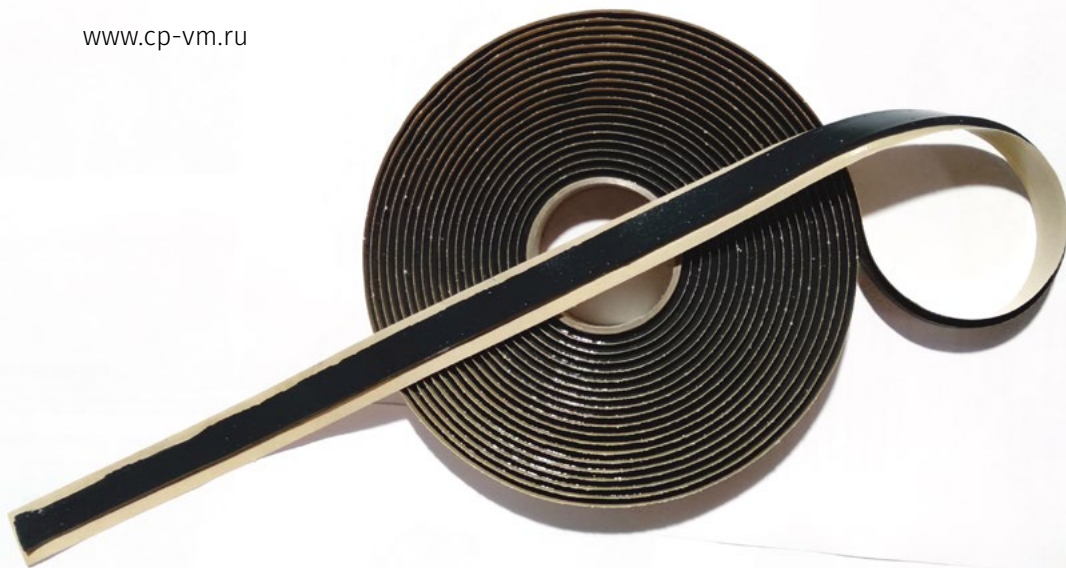
Первый заместитель генерального директора «Росатома» Кирилл Комаров отметил, что Госкорпорация формирует внутриотраслевой заказ на новые материалы в капитальном строительстве объектов атомной отрасли, реконструкции и модернизации АЭС. Одновременно внедрение композитов рассматривается в новых направлениях бизнеса, таких как, водородная энергетика, арктическая инфраструктура и новые модели арктических ледоколов, атомные станции средней и малой мощности. Отдельное внимание «Росатом» уделяет созданию партнерской сети. «В этом году UMATEX и Роснано создали совместное предприятие «Композит-Инвест» для реализации проектов в сегменте конечных изделий из композитов в различных отраслях. В кооперации с «СИБУРОм» мы прорабатываем совместные проекты по созданию новой линейки композитных материалов на основе термопластов и сверхвысокомолекулярного полиэтилена», — рассказал Кирилл Комаров. Соглашения о внедрении композитов также заключены с «Роскосмосом», «Газпромом», РЖД, «Русгидро».

Александр Тюнин считает, что системному развитию рынка композитов в России и вхождению в группу технологических лидеров уже через десять лет призвана помочь дорожная карта, разработанная «Росатомом» совместно с ключевыми игроками рынка. Центром компетенций по направлению композитов определен межрегиональный промышленный кластер «Композиты без границ», созданный по инициативе UMATEX и объединивший уже более 35 участников — промышленных предприятий, ВУЗов, особых экономических зон и технопарков. По словам Александра Тюнина, кластер «Композиты без границ» призван сформировать эко-среду и содействовать кооперации, стимулированию спроса и обеспечению господдержки для компаний отрасли. **КМ**



ATL / AFP
ДЕТАЛИ/ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ
НА КОТОРУЮ МОЖНО РАСЧИТЫВАТЬ!

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



Герметизирующий жгут Контур-230 для высокотемпературных процессов

Сотрудники компании ООО «Композит-Изделия», анализируя запросы потребителей на вакуумные расходные материалы, а также принимая во внимание особенности используемых ими технологий производства полимерных композитов (ПКМ) и изделий из них, приняли решение о разработке новой линейки продукции для работы при повышенных температурах вплоть до 230°C. Первым шагом в этом направлении было создание герметизирующего жгута.

Герметизирующий жгут Контур 230 разработан специально для вакуумного и автоклавного формования и температуре эксплуатации до 230°C. Жгут изготовлен на основе высокотемпературных эластомеров и армирующих наполнителей для лучшей устойчивости к высоким температурам и давлению. Оптимальная мягкость и хорошая адгезия позволяет быстро и качественно собирать вакуумные пакеты в интервале температур от

комнатной до +50°C. Высокая когезионная прочность жгута позволяет снимать его с различных поверхностей при любых температурах без использования дополнительного инструмента. Стойкость к эпоксидным, винилэфирным и цианэфирным связующим позволяет использовать его для изготовления широкого спектра ПКМ, включая аэрокосмическую отрасль.

Основные физико-механические свойства герметизирующего жгута представлены в таблице. За получением более подробной информации и образцов для тестирования просим обращаться к техническим специалистам компании. ООО «Композит-Изделия» всегда открыто к запросам потребителей и готово вести разработки индивидуальных решений в области композитных материалов для улучшения и оптимизации технологических процессов изготовления ПКМ. **КМ**

Физико-механические свойства герметизирующего жгута «Контур-230»

Наименование характеристики	Значение
Цвет	Черный / Желтый
Максимальная рабочая температура	230°C
Объемная плотность, г/см ³	1,3
Ширина, мм	12 ±3, 19 ±3
Толщина, мм	3 ±1
Прочность связи с металлом при отрыве, МПа	не менее 0,1
Длина в рулоне	7,5 п.м., 10 п.м., 12 п.м.
Срок хранения	12 месяцев

Компания ООО «Композит-Изделия» начала свое существование в 2011 году в структуре Холдинговой компании Композит, как официальный дистрибьютер известной иностранной компании, занимающейся поставкой расходных материалов для крупнейших мировых производств композитной отрасли. Основной целью компании было создание недостающего звена в цикле производства композитных материалов на территории РФ.

В связи с политической обстановкой в мире для многих предприятий российского рынка композитных материалов стало крайне необходимым наличие отечественного производителя вакуумных расходных материалов для технологий пропитки под вакуумом и автоклавного формования композитных изделий.

Поэтому компания ООО «Композит-Изделия» поставила себе новую задачу, целью которой являлось создание расходных материалов отечественного производства по оптимальным ценовым диапазонам.

На протяжении нескольких лет технические специалисты компании сотрудничали с предприятиями смежных отраслей для отработки технологических процессов производства всех основных вакуумных расходных материалов, необходимых для формования угле- и стеклокомпозитов, параллельно тестируя полученные материалы в лабораторных и реальных условиях на предприятиях композитной отрасли РФ.

В настоящий момент на территории Российской Фе-

дерации локализовано производство уже более 70 % поставляемых компанией материалов, разработанных с участием отраслевых институтов, технологических партнеров и ведущих специалистов композитной отрасли. Все материалы прошли испытания на предприятиях аэрокосмической и судостроительной отраслей и хорошо себя зарекомендовали. В результате чего были внедрены в технологические процессы и утверждены в нормативной документации.

Наши материалы производятся по российским ТУ, имеют необходимые сертификаты, паспорта качества на каждую производственную партию и протоколы испытаний в независимых профильных лабораториях. Вспомогательные материалы нашей компании являются аналогами импортных материалов и не уступают им как по техническим характеристикам, так и по цене.

Мы производим отечественные вакуумные расходные материалы более пяти лет и являемся участником программы импортозамещения Минпромторга России по авиа- и судостроению.

В число наших потребителей входят как крупные промышленные предприятия, относящиеся к аэрокосмической отрасли, судостроению, автомобильной промышленности и предприятиям ОПК, так и предприятия среднего и малого бизнеса, занимающиеся производством спортивных товаров, декоративными изделиями и прочей продукцией.



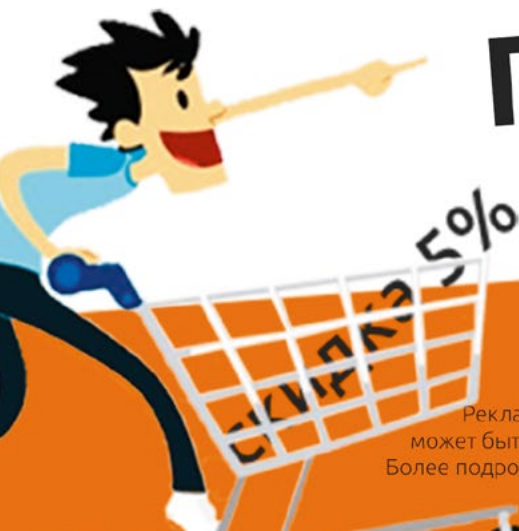
CARBO CARBO
КОМПОЗИТНЫЙ СУПЕРМАРКЕТ

**В наличии
по суперцене**

Эпоксидные препреги класса А+

Эпоксидная смола L 

**Углеродные ткани
различной плотности**



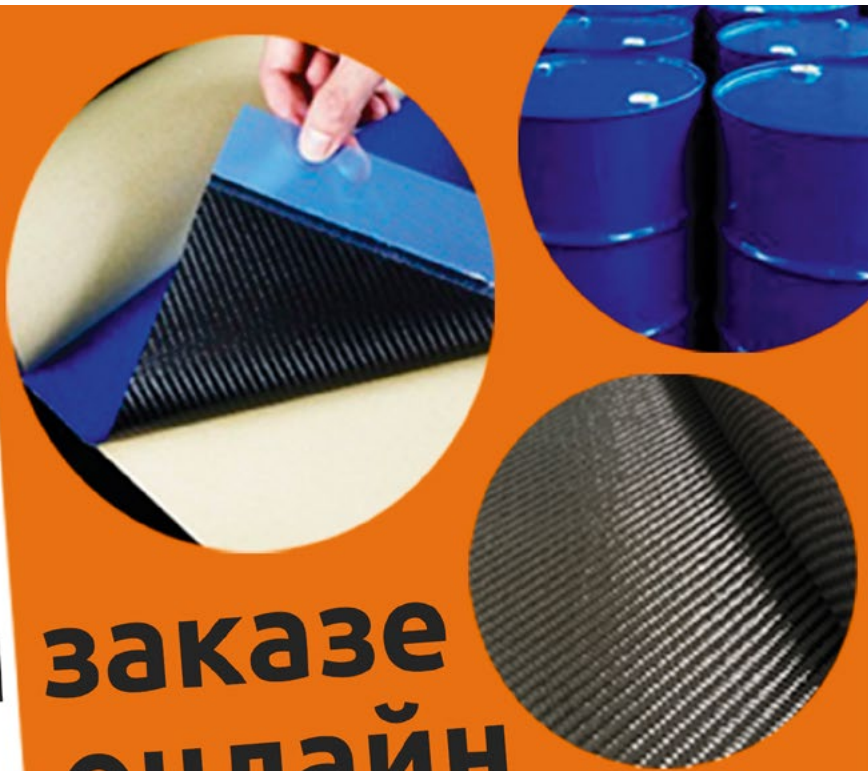
**При заказе
онлайн**

скидка 5%



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.

carbocarbo.ru
info@carbocarbo.ru
+7(499)281-66-33



+7 (812) 363 43 77 СПб
+7 (800) 707 23 67 Мск
carbon@carbonstudio.ru



Конструкционный ПВХ пенопласт

Деятельность компании Carbon Studio (ООО «НПФ «Технологии прогресса») направлена на постоянный поиск и внедрение инноваций в российские производства композитных материалов и изделий из них в целях расширения их ассортимента, повышения качества продукции, совершенствования технологий. Сегодня компания Carbon Studio представляет Вашему вниманию конструкционный ПВХ пенопласт Aircell производства компании MEL Composites.

Компания MEL Composites занимает лидирующее место по производству конструкционного ПВХ пенопласта, используемого для изготовления сэндвич-конструкций. Вся продукция компании имеет необходимые сертификаты соответствия, включая международную сертификацию (GL) и сертификацию Российского Морского Регистра Судоходства.

Области применения ПВХ пенопласта обширны — судостроение (гражданское и военное), транспорт, ветроэнергетика, строительство и так далее.

Aircell используется в качестве основного составляющего сэндвич-конструкции. Он совместим с различными армирующими материалами на основе различных волокон, например, углеродных, стекло- и природных, с любым связующим: эпоксидными смолами, ненасыщенными полиэфирными и фенольными смолами. Материал может быть адаптирован для различных технологий производства композитов

и изделий из них, в том числе инфузия, напыление, ручная выкладка, автоклавное формование.

Техническая группа компании MEL Composites разработала новый тип пенопласта Aircell под артикулом DCL+inf. Данный пенопласт предназначен для процессов закрытого вакуумного формования (например, VARTM, инфузия и RTM) для прямых и криволинейных поверхностей. Он обеспечивает легкую и быструю пропитку тканей одновременно с двух сторон пенопласта. Расход смолы в насечках значительно снижен, по сравнению с его предшественником DC+inf.

Описание

С двух сторон листа расположены насечки шириной 2 мм, на расстоянии 20 мм друг от друга. Направление насечек 0 и 90°.

На одной стороне листа продольные насечки на 0,5 мм глубже половины толщины листа (толщина листа/2 ±0,5 мм); глубина поперечных канавок — 2 мм. На противоположной стороне глубина поперечных насечек на 0,5 мм глубже половины толщины листа (толщина листа/2 ±0,5 мм); продольные насечки глубиной 2 мм. Насечки с обеих сторон пересекаются друг с другом и позволяют смоле течь между ними.



Преимущества

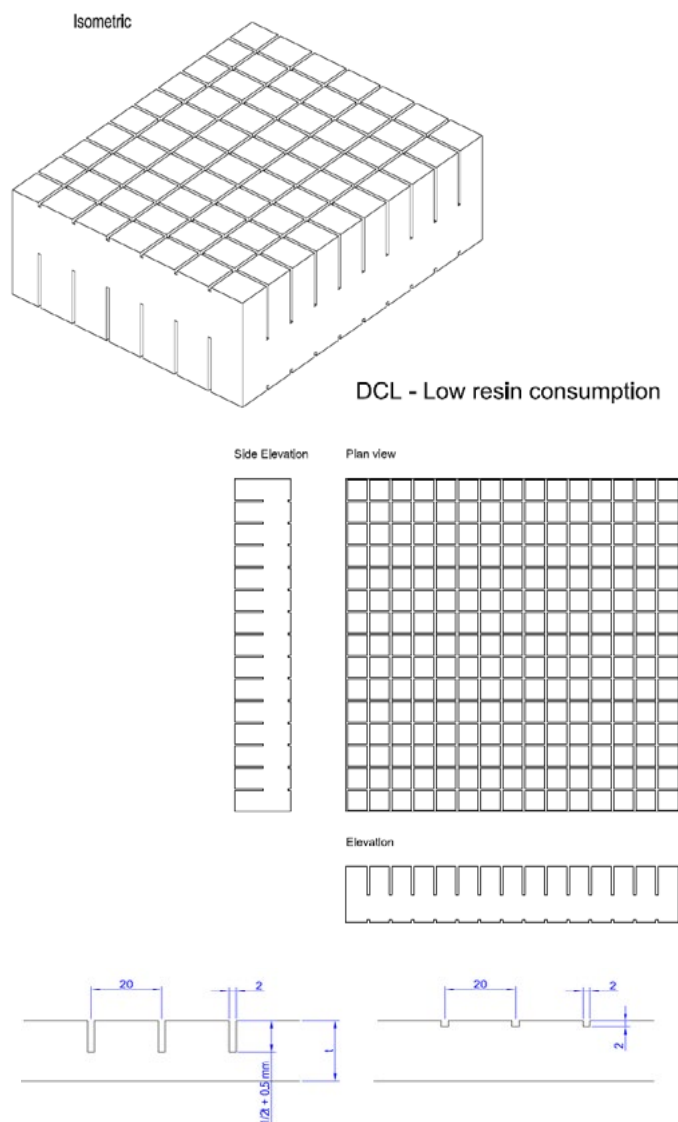
1. превосходная гибкость материала позволяет использовать его на криволинейных поверхностях;
2. значительное сокращение трудозатрат и стоимости за счет экономичного расхода сырьевых материалов;
3. обычный процесс вакуумной инфузии;
4. высокая проницаемость материала позволяет ускорить процесс пропитки;
5. высокая пропитываемость одновременно с двух сторон.

Высокая проницаемость позволяет пропитывать большие конструкции с минимальным количеством линий подачи смолы, что значительно упрощает сам процесс. Проводящая сетка больше не требуется, а жертвенная ткань может быть удалена, если нет необходимости в дальнейшем склеивании или окраске. К примеру, среднее поглощение пенопласта плотностью 80 кг/м^3 и толщиной 20 мм — $3,06 \text{ л/м}^2$.

Применение

1. изготовление криволинейных поверхностей корпусов, палуб;
2. гондолы, лопасти ветроэнергетических установок;
3. элементы интерьера и экстерьера транспортных средств (автобусы, поезда и так далее).

Компания MEL Composites также разрабатывает пенопласт под индивидуальные требования заказчика. Для получения подробной информации вы всегда можете обратиться к специалистам Carbon Studio (ООО «НПФ «Технологии прогресса»). **КМ**



Оптимизация конструкции стеклопластиковых форм и матриц

Всем нам хочется, чтобы стеклопластиковые формы (матрицы) для изделий из композитов были качественными и служили долго. Производители материалов для их производства ориентируют нас на срок службы матрицы, равный 1000 съемов. Это при, скажем, трех съемах изделия в сутки «гарантирует» нам год беспечальной работы. В действительности этот срок может колебаться в больших пределах. В зависимости от многих факторов матрица может служить от 100 съемов до 3000. Это реальные цифры, которые мне удалось зафиксировать. Возможно некоторые матрицы «живут» и дольше. Факторы «долголетия» матриц: качественные матричные материалы, высокий уровень и качество изготовления матриц (соблюдение всех требований нанесения и укладки материалов, временного и температурного режимов), высокая культура эксплуатации матриц (отсутствие механических повреждений, своевременное нанесение разделителя, правильный временной и температурный режимы изготовления изделий). Грамотное проектирование 3D-модели — еще один не менее важный фактор сохранности матриц, о котором мне хотелось бы написать в этой статье.

По аналогии с известной шуткой, что главная беда России — дураки и дороги, могу сказать, что главная проблема в производстве стеклопластиковых матриц — это углы и уклоны. Современный дизайн изделий диктует нам острые углы и четкие линии, вертикальные поверхности практически без уклона, едва уловимые уклоны горизонтальных поверхностей, которые могут быть видны только с четко обозначенными гранями. Между тем для

стеклопластика существуют объективные требования: уклон вертикальных граней — оптимальный в 7°, скругление углов — не менее 5 мм. Если мы говорим о литевых изделиях, то острые углы проблема только матриц, изделие может иметь любое самое маленькое скругление на углах. А при контактном формовании стеклопластика и других технологиях, использующих стекломатериалы, эта проблема распространяется уже и на детали. Углы уклона особенно критичны у форм с пуансонами (литье из искусственного камня, RTM технология). При контактном формовании, где изделие изготавливается только в лицевой матрице, углы уклона со стороны отрицательного давления усадки менее критичны. Как это выглядит, и как с этим бороться на стадии конструирования я постараюсь показать и рассказать в этой статье.

Для форм, использующихся при контактном формовании (рисунок 1), уклон поверхностей, подверженных давлению усадки, должен быть больше. Тогда изделие как-бы съезжает с матрицы при расформовке, не портя при этом «гелькоутные» поверхности. Смещение материала изделия обеспечивает легкий съем на внешних поверхностях, откуда (а не куда) направлено давление. Поэтому здесь уклон может быть минимальным.

При литье композитных изделий (рисунок 2) давление усадки испытывает в основном лицевая форма (матрица). А пуансон, напротив, освобождается при сжатии изделия усадкой.

При заливке изделий с высокими бортами (рисунок 3), давление усадки испытывают уже и пуансон, и матрица.



Рисунок 1. Стеклопластиковое изделие, полученное контактном формованием



Рисунок 2. Литьевое изделие

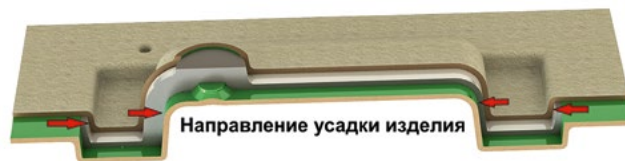


Рисунок 3. Литьевое изделие с высоким бортом

Хочется отметить, что усадка полиэфирной смолы (гелькоута) присутствует всегда, даже у материалов, названных производителем «безусадочными». Стандартная усадка обычной (конструкционной, литевой или RTM) смолы с наполнителем (стекломатериалы, песок, кальцит и другие) колеблется от 0,2 до 1% и чаще всего составляет 0,6%. У безусадочных материалов она меньше. Наличие усадки означает, что изделие всегда меньше своего виртуального прототипа примерно на 6 мм на каждом погонном метре в любом направлении. При моделировании конструкторам хорошо бы это учитывать, в том числе при указании размеров в чертежах и при стыковке стеклопластика с металлом (закладные, каркас, кожух).

В отношении острых углов (малых радиусов скруглений) надо понимать, что полностью избавиться от них при моделировании невозможно, так как в этом случае изделие станет похожим на «обмылок» и не будет иметь эстетической ценности. Поэтому прежде всего следует немного сказать о способах изготовить эти острые грани (рисунки 4–7), а уж потом рассмотреть, как сделать их количество на изделии поменьше.

Часто для стеклопластиковых и литевых изделий закладывают скругление углов в 2 мм. Нужно помнить, что при формовании такого угла обычный стекломат (или стеклоткань) все равно «уляжется» с радиусом, равным 5 мм. Это связано с толщиной элементарных нитей, из которых изготовлен стекломатериал. Для изготовления матриц производится стекломат плотностью 100 и 225 гр/м², имеющий более тонкие элементарные нити, способные укладываться в радиус до 3 мм. Но по причине его небольшого потребления (только первые 1–2 слоя матрицы) его мало производят и продают, поэтому применяется он не часто. Если проигнорировать факт необходимости скругления не менее 5 мм, изделие или матрица будут иметь пузыри воздуха в острых углах, как показано на рисунке 4. Многие борются с этим — тщательной «пробивкой» острых углов кистью. Но стекломат при этом не укладывается с меньшим радиусом, просто острый угол заполняется не воздухом, а связующим (смолой). Другой способ (несколько лучше) — это «вмазывать» в острый угол полиэфирную склеивающую пасту. «Вмазать» без пузырей высокопрочную стеклонеполненную пасту невозможно из-за ее неподходящей консистенции, а ненаполненная паста немногим более крепкая, чем просто смола. Оба способа не являются удовлетворительными и ведут к легкому скалыва-

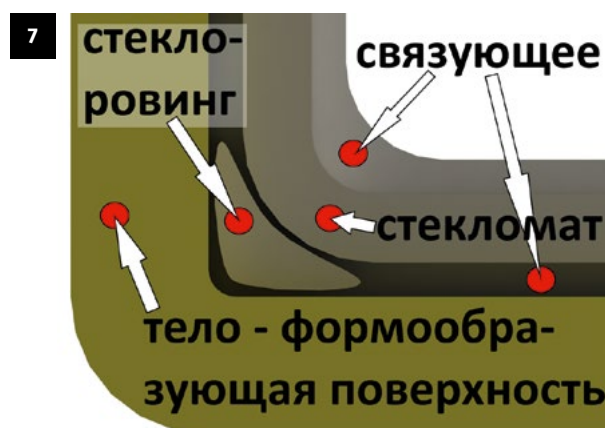
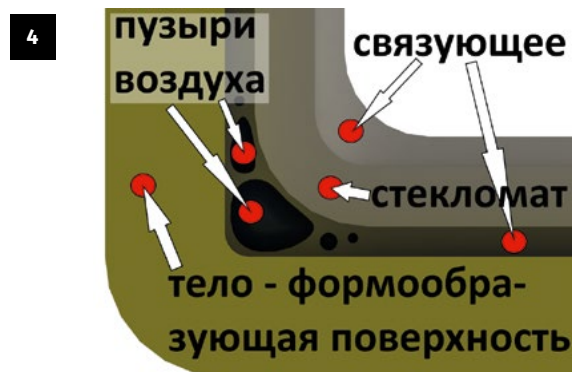


Рис. 4–7. Правильное формование острых вогнутых углов матрицы или изделия



Стеклоровинг для формовки острых углов



Промачивание жгута стеклоровинга



Укладываем ровинг в острый угол



Отрезаем подходящие по длине куски



Укладка ровинга в острые углы



Укладка ровинга в острые углы



Пробивка кистью

Рисунки 8–14. Техника укладки ровинга в острые углы формы

нию острых углов на сформованной матрице (или изделии). Единственно правильным можно считать прокладывание стеклоровинга по всем вогнутым острым углам (рисунок 6). Нити ровинга набираются в пучок толщиной около 1 см, длиной — по длине участка, закладываемого за один прием (так, чтобы удобно было работать с этим жгутом, обычно не более

1 м), смачиваются связующим путем окунания или кистью. Затем жгут укладывается в острый угол по всей его длине и пробивается кистью. Не дожидаясь отверждения уложенного материала, поверх него укладывается первый слой стекломата.

Мы обсудили, как поступать с вогнутыми углами при формовке. Но выпуклые острые углы не менее проблематичны. И здесь я рекомендую именно намазывание ненаполненной склеивающей пасты. Ее применение в данном случае не ослабляет формуемое изделие (или матрицу) и является единственным наиболее удобным в исполнении средством борьбы с проблемами острого выпуклого угла.

Теперь разберёмся, как уменьшить количество таких проблемных мест на матрице. Оказывается, для сохранения эстетичности изделий достаточно иметь острые углы (скругление 2 мм) лишь на выпуклых частях изделия. При этом ответный угол на матрице является вогнутым и не скалывается при эксплуатации. Кроме того, можно увеличивать углы уклона на небольших поверхностях до 15 и даже 30°. Рассмотрим это на конкретных примерах.



Рисунок 15. Правильная формовка острых выпуклых углов матрицы или изделия

Поскольку формы для литьевых изделий имеют компактный вид и при этом содержат в себе все проблемы стеклопластиковой оснастки, то на их примере всё и рассмотрим. Усовершенствования конструкции форм и изделий силами моделирования касается не только повышения сохранности матриц, но еще и улучшения эксплуатационных качеств изделия, облегчения работы с ним при производстве, экономии материалов. Одно неотделимо от другого.

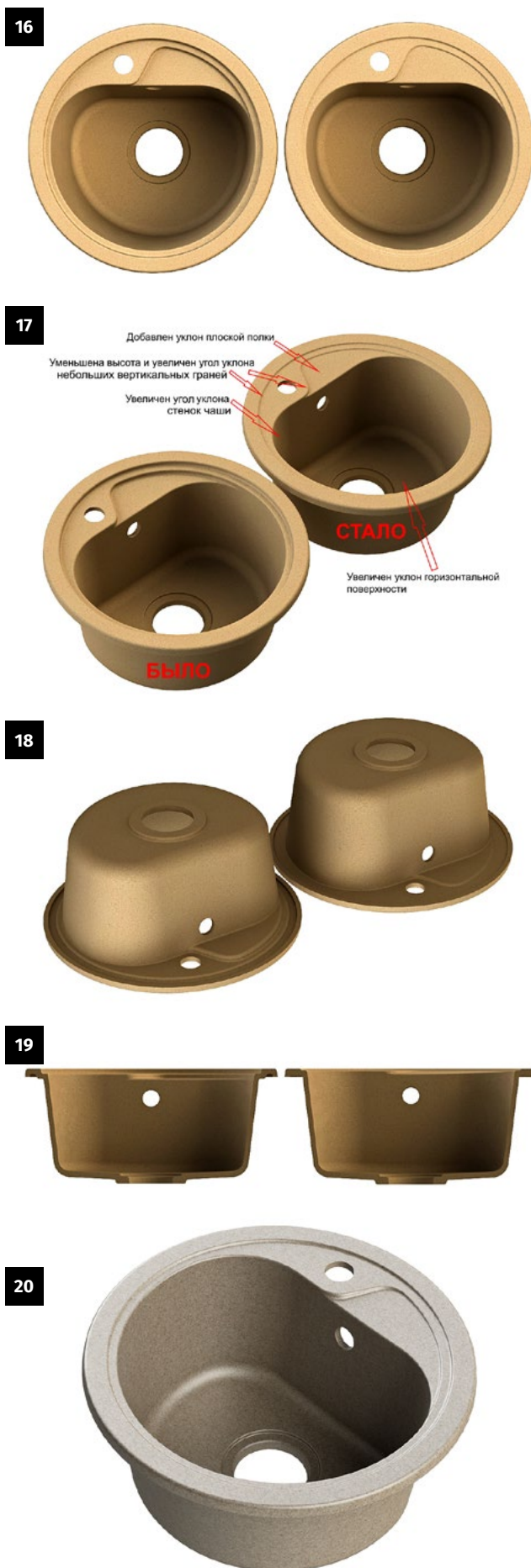
Необходимость оптимизации оснастки кухонных моек стала, лично для меня, очевидной при пересмотре существующих на заводе моек и построении их 3D-моделей для составления каталога и получения расчетной информации по весу и площади. При детальном обмере стало понятно, что многие мойки изготавливались не через построение 3D-модели, а так сказать, «аналоговым» способом. Вначале они вылепливались вручную модельщиком, а потом много раз клонировались (пересъем формы с чужого изделия). По этой причине толщина, скругления и уклоны изделий очень далеки от оптимальных.

Необходимость разъяснительной работы среди конструкторов появилась при работе на большом предприятии, разрабатывающем и изготавливающим различные облицовочные панели из стеклопластика, и имеющем большой конструкторский отдел. При проектировании изделий, моделей и форм недостаточно уметь моделировать в 3D и грамотно составлять чертежи. Нужно еще представлять себе весь процесс изготовления этих моделей, форм, изделий в деталях. Зная «как это работает», конструктор сможет оптимально построить требуемую модель. Данная статья имеет своей целью оказать посильную помощь в этом.

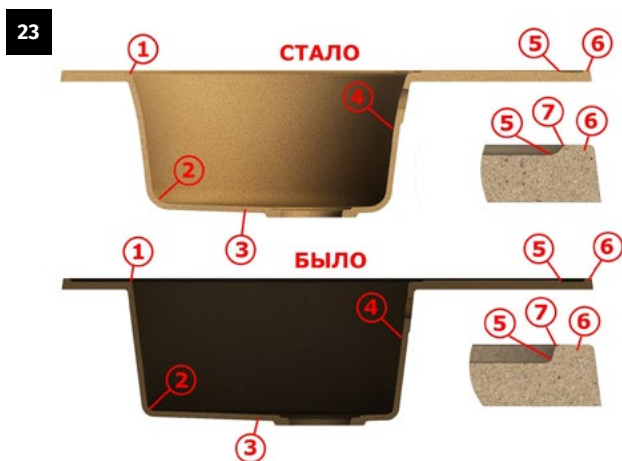
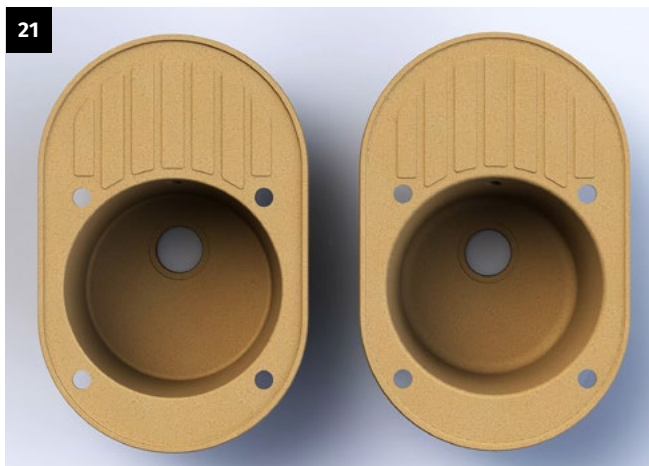
Пример оптимизации круглой кухонной мойки из искусственного камня представлен на рисунках 16–20.

Фотографии оптимизации круглой мойки с крылом представлены на рисунках 21–24. При оптимизации были проведены следующие изменения:

1. скругление было 5 мм, стало 10 мм;
2. скругление было 10 мм, стало 25 мм;
3. диаметр дна мойки был 353 мм, стал 333 мм;
4. боковая стенка мойки была изогнута в одном направлении, стала изогнута в двух направлениях,



Рисунки 16–20. Пример оптимизации круглой кухонной мойки из искусственного камня



Рисунки 21–24. Оптимизация круглой мойки с крылом

что облегчит съем изделия с матрицы, увеличит прочность этой стенки формы и изделия;

5. все мелкие внутренние отделочные скругления были 2 мм, стали 5 мм. Это уменьшит зацепы на мелких элементах, уменьшит опасность трещинообразования при усадке изделия, уменьшит скалываемость на матрице;
6. бортик по периметру изделия был высотой 5 мм, стал 3 мм. Этим снижен риск разрыва изделия в этом месте, облегчен съем с матрицы;
7. все мелкие внешние отделочные скругления равны 2 мм. Они не мешают съему, зато создают визуальный эффект тонких линий и острых углов, что позиционирует изделие как высококачественное, премиум класса.

В процессе оптимизации квадратной мойки с крылом (рисунки 25–29) изменили следующее:

1. скругление было 2 мм, стало 5 мм;
2. на боковых стенках чаши добавлен изгиб для облегчения съема с матрицы и упрочнения изделия и матрицы в этом месте (были плоские боковые стенки);
3. скругление по дну чаши было 10 мм, стало 25 мм. Скругления углов боковых стенок (на рисунке с нумерацией не показано, это можно видеть на других рисунках) были 10 мм, стали переменного

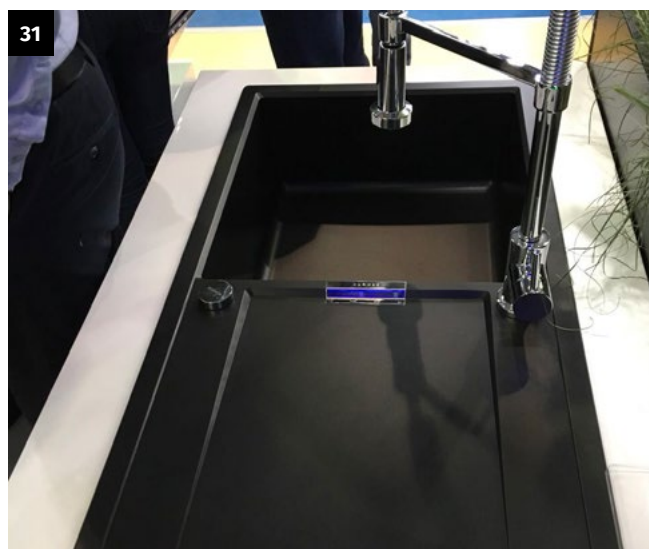
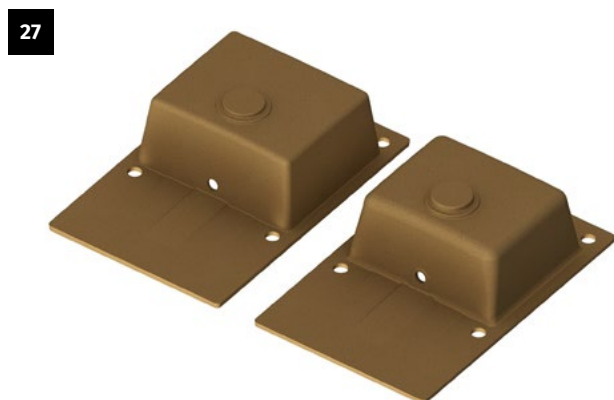
радиуса: со стороны дна мойки — 25 мм, с противоположной стороны — 10 мм. Данные изменения улучшают съем с матрицы, делают более удобной уборку при эксплуатации изделия и мойку;

4. на задней стенке добавлен «лепесток», отмечающий место сверления переливного отверстия. Это облегчает «прицеливание» при сверлении, повышает качество отверстия;
5. все внутренние отделочные скругления были 2 мм, стали 5 мм;
6. все внешние отделочные скругления равны 2 мм. Они не мешают съему, но в бликах создают вид четких линий и острых углов;
7. высота ободка была 5 мм, стала 3 мм.

Дизайнерский способ уйти от острого угла — заменить его фаской. Он применен в изделиях фирмы Schock (рисунки 30 и 31). Мы переняли это для своих моек (рисунок 32 и 33).

Углы уклона вертикальных стенок чаши у всех производителей обычно составляют 5°. Нами опытным путем было определено, что небольшое увеличение этого угла не значительно уменьшает размер дна мойки, но облегчает съем с матрицы (расформовку), что увеличивает сохранность оснастки. Наиболее оптимальным углом в данном случае стал угол в 7°.

Углы уклона дна мойки были заданы 1–2°. Мы сде-



Рисунки 25–29. Оптимизация квадратной мойки с крылом

лали 3°. Это мало помогло съему, ведь эта поверхность горизонтальная, зато сделало плоскую поверхность на матрице более выпуклой, что увеличило ее прочность и срок службы. До этого на особо плоских днищах на матрицах, моделировавших вручную, наблюдалось даже проседание поверхности, что давало на изделиях отрицательный уклон (вода текла не к сливу, а от него). А введённое изменение облегчило сток воды в изделии и его мойку.

Толщины литьевого изделия — очень важный фактор экономии материала. В то же время они должны быть достаточны для выдерживания нагрузок, испытываемых изделием. Это зависит от прочности литевой смеси. Нами были экспериментально определены эти значения. До «цифровизации» парка моек их

Рисунки 30–31. Немецкие мойки Schock



Рисунки 32–33. Мойки, оптимизированные с помощью замены острого угла на фаску

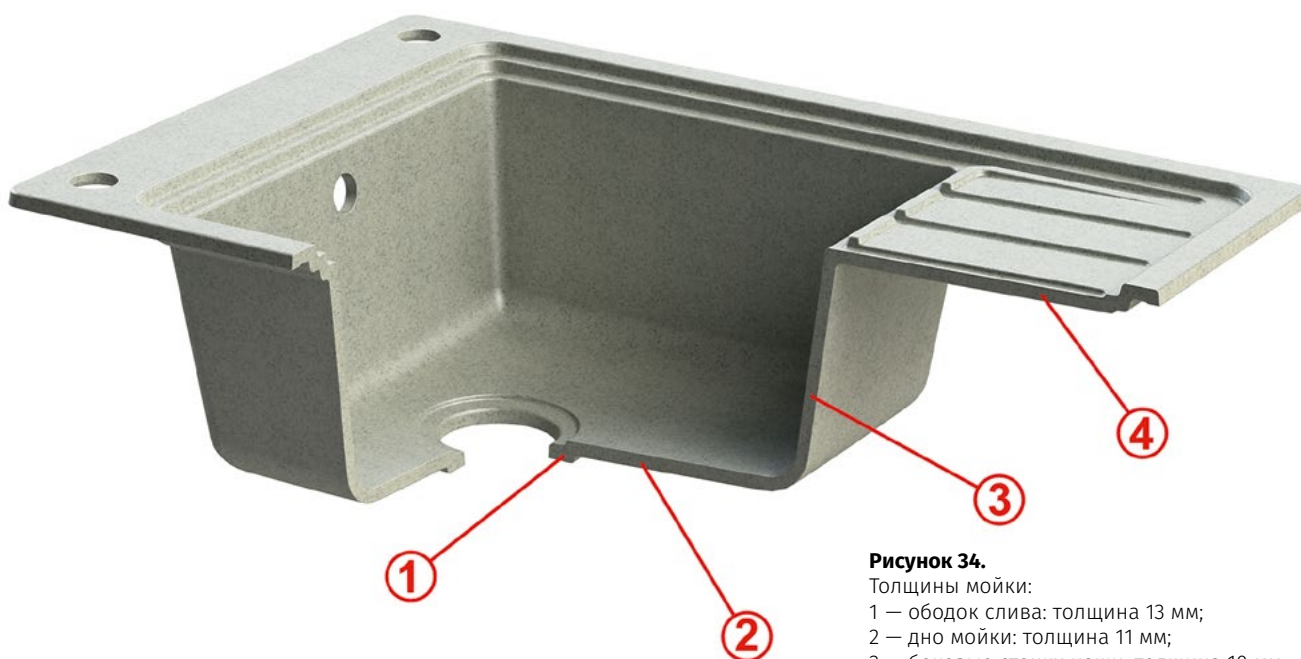


Рисунок 34.

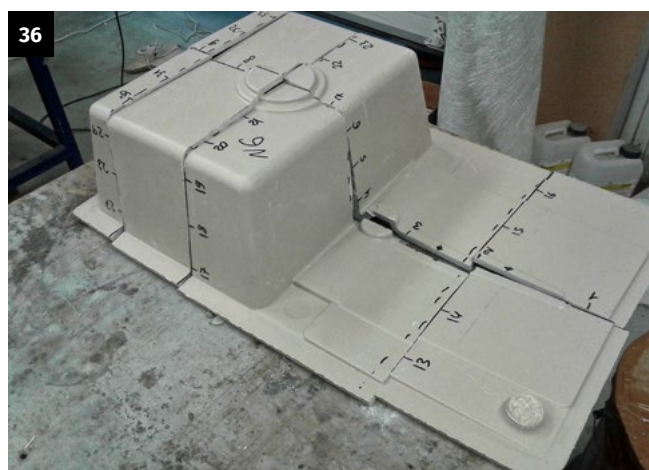
Толщины мойки:

1 — ободок слива: толщина 13 мм;

2 — дно мойки: толщина 11 мм;

3 — боковые стенки чаши: толщина 10 мм;

4 — крыло мойки: толщина 11 мм.



Рисунки 35–36. Способ контроля толщины реального изделия

вес был на 15–30% больше. Толщины противоположных стенок и скругления углов часто были разными, толщины различных частей в целом — неодинаковы. В процессе оптимизации эти недостатки также были устранены (рисунок 34).

Для контроля толщин нет ничего лучше, чем разрезать мойку на кусочки, и замерить толщины штангенциркулем по определенным точкам. Так мы поступаем и с «аналоговыми» мойками перед переводом их «в цифру», и с первыми, отлитыми по 3D-модели

37



До обрезки



После обрезки

Рисунок 37. Отгиб мойки для удобной обрезки

мойками, с целью проверить качество выполненных работ (рисунки 35 и 36).

Еще одно усовершенствование, которое в малой степени относится к матрице, а больше к удобству обработки изделия. Это отгиб по краю мойки вниз (рисунок 37). Он позволяет при обрезке края изделия не резать диском материал на большую глубину, а обрезать всего 9 мм материала. Это ускоряет обрезку, экономит диски, уменьшает количество сколов, избавляет от необходимости следить за ровным перемещением режущего инструмента по горизонтали. Кроме того, край матрицы, где она стыкуется с пуансоном, по необходимости должен быть острым, в этом месте долго работавшие матрицы часто имеют выщербленности. Такой отгиб изделия позволяет вывести эти выщербленности на край изделия, который уходит в отрез. В настоящее время на нашем производстве все мойки обрезаются именно таким способом.

Раз уж мы говорим о мойках, стоит остановиться на отличиях в конструкциях моек, изготавливаемых с декоративным слоем (рисунки 40 и 41), от моек для безгелькоутного литья (рисунки 38 и 39). Первые должны иметь широкие и неглубокие полки вокруг чаши — для возможности хорошего сплошного прокраса декоративным слоем. В случае двухчашевой мойки — расстояние между чашами должно быть как можно больше. Более новая технология безгелькоутного литья позволила избавиться от необходимости наносить декоративный слой, этим не преминули воспользоваться конструкторы. То, какой технологией будет изготавливаться изделие, необходимо учитывать при моделировании. О чем идет речь, становится понятно, если сравнить формы моек. При использовании первой технологии можно напылить декоративный слой на вертикальные поверхности качественно, в то время как для второй (безгелькоутной) это затруднительно.

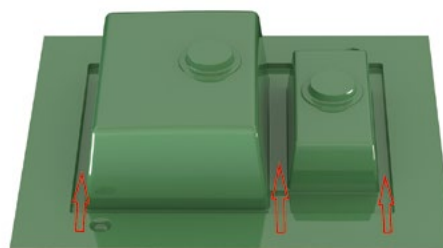
Примеров оптимизации конструкций стеклопластиковых матриц я могу приводить много, но рамки статьи не позволяют этого сделать. Я постарался привести наиболее наглядные, хорошо иллюстрирующие суть процесса оптимизации. А поняв суть процесса, подобные улучшения можно легко производить самостоятельно. **КМ**

38



39

Матрица для безгелькоутного литья



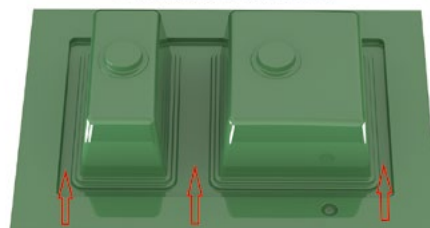
Мало места для нанесения
декоративного слоя

Рисунки 38-39. Безгелькоутное литье

40



41

Матрица для литья
с декоративным слоем

Достаточно места для нанесения
декоративного слоя

Рисунки 40-41. Изделие с декоративным слоем

Особенности проектирования комбинированных композитных оболочек давления различных геометрических форм

Мороз Николай Григорьевич

к.т.н., главный конструктор ООО «Сафит»

Лебедев Константин Нитович

д.т.н., профессор, заместитель начальника
«Центра прочности» АО ЦНИИСМ

Лебедев Игорь Константинович

к.т.н., директор ООО «Сафит»

Известные конструкции оболочек из композиционных материалов состоят из внутренней части (лейнера), обеспечивающей ее герметичность, и силовой — композитной. При их проектировании, как правило, используются подходы, базирующиеся на основе нитяной модели представления композиционного материала и ограничивающиеся рассмотрением конструкций в виде цилиндрических форм. В то же время известно, что использование в качестве конструкции лейнера оболочек специальных геометрических форм (например, сферической) позволяет существенно снизить его массу в сравнении с лейнером цилиндрической формы аналогичного объема. Кроме того, при создании такого рода конструкций существует многочисленное количество ограничений эксплуатационного и технологического характера. В известных исследованиях практически не рассматриваются задачи рационального проектирования конструкций в целом, то есть выбора рациональных геометрических форм лейнера и рационального размещения армирующих волокон из разнородных материалов в структуре композиционной оболочки с учетом различных вариантов конструктивных и технологических ограничений и исполнений.

В настоящей работе предлагается вариант методики рационального проектирования конструкций композитных оболочек давления, учитывающий ограничения конструктивного и технологического характера. Для построения алгоритма предлагаемой методики используются соотношения безмоментной теории слоистых оболочек вращения произвольной формы [2], нагруженных внутренним давлением p . При этом предполагается, что слои оболочек выполнены из различных композиционных и изотропных материалов.

В результате воздействия на оболочку, в которой полюсное отверстие с радиусом r_0 закрыто, внутреннего давления p , в ней возникают внутренние усилия, определяемые равенствами [2]:

$$N_\alpha = \frac{pR_2}{2}, N_\beta = \frac{pR_2}{2} \left(2 - \frac{R_2}{R_1} \right) \quad (1)$$

где R_1, R_2 — главные радиусы кривизны оболочки.

Для описания напряженно-деформированного состояния оболочки материал композитных слоев считается линейно упругим, а для металлических слоев используются соотношения деформационной теории пластичности в форме метода переменных параметров упругости [2]:

$$\sigma_\alpha^m = \bar{E}_s (\epsilon_\alpha^m + \nu_s \epsilon_\beta^m) - \frac{\nu_s}{1 - \nu_s} p, \quad \sigma_\beta^m = \bar{E}_s (\epsilon_\beta^m + \nu_s \epsilon_\alpha^m) - \frac{\nu_s}{1 - \nu_s} p \quad (2)$$

$$\text{где } \bar{E}_s = E_s / (1 - \nu_s^2), \nu_s = \frac{1}{2} - \frac{E_s(\sigma_i)}{E} \left(\frac{1}{2} - \nu \right)$$

В равенствах (2) $E_s(\sigma_i)$ — секущий модуль, зависящий от интенсивности напряжений:

$$\sigma_i = \sqrt{(\sigma_\alpha^m)^2 - \sigma_\alpha^m \sigma_\beta^m + (\sigma_\beta^m)^2 + p(\sigma_\alpha^m + \sigma_\beta^m) + p^2} \quad (3)$$

а ν_s — пластический коэффициент Пуассона. Для несжимаемого материала $\nu = \nu_s = 0,5$.

Меридиональное и кольцевое усилия, возникающие при действии давления p в стенке комбинированной оболочки, связаны с ее деформациями соотношениями [1, 2]:

$$N_\alpha = B_{11} \epsilon_\alpha + B_{12} \epsilon_\beta, N_\beta = B_{12} \epsilon_\alpha + B_{22} \epsilon_\beta \quad (4)$$

$$\text{где: } B_{11} = \bar{E}_s h_m + B_{11}^k, B_{22} = \bar{E}_s h_m + B_{22}^k, B_{12} = \nu_s \bar{E}_s h_m + B_{12}^k,$$

где: $\epsilon_\alpha, \epsilon_\beta$ — меридиональная и кольцевая деформации оболочки, $B_{11}^k, B_{22}^k, B_{12}^k$ — коэффициенты жесткости для композиционного материала, h_m — толщина стенки лейнера.

Проектирование комбинированной оболочки с упругопластическим лейнером затрудняется тем, что секущий модуль металлического слоя, зависящий от уровня напряженного состояния, заранее неизвестен и определяется при проведении расчетов одним из методов последовательных приближений. В [3] показано, что при деформации оболочки, превышающей упругую деформацию лейнера, секущий модуль E_s резко уменьшается с ростом деформаций и (для случая алюминиевого лейнера) уже при деформации 0,5% составляет 0,28 от исходного модуля упругости материала лейнера. Таким образом, напряжения в лейнере после появления в его материале пластических деформаций при нагружении баллона возрастают медленнее приращения давления.

При этом напряжения в лейнере снижаются также при увеличении модуля упругости и толщины композитного слоя. Для снижения уровня напряженного состояния лейнера естественно потребовать, чтобы внутреннее давление воспринималось в основном композитным слоем. В то же время наличие металлического лейнера приводит к ограничениям по деформациям оболочки при ее циклическом нагружении в силу наличия пластической составляющей деформации.

Как известно, величина упругой деформации металлов, используемых для изготовления лейнера, не превышает 0,21–0,3 %, что значительно меньше предельной деформации (1,2–3 %) упругих армирующих волокон композиционного материала. Учитывая данное замечание и исходя из критериев типа Коффина — Менсона [3], при проектировании рациональной геометрии оболочки целесообразно установить некоторое предельное значение интенсивности деформаций, возникающих в материале лейнера (как правило, 0,35–0,5%) при действии испытательного давления в оболочке, и на их основании установить среднее для данного интервала значение секущего модуля в виде $\bar{E}_s = \lambda \bar{E}_s^0$, ($\lambda = 0,8 - 0,6$). И использовать его в дальнейшем анализе как постоянную величину. При этом мощность армирования (количество армирующего материала) композитной оболочки следует определять по расчетному давлению с учетом давления, воспринимаемого лейнером при

выбранных, как указано выше, предельных значениях его деформации.

При построении алгоритма выбора рациональной формы днищ комбинированной металло-композитной оболочки учтены приведенные замечания.

Используя соотношения (1), получим

$$\frac{N_\beta}{N_\alpha} = 2 - \frac{R_1}{R_2} \quad (5)$$

В случае рассмотрения торообразной оболочки данное соотношение имеет вид:

$$\frac{N_\beta}{N_\alpha} = \frac{2r^2}{r^2 - C^2} - \frac{R_1}{R_2}$$

Учитывая, что главные радиусы кривизны оболочки R_1 и R_2 могут быть определены с помощью выражений [2]:

$$\frac{1}{R_1} = \frac{d \sin \alpha}{dr}, \quad \frac{1}{R_2} = \frac{\sin \alpha}{r} \quad (6)$$

где α — угол между осью вращения и нормалью к поверхности оболочки, равенство (2) преобразуется к форме:

$$\frac{d \sin \alpha}{\sin \alpha} = \left[2 - \frac{N_\beta}{N_\alpha} \right] \frac{dr}{r} \quad (7)$$

А в случае рассмотрения торообразной оболочки:

$$\frac{d \sin \alpha}{\sin \alpha} = \left[\frac{2r^2}{r^2 - C^2} - \frac{N_\beta}{N_\alpha} \right] \frac{dr}{r}$$

Из приведенных соотношений (5, 7) следует, что рациональная форма безмоментной оболочки определяется отношением действующих внутренних усилий:

$$\chi = \frac{N_\beta}{N_\alpha}$$

Используя соотношения для определения плотности упругой энергии деформации материала оболочки при осесимметричном нагружении [2]:

$$U = \frac{N_\alpha^2}{2} \frac{B_{22} - 2\chi B_{12} + \chi^2 B_{11}}{B_{22} B_{11} - B_{12}^2}$$

где B_{ij} определяются по соотношениям (2) с учетом $E_s = \lambda E_s^0$, и метод множителей Лагранжа [4] для минимизации функционала:

$$F(B_{11}, B_{12}, B_{22}) = \frac{N_\alpha^2}{2} \frac{B_{22} - 2\chi B_{12} + \chi^2 B_{11}}{B_{22} B_{11} - B_{12}^2} - \beta (B_{11} + 2B_{12} + B_{22} - C)$$

получим следующее выражение связи отношения действующих внутренних усилий и механических характеристик B_{ij} материала конструкции:

$$\frac{N_\beta}{N_\alpha} = \chi = \frac{B_{22} + B_{12}}{B_{11} + B_{12}} \quad (8)$$

и следующий критерий проектирования:

$$\varepsilon_\beta = \varepsilon_\alpha = \bar{\varepsilon} \quad (9)$$

В предположении, что объемная пластическая деформация материала лайнера равна нулю, ин-

тенсивность пластических деформаций в материале лайнера при этом также будет равна $\varepsilon_\beta^p = \bar{\varepsilon}$.

То есть критерий проектирования (9) определяет условие равенства деформаций оболочки как в осевом, так и в кольцевом направлениях, а также определяет равномерный переход материала лайнера в пластическое состояние с допустимым уровнем пластической деформации, обеспечивающим заданный ресурс эксплуатации оболочки.

Алгоритм расчета формы днищ оболочки, базирующийся на соотношении (8), позволяет проводить оценку оболочек, выполненных как однослойно из одного семейства армирующих нитей, так и из множества слоев с разными углами армирования, в том числе из разнородных материалов.

Для конструкции, изготовленной из одного семейства армирующих нитей с углом армирования φ без учета металлического лайнера, данное соотношение в развернутой форме принимает вид:

$$\frac{N_\beta}{N_\alpha} = 2 - R_2 / R_1 = \frac{\sin^2 \varphi + E_2 / E_1 \cos^2 \varphi + \mu_{12}}{\cos^2 \varphi + E_2 / E_1 \sin^2 \varphi + \mu_{12}} = f(r) \quad (10)$$

где E_i, μ_{ij} — физико-механические характеристики материала однонаправленной ленты.

Отметим, что при проектировании оболочки без учета работы связующего в материале однонаправленной ленты, данное соотношение принимает вид:

$$\frac{N_\beta}{N_\alpha} = 2 - R_2 / R_1 = \tan^2 \varphi = f(r) \quad (11)$$

В случае проектирования многослойной конструкции днища с разными углами армирования и различными материалами для определения коэффициентов необходимо использовать общие соотношения для многослойных оболочек [2]. Используя соотношение

$$\frac{d \sin \alpha}{\sin \alpha} = [2 - f(r)] \frac{dr}{r}$$

для построения геометрической формы образующего меридиана оболочки применяется алгоритм численного определения следующих функций:

$$\sin \alpha = \sin \alpha_0 e^{-\int_R^r (2-f(r))/r dr}$$

$$y = \int_R^r \tan \alpha dr \quad (12)$$

$$\frac{1}{R_1} = \frac{d \sin \alpha}{dr}, \quad \frac{1}{R_2} = \frac{\sin \alpha}{r}$$

В предположении, что оболочка образована i группами слоев нитей с углами армирования $\pm \varphi_i$, структура алгоритма выбора рациональной формы днищ оболочки при этом сводится к следующего рода действиям:

1. Задаются параметры оболочки R_i, r_{0i} , где R_i — радиус цилиндрической части лайнера, r_{0i} — радиус полюсного отверстия первой группы слоев композитной оболочки.
2. Устанавливается величина расчетного давления p_r , $p_r = K p_0$ — минимальное давление разрушения,

$p_i = K_i p_0$ — испытательное давление,

$$p_m = \frac{2\delta_m \bar{\sigma}_i^m}{d} \text{ или } p_m = \frac{4\delta_m \bar{\sigma}_i^m}{\sqrt{3}d} -$$

минимальное давление, при котором происходит текучесть материала лейнера, $p = p_r - p_m$ — давление, воспринимаемое композитной оболочкой, где p_0 — рабочее давление в оболочке, h_m — толщина стенки лейнера, $\bar{\sigma}_i^m$ — предел текучести материала лейнера, K — коэффициент безопасности.

3. Назначаются армирующие материалы слоев рассматриваемых групп с различными линейными плотностями N_i , удельными плотностями материала ρ_i , прочностью σ_{gi} и определяются площади эффективного сечения f_i и разрывные нагрузки армирующих нитей (жгутов) T_i .
4. По известным зависимостям [1, 2] определяются физико-механические характеристики $E_i^i, \nu_{12}^i, \nu_{21}^i, E_2^i, G_{12}^i$ для однонаправленного композитного материала (выбранной полосы) i -го слоя рассматриваемых групп, где E_i^i, E_2^i — модули упругости однонаправленного композита вдоль и поперек армирования, G_{12}^i — модуль сдвига в плоскости армирования и ν_{12}^i, ν_{21}^i — коэффициенты Пуассона.
5. Задается некоторая поверхность и ее сечения $r_{01}, r_{02}, r_{03} \dots r_{0n}$, которые определяют число однородных групп слоев (зон), образующих оболочку.
6. Задаются первоначальные значения радиусов мнимых поверхностей $R_{01}, R_{02}, R_{03} \dots R_{0n}$, вложенных в оболочку с максимальным диаметром R . При этом учитывается условие, что $r_{0i+1} \leq R_{0i} \leq r_{0i+2}$.
7. Из условия произвольного (чаще всего геодезического) расположения нитей (жгутов) армирующих материалов по поверхности дна определяются углы армирования φ_i на экваторе оболочки.
8. Последовательно, начиная с первого участка $r_{01} - r_{02}$, для каждой мнимой оболочки с радиусом цилиндра R_i , используя соотношение:

$$T_i n_i \cos \varphi_i = \pi \int_{r_0}^{r_i} p r dr + Q_1 - \sum_{j=1}^{i-1} T_j n_j \cos \varphi_j,$$

вычисляется число армирующих нитей (жгутов) n_i в рассматриваемом слое.

9. На интервале изменения радиуса $R > r > r_0$, начиная от $r = R$, пошагово с выбранным интервалом изменения $r(\Delta r)$ определяется изменение толщины каждой зоны [2]

$$h_i(r) = \frac{n_{si} f_i}{2\pi r \cos \varphi_i}$$

с учетом особенностей в области $r = r_{0n}$ и значения коэффициентов жесткости $B_{11}(r), B_{22}(r), B_{12}(r)$ с учетом

$$\bar{E}_s = \lambda \bar{E}_s^0 \text{ и } h(r) = \sum_{i=1}^k h_i(r).$$

10. На том же интервале изменения радиуса $R > r > r_0$ строится численный алгоритм расчета и интегрирования функций (7).
11. Для окончательно выбранной схемы армирования на интервале изменения радиуса $R > r > r_0$ пошагово с выбранным интервалом изменения $r(\Delta r)$ рассчи-

тываются деформации $\varepsilon_{\alpha}, \varepsilon_{\beta}$, и их интенсивность ε_i в материале композитной оболочки и материале лейнера, и оценивается с использованием критерия типа Коффина — Менсона [3] интервал живучести лейнера.

При неудовлетворительных результатах обеспечения живучести лейнера процесс повторяется с уменьшением ограничения деформативности оболочки в целом.

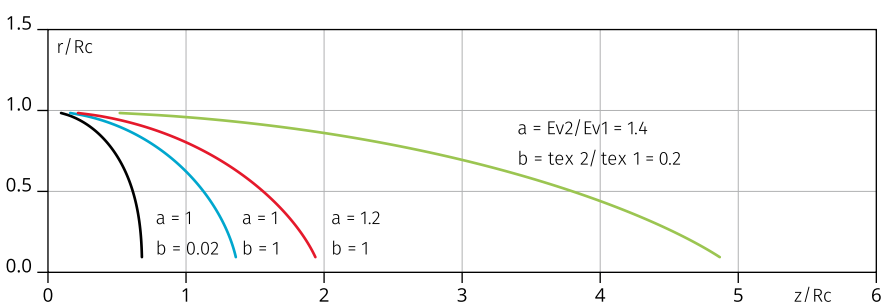
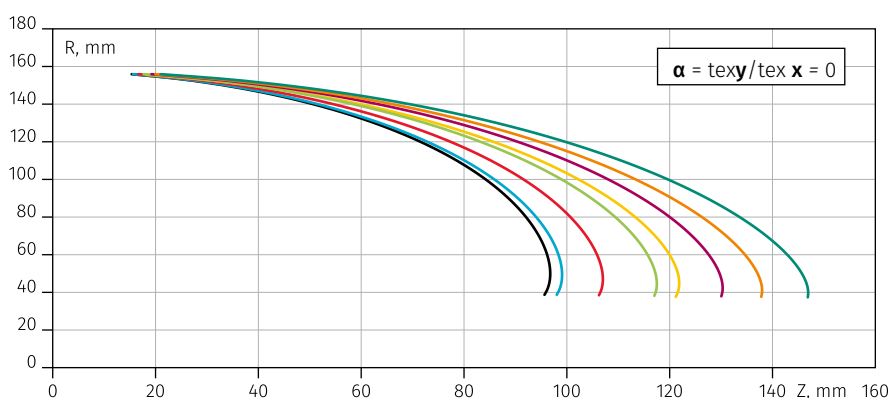
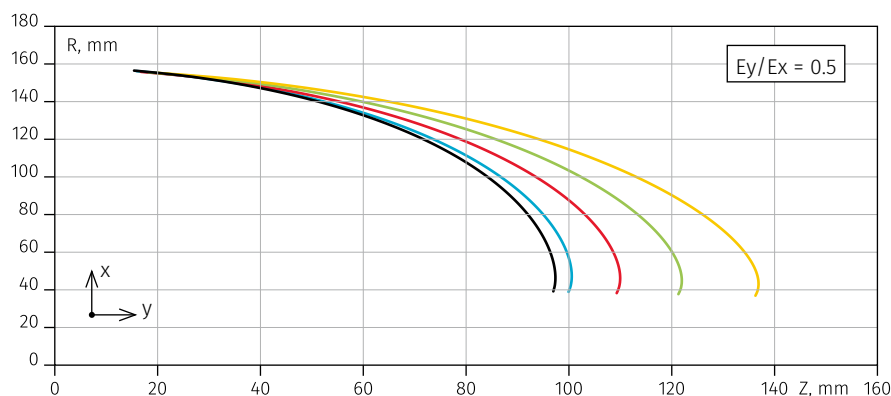
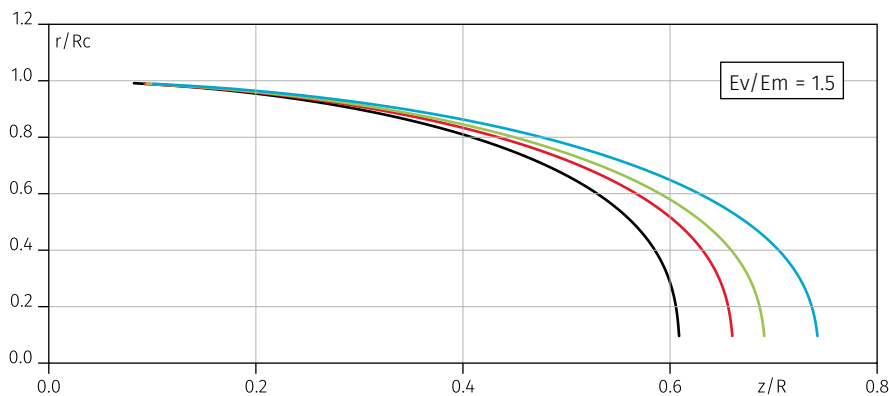
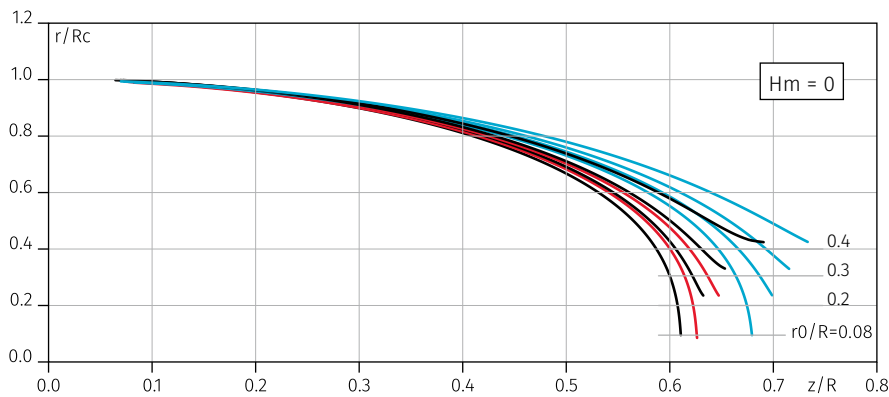
Для окончательно выбранной схемы армирования, используя метод ступенчатого нагружения, по известным методикам [3] определяются напряжения и деформации, возникающие в материалах конструкции при ее нагружении до уровня испытательного давления. Давление p_T , при котором в металлическом слое появляется пластическая деформация, оценивается из условия $\sigma_i = \sigma_T$, где интенсивность напряжений σ_i определяется (3). При давлении $p > p_T$ для описания напряженно-деформированного состояния металлического слоя используются соотношения деформационной теории пластичности в форме метода переменных параметров упругости.

Для построения решения для материала лейнера вводится степенная аппроксимация зависимости интенсивности напряжений от интенсивности деформаций $\sigma_i = C \varepsilon_i^n$, где C и n — некоторые постоянные коэффициенты. Отметим, что аппроксимация экспериментальной диаграммы деформирования осуществляется от деформации, при которой в металле появляется пластическая деформация, до деформации, при которой ожидается разрушение оболочки (как правило от 1,2 до 2,8 %). Весь процесс расчета упругопластического решения строится на методе последовательных приближений.

Реализация данной методики проектирования комбинированных оболочек приведена на представленных в статье рисунках.

На рисунке 1 представлены результаты сравнения проектирования однослойной оболочки с геодезическим армированием с использованием наиболее распространенной методики нитяной модели (11) и по предлагаемой методике (12). Сравнение результатов расчетов однослойной оболочки показывает, что при использовании абсолютно жестких армирующих волокон, проектируемые формы меридианов оболочек (их срединных поверхностей), рассчитанные по сравниваемым методикам, совпадают. С уменьшением модуля упругости армирующих волокон при сохранении модуля упругости связующего проектируемые формы меридианов оболочек, рассчитанные по сравниваемым методикам, резко начинают различаться.

Введение в конструкцию оболочки тонкостенного металлического лейнера существенно изменяет геометрию оболочки, выбранную с использованием методики (11). Расчеты деформированного состояния комбинированных оболочек (рисунок 2) показывают, что при соотношениях толщины композитного материала к толщине лейнера более 10 и соотношениях модуля упругости армирующих волокон композитного материала к модулю упругости материала лейнера



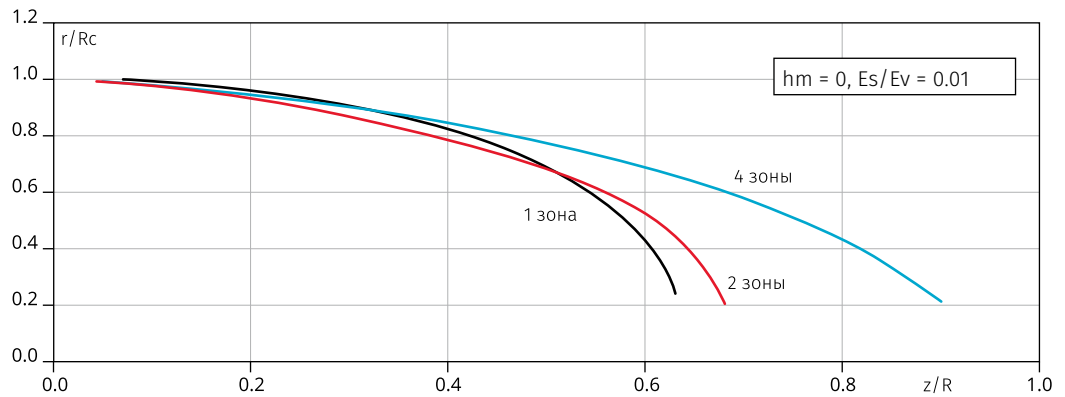


Рисунок 6.
Профили образующих
меридианов многозонной
оболочки



Рисунок 7.
Общий вид
многозонной
(3-х зонной)
оболочки



более 30 — влияние лейнера при выборе формы оболочки можно не учитывать.

Результаты проектирования односемейной оболочки (на примере оболочки с диаметром лейнера 316 мм), образованной двумерно-ортогонально армируемой нитяной лентой, располагаемой по геодезическим траекториям поверхности, представленные на рисунках 3 и 4, показывают, что использование такого способа армирования композитной оболочки значительно расширяет возможности выбора геометрической формы оболочки путем вариации соотношения линейных плотностей (в тексах) или модулей упругости составляющих двумерно-ортогонально армированной нитяной ленты. При этом область варьируемых параметров ленты можно значительно расширять, вводя переменные углы армирования разнородных материалов, составляющих ленту, и соотношение их мощностей.

Анализ оболочки, образованной композиционным материалом в виде криволинейно-ортотропного материала с заданными характеристиками жесткостей в меридиональном и кольцевом направлениях (рисунок 5) показывает, что такой вариант существенно расширяет область геометрических форм ее исполнения. При этом варьирование характеристиками ортотропного материала ведут к созданию новых способов как создания материала, так и самой оболочки.

Во многих приложениях рассматриваемой конструкции композитной оболочки требуется обеспечение равномерности толщины ее стенки по длине образующего меридиана. Эта задача легко выполняется при использовании метода многозонного армирования [2]. Использование метода многозон-

ного армирования позволяет также создавать конструкции композитной оболочки заданных форм. На рисунках 6 и 7 представлен пример краткого анализа конструкции композитной оболочки, выполненной методом многозонного армирования (2 зоны и 4 зоны) с использованием рассматриваемой методики.

Представленные примеры использования предлагаемой методики показывают, что ее применение позволяет при проектировании оболочек коммерческого назначения существенно расширить область оптимизации конструкции не только по критериям прочности, но и с учетом конструктивных, технологических, эксплуатационных и экономических ограничений (рисунок 7). А также проектировать новые технологические методы и способы ее изготовления, в том числе проектировать и сами используемые материалы.

Литература

1. Васильев В. В. Механика конструкций из композиционных материалов. — М.: Машиностроение, 1988. — 270 с.
2. Образцов И. Ф., Васильев В. В., Бунаков В. А. Оптимальное армирование оболочек вращения из композиционных материалов. — М.: Машиностроение, 1977. — 144 с.
3. Васильев В. В., Мороз Н. Г. Композитные баллоны давления — проектирование, расчет, изготовление и испытания. — М.: Машиностроение, 2015. — 372 с.
4. Колмогоров А. Н., Фомин С. В. Элементы теории функций и функционального анализа. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. — 572 с.

Отраслевые мероприятия 2021

4 февраля	Онлайн конференция «Рынок компаундов в России: потенциал роста в различных сегментах»	compound-conf.com
12 февраля	XIII Всероссийская конференция по испытаниям и исследованиям свойств материалов «ТестМат» по тематике «Современные аспекты в области исследований структурно-фазовых превращений при создании материалов нового поколения» Россия, г. Москва	confviam.ru
30 марта — 1 апреля	13-я отечественная выставка композитных материалов, оборудования и технологий «Композит — Экспо 2021» Россия, г. Москва	www.composite-expo.ru
30 марта — 1 апреля	«Полиуретанэкс 2021» — 12-я международная выставка: полиуретан, полиуретановые материалы, технологии производства полиуретанов Россия, г. Москва	www.polyurethanex.ru
21–22 апреля	Международный Форум по ветроэнергетике RAWI Forum Россия, г. Москва	rawi.ru/events/rawi-forum
21–23 апреля	Российский международный энергетический форум Россия, г. Санкт-Петербург	energyforum.ru
20–22 мая	XIII Международная выставка вертолетной индустрии «HeliRussia 2021» Россия, г. Москва	helirusia.ru
21 мая	Конференция «Вторичная переработка полимеров 2021» Россия, г. Москва	creon-conferences.com
25–28 мая	Главная выставка строительной техники и технологий в России «Bauma CTT RUSSIA 2021» Россия, г. Москва	bauma-ctt.ru
26–27 мая	II международная научно-практическая конференция «Современные технологии, специальная техника и строительные материалы для устройства оснований и фундаментов», Россия, г. Москва	fc-union.com/eropriyatiya
1–3 июня	Крупнейшая мировая выставка композитных материалов, технологий их производства и применения «JEC World» Франция, г. Париж	www.jec-world.events
15–17 июня	Выставка «ROSMOULD» Россия, г. Москва	rosmould.ru.messefrankfurt.com
23–27 июня	Международный военно-морской салон «IMDS — 2021» Россия, г. Санкт-Петербург	navalshow.ru
6–8 июля	VIII международная научно-практическая конференция «Опоры и фундаменты для умных сетей: инновации в проектировании и строительстве»	fc-union.com/meropriyatiya
6–9 июля	Международная промышленная выставка «ИННОПРОМ — 2021» Россия, г. Екатеринбург	expo.innoprom.com
22–28 августа	Международный военно-технический Форум «АРМИЯ — 2021» Россия, Московская область	www.rusarmyexpo.ru
13–15 сентября	Международная выставка «China Composites Expo» Китай, г. Шанхай	chinacompositesexpo.com/en

14–16 сентября	Международная выставка технического текстиля и нетканых материалов «Techtextil Russia 2021» Россия, г. Москва	techtextil-russia.ru.messefrankfurt.com
21–23 сентября	IV международная научно-практическая конференция «Российские и зарубежные технологии проектирования и строительства мостовых сооружений» Россия, г. Москва	fc-union.com/meropriyatiya
сентябрь	Международная конференция «Композиты СНГ» Место проведения определяется	www.composites-cis.com
октябрь	IX Форум «Композиты без границ» Россия, г. Москва	compositesforum.ru
5–8 октября	X Петербургский международный газовый форум (ПМГФ–2021) Россия, г. Санкт-Петербург	gas-forum.ru
18–21 октября	Выставка «ТЕХНОФОРУМ — Оборудование и технологии обработки конструкционных материалов» Россия, г. Москва	www.technoforum-expo.ru
18–21 октября	Выставка и конференция композитных материалов и технологий «CAMX 2021» США, г. Даллас	www.thecamx.org
26–28 октября	21-я Международная выставка оборудования для неразрушающего контроля и технической диагностики «NDT RUSSIA» Россия, г. Москва	www.ndt-russia.ru
26–29 октября	24-я международная выставка химической промышленности и науки «ХИМИЯ — 2021» Россия, г. Москва	www.chemistry-expo.ru
3–5 ноября	Выставка композитных материалов и технологий «JEC Asia 2021» Южная Корея, г. Сеул	www.jec-asia.events
ноябрь	Международный форум «Ключевые тренды в композитах: наука и технологии» Россия, г. Москва	forum.emtc.ru
25–27 ноября	Eurasian Composites Show 2021 — выставка промышленных композитов Турция, г. Стамбул	www.eurasiancomposites.com
11 ноября	Форум «Переработка отходов» Россия, г. Москва	creon-conferences.com
9–11 ноября	Выставка «Composites Europe» Германия, г. Штутгарт	www.composites-europe.com
19 ноября	V Всероссийская научно-техническая конференция «Полимерные композиционные материалы и производственные технологии нового поколения» Россия, г. Москва	confviam.ru
декабрь	Национальный промышленный форум Россия, г. Москва	npforum.ru

График выхода номеров 2021



Композитный мир №1 (94) 2021

Прием материалов до 10 февраля
Выход номера — 19 марта



Композитный мир №2 (95) 2021

Прием материалов до 30 апреля
Выход номера — 20 мая



Композитный мир №3 (96) 2021

Прием материалов до 3 августа
Выход номера — 23 августа



Композитный мир №4 (97) 2021

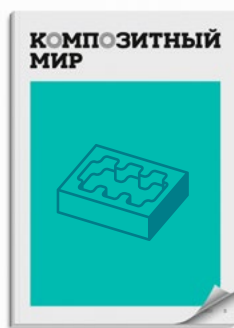
Прием материалов до 1 октября
Выход номера — 18 октября

Приложения



Композитный мир оборудование

Специально для выставки
Композит-Экспо



Композитный мир оснастка

Специально для выставки
Rosmould



Композитный мир наука

Специально для Форума
«Ключевые тренды в композитах:
наука и технологии»



КОМПОЗИТ-ЭКСПО

Тринадцатая международная специализированная выставка

30 марта - 1 апреля, 2021

Россия, Москва,
ЦВК «Экспоцентр», павильон 1



Основные разделы выставки:

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



выставка
участник
системы



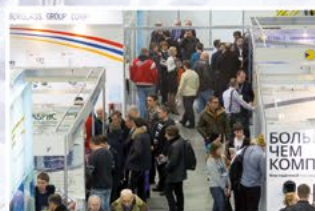
независимый
выставочный
аудит

Параллельно проводится выставка:



ПОЛИУРЕТАНЭКС

Двенадцатая международная специализированная выставка
www.polyurethanex.ru



Специальный
раздел:
**КЛЕИ И
ГЕРМЕТИКИ**

Информационная поддержка:



Дирекция:

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

Организаторы:



Мир-Экспо
Выставочная компания



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



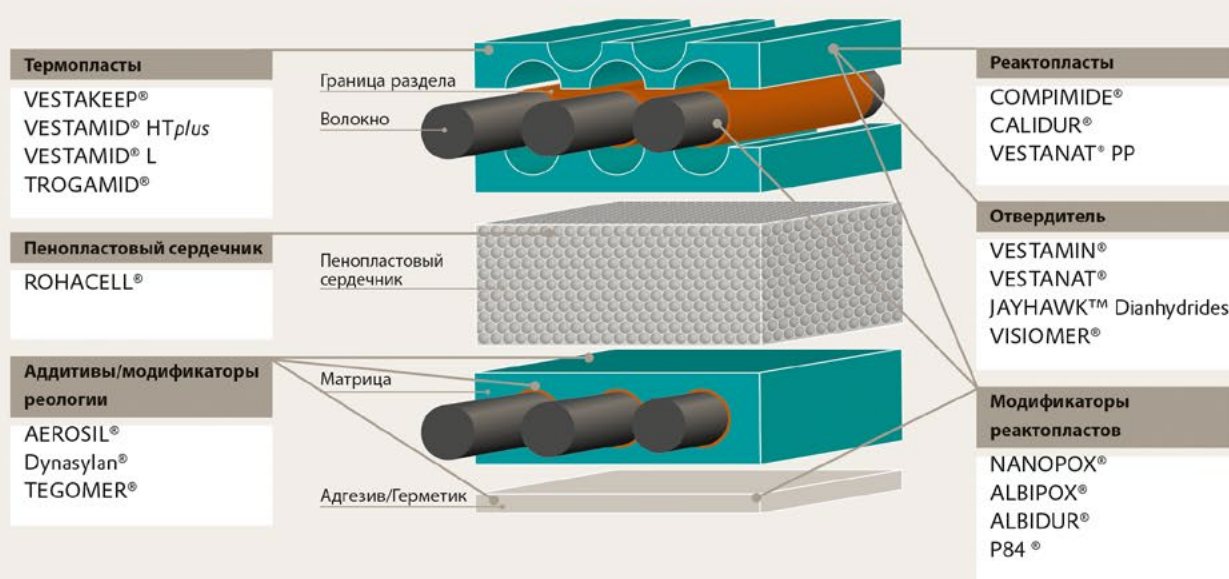
[@compoexporus](https://twitter.com/compoexporus)



[@compo](https://t.me/compo)

Композитная сэндвич система

Понимание всех аспектов сложной системы –
ключ к решению поставленных задач



.....

Подробная информация на www.evonik.com/composites